

30
30
30
30
30
30
30
30
30
30

CIENCIA PESQUERA

60 Aniversario
1962-2022



AÑO INTERNACIONAL DE
**LA PESCA Y
LA ACUICULTURA
ARTESANALES**

2022



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

VOL. 30 NÚMS. 1-2

NOVIEMBRE 2022

ISSN 0185-0334



INAPESCA
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
Y ACUICULTURA

CONSEJO EDITORIAL

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

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

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

Dr. Nelson M. Ehrhardt
University of Miami

Dr. Dilio Fuentes Castellanos
Ex editor de Ciencia Pesquera

Dr. Salvador Lluch Cota
*Centro de Investigaciones Biológicas
del Noroeste*

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

Dr. Juan Carlos Seijo
Universidad Marista de Mérida

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

Dr. Rashid Sumaila
*Fisheries Centre, University of British
Columbia*

Dr. Jorge Torre Cosío
Comunidad y Biodiversidad, A.C.

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:* Lurdes Asiain Córdoba.
Diagramación: María Torres. *Diseño de Portada:* Ana María Calatayud. *Fotografías de portada y contraportada:*
Esteban Cabrera Mancilla, Comunidad y Biodiversidad, A.C., Rosa María Gutiérrez Zavala, Everardo Miranda
Valdez, Cuauhtémoc Ruiz Pineda

La información contenida en este número es responsabilidad exclusiva de los autores.

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

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA
Ave. México Núm. 190, Col. Del Carmen, C.P. 04100, Coyoacán, Ciudad de México, México.
[http:// www.gob.mx/inapesca](http://www.gob.mx/inapesca)

CIENCIA PESQUERA
Volumen 30, núms. 1-2, noviembre 2022

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. 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 Acuicultura

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

Dr. Jorge Torre Cosío
Comunidad y Biodiversidad A.C.

Dr. Salvador Lluch Cota
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

AGRICULTURA

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula
Secretario

INAPESCA

Dr. Pablo Roberto Arenas Fuentes
Director General

Ocean. Juan Carlos Lapuente Landero
Director de Investigación en Acuacultura

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:* Lurdes Asain Cordoba. *Diagramación:* María Torres. *Diseño de Portada:* Ana María Calatayud. *Fotografías de portada:* Esteban Cabrera Mancilla, Comunidad y Biodiversidad, A.C., Rosa María Gutiérrez Zavala, Everardo Miranda Valdez, Cuauhtémoc Ruiz Pineda.

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](http://www.gob.mx/INAPESCA)

Ciencia Pesquera

Vol. 30, núms. 1 y 2, noviembre de 2022

Presentación..... 7

Artículos científicos

Evaluation and estimation of reference points for the crab stocks
(*Callinectes* spp.) from the Gulf of California, Mexico 9

Evaluación y estimación de puntos de referencia para las poblaciones
de cangrejos (*Callinectes* spp.) del Golfo de California, México

*Gabriel Iván Rivera-Parra, Alejandro Balmori-Ramírez,
Juan Manuel García-Caudillo y Rufino Morales-Azpeitia*

Discarded ichthyofauna from an artisanal shrimp fishery
in coastal lagoons of southeastern Pacific, Mexico..... 25

Descartes de la pesquería artesanal de camarón en un sistema
lagunar costero del sur del Pacífico mexicano

Jesús Manuel López-Vila, Adán Enrique Gómez-González† y Ernesto Velázquez-Velázquez

Estimación de la importancia relativa del huachinango (*Lutjanus peru*)
en la pesquería de escama en el Pacífico mexicano 37

Red snapper's (*Lutjanus peru*) relative importance in Mexican Pacific's finfish fishery

*David Petatán-Ramírez, Mariana Walther-Mendoza, Hugo Aguirre-Villaseñor,
Alejandro Balmori-Ramírez, Esteban Cabrera-Mancilla, Juan Gabriel Díaz-Urbe,
Elaine Espino-Barr, Flor Delia Estrada-Navarrete, Rosa María Gutiérrez-Zavala,
Aldrin Labastida-Che, Carlos Meléndez-Galicia, Ada Lisbeth Núñez-Orozco,
Mauricio Salas-Maldonado, Noemí Itzel Zamora-García,
Martha Edith Zárate-Becerra y Marcela Zúñiga-Flores*

¿Es posible utilizar puntos de referencia de manejo pesquero con base en los cambios
en la estructura y función del ecosistema? El efecto del cambio climático 55

Is it possible to use fisheries management reference points based on changes
in ecosystem structure and function? The effect of climate change

*Juan Carlos Hernández-Padilla, Francisco Arreguín-Sánchez, Manuel J. Zetina-Rejón,
Juan Carlos Seijo, Andrés Cisneros-Montemayor, Norberto Capetillo-Piñar
y Silvia Salas*

Exploración socioecológica de la pesca artesanal del sur del Golfo
de México por medio del marco de análisis de gobernanza interactiva 79

Socio-ecological exploratory study of the artisanal fisheries from the South
of Gulf of Mexico through the interactive governance framework

*Eva Coronado, Ratana Cheunpagdee, Silvia Salas, Édgar Torres-Irineo,
Leopoldo Palomo-Cortés y Alejandro Espinoza-Tenorio*

Artículos de fondo

Pesca artesanal en México: contexto y realidades 97
Artisanal fishing in Mexico: context and realities

María Georgina Gluyas-Millán y Casimiro Quiñonez-Velázquez

Un marco teórico-metodológico para el análisis biocultural de pesquerías artesanales 119
A theoretical-methodological framework for the biocultural analysis of artisanal fisheries

*Carlos A. Gellida-Esquínca, Gustavo Rivera-Velázquez, Felipe de J. Reyes-Escutia
y Francisco J. López-Rasgado*

Notas científicas

Active rolling movement record of the sea cucumber *Astichopus multifidus* 135
Registro de movimiento activo del pepino de mar *Astichopus multifidus*

*Julio Enrique De la Rosa-Castillo, Miguel Ángel Gamboa-Álvarez,
Marco Antonio Ponce-Márquez y Jorge Alberto López-Rocha*

Relación longitud-peso, rendimiento de carne cocida y proporción de sexos
del caracol nolón *Strombus pugilis* en la costa de Yucatán, México..... 145

Length-weight relationship, cooked meat yield and sex ratio of the nolón
conch *Strombus pugilis* in the Yucatan Coast, Mexico

*Armando T. Wakida-Kusunoki, Cuauhtémoc Ruiz-Pineda
y Vanessa Esmeralda de Fátima López-Castillo*

Avisos de arribo

El sector productivo no escapa a la digitalización: la incorporación de las tecnologías
de la información y comunicación (TIC) en la pesca en pequeña escala..... 153

The productive sector does not escape digitization: The incorporation of information
and communication technologies (ICTs) in Small-scale fisheries

*Gabriela Alejandra Cuevas-Gómez, Stuart Roger Fulton, Kenya Atenas Lizárraga-Morales,
Rebeca Fernández-Chávez, Álvaro Mejía y Andrea García*

La pesca artesanal en América Latina y el Caribe: Temáticas a la luz de
una revisión documental 167

Artisanal fishing in Latin America and Caribbean: Themes from a documental review

Claudia Elizabeth Delgado-Ramírez, Andrés Cisneros-Montemayor y Yoshitaka Ota

Propuesta de Política de Desarrollo del Sector Pesquero para Baja California Sur 183
Proposal of a Policy for the Development of the Fishing Sector in Baja California Sur

Martín Salgado-Mejía

Estudios socioeconómicos

La pesca tradicional en el lago de Pátzcuaro, Michoacán..... 201
Traditional fishing on the Lake Patzcuaro, Michoacan

Mauricio Vargas-Herrejón, Martina Medina-Nava y Yaayé Arellanes-Cancino

Panorama reciente de la pesca artesanal con perspectiva de género en tres lagos de Michoacán	217
Current gender perspective of artisanal fishing in three Michoacan lakes <i>Yaayé Arellanes-Cancino, Dante Ariel Ayala-Ortiz y Martina Medina-Nava</i>	
Caracterización sociodemográfica y económica de los pescadores de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas, México.....	237
Economic and socio-demographic characterization of the fishers in the middle basin of the Grijalva River, Chiapas, Mexico <i>Ma. Teresa Gaspar-Dillanes, Eduardo Ramos-Santiago y Yéssica Xiomara Guzmán-Camacho</i>	
Diagnóstico socioeconómico de las comunidades hondureñas que tradicionalmente faenan en el arrecife Corona Caimán.....	251
Socioeconomic assessment of the Honduran communities that traditionally fish in the Cayman Crown reef <i>Antonella Rivera, Mayra Núñez-Vallecillo, Julio San Martin y Paolo Guardiola</i>	
Reseñas bibliográficas	
Las voces de la costa en la pandemia por el COVID-19: Retos y Soluciones de la pesca en pequeña escala	263
<i>Por: Silvia Salas</i>	
The Shadow of Hierarchy in Marine Fisheries Governance.....	265
<i>Por: Miguel Ángel Cisneros-Mata</i>	
In memoriam. Biól. Pedro Antonio Ulloa Ramírez (1960-2022).....	267
<i>Por: José Alberto Rodríguez-Preciado, José Luis Patiño-Valencia, Guadalupe Hernández-Luna, Sherman Hernández-Ventura y María de Lourdes Guevara-Rascado</i>	

Presentación

El presente año presentamos este volumen conmemorativo del 60 aniversario de nuestro Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura y del Año Internacional de La Pesca y la Acuicultura Artesanales 2022, lo que nos da gran alegría.

Para celebrar este 60 Aniversario se realizaron varios eventos, principalmente en los centros regionales de investigación acuícola y pesquera y en las oficinas centrales. Con ello, la institución refrendó su compromiso de seguir generando la mejor información científica en materia de pesca y acuicultura, en coordinación con las diferentes instituciones de investigación pesquera nacionales y la colaboración cercana con los productores del sector que representan la razón de ser del Instituto. Por fortuna, nuestro aniversario del INAPESCA coincidió con la decisión de la Asamblea General de las Naciones Unidas en su 72º periodo de sesiones, de proclamar 2022 como el Año Internacional de la Pesca y la Acuicultura Artesanales, en el cual la FAO actuaría como organismo principal, en colaboración con otras organizaciones y órganos competentes del sistema de las Naciones Unidas.¹ El objetivo es crear conciencia acerca de la pesca y la acuicultura en pequeña escala, fortalecer la interacción entre la ciencia y las políticas, empoderar a las partes interesadas para que actúen y establecer nuevas asociaciones y consolidar las existentes.

Estos dos acontecimientos representan una gran oportunidad para destacar la importancia que tienen la pesca y la acuicultura artesanales para los sistemas alimentarios, medios de vida, cultura y medio ambiente, por lo que, apoyados por COBI,

se lanzó una convocatoria a la comunidad científica nacional e internacional para que enviaran a *Ciencia Pesquera* sus contribuciones. Como resultado de esa convocatoria se recibieron cinco artículos científicos, dos artículos de fondo, dos notas científicas, tres avisos de arribo, cuatro artículos de estudios socioeconómicos, dos reseñas bibliográficas y el memorial para nuestro compañero, el biólogo Pedro Antonio Ulloa Ramírez.

Las contribuciones que encontrarán en este volumen serán de interés para investigadores, pescadores, acuicultores y administradores.

El primer artículo científico, en el que se describe la pesca de jaiba en la región noroeste, se indica que la población está en niveles máximos de explotación y que se está experimentando sobrepesca. El segundo evalúa la composición y la estructura de la comunidad de la ictiofauna descartada en la pesca artesanal de camarón en el sistema lagunar estuarino Chantuto-Panzacola. En el tercero se analiza la importancia del huachinango del Pacífico mexicano con base en los reportes oficiales de captura. El último artículo científico evidencia las consecuencias del cambio climático sobre la estructura y el funcionamiento del ecosistema, por lo que se propone un manejo adaptativo en función de estos cambios.

El primer artículo de fondo examinó el uso y la sostenibilidad de los recursos de la pesca artesanal en México, con la finalidad de conocer su estatus y su contribución a la seguridad alimentaria, concluyendo que es necesario mejorar la selectividad de los artes de pesca. El segundo propone el primer marco de investigación pesquera desde una perspectiva biocultural independiente de la condición étnica de los pescadores y del periodo de transmisión cultural de la actividad.

1. Resolución A/RES/72/72 de la Asamblea General de las Naciones Unidas.

Dos notas científicas: la primera se refiere al movimiento rodante de un ejemplar adulto de pepino de mar, que fue grabado en video. La segunda refiere el análisis de la relación longitud-peso, rendimiento de carne o pulpa y la proporción de sexos del caracol nolón o canelo.

Tres avisos de arribo: el primero describe los usos y hábitos en materia de consumo de medios y dispositivos y su acceso a internet. El segundo destaca los principales temas abordados en torno a la pesca artesanal en la región de América Latina y el Caribe. El tercero presenta una planeación como herramienta que consiste en una propuesta de Política de Desarrollo Pesquero para Baja California Sur.

Cuatro estudios socioeconómicos: el primero trata de la pesca tradicional en el Lago de Pátzcuaro y se identifican los artes de pesca utilizados, los recursos pesqueros que se explotan y cómo es su aprovechamiento. El segundo describe la situación de la pesca lacustre en tres lagos de Michoacán (Cuitzeo, Pátzcuaro y Chapala), con especial interés en la participación de las mujeres. El ter-

cer contribuye al conocimiento de la actividad pesquera en la cuenca media del río Grijalva. El cuarto se refiere a las comunidades hondureñas que pretenden entender la dependencia de los pescadores hondureños de Corona Caimán.

Como reseñas bibliográficas se presentan dos libros: *Las voces de la costa en la pandemia por el COVID-19: Retos*, que expone las voces de los pescadores y de diversos actores asociados al sector pesquero ante condiciones de contingencia; y *The shadow of hierarchy in marine fisheries governance*, literatura que ilustra cómo el estado costero expande y reduce la sombra de su jerarquía en la gobernanza pesquera, de acuerdo con sus prioridades y capacidades.

Agradecemos el apoyo invaluable que nos ha dado Comunidad y Biodiversidad, A.C. (COBI), sin él este volumen no sería realidad; asimismo, manifestamos nuestro infinito agradecimiento a los revisores por su generosidad para revisar los manuscritos, a los autores por su confianza y su apoyo para esta publicación y a nuestros lectores por seguir acompañándonos.

Comité Editorial

Artículo científico

Evaluation and estimation of reference points for the crab stocks (*Callinectes* spp.) from the Gulf of California, Mexico

Evaluación y estimación de puntos de referencia para las poblaciones de cangrejos (*Callinectes* spp.) del Golfo de California, México

Gabriel Iván Rivera-Parra*✉, Alejandro Balmori-Ramírez**, Juan Manuel García-Caudillo*** y Rufino Morales-Azpeitia****

Abstract

In the Mexican Pacific, particularly the northwest region, the crab fishery has gained importance among the nearshore fisheries. Fishery management generally involves decision-making based on the evaluation of the population size and dynamics, in order to maintain desired levels of exploitable biomass over time. The Catch-Maximum Sustainable Yield (C-MSY) method allows estimation of reference points that can be used for management of a fishery, such as maximum sustainable yield (MSY), the biomass associated with MSY (B_{MSY}) and the fishing mortality associated with maximum sustainable yield (F_{MSY}), using limited data. A 1980-2018 official landings series was used, to determine the level of exploitation of the warrior (*Callinectes bellicosus*) and cuata (*Callinectes arcuatus*) swim crab resources for the Mexican Pacific northwest region (Gulf of California). For the warrior swim crab the MSY and B_{MSY} found by the C-MSY method were 19 272 t and 32 356 t, respectively, and for the cuata swim crab MSY = 4 479 t and B_{MSY} = 7 520 t. The F_{MSY} value was 0.596 for both stocks. Results indicate that both stocks are at maximum exploitation levels and is experiencing overfishing. To maintain the Gulf of California swim crab species biomass at sustainable levels it's recommended that the catches do not exceed 17 345 t (0.9 MSY) for warrior crab fishery and 4 031 t (0.9 MSY) for cuata crab fishery or for both species fishing mortality limits at 0.9 F_{MSY} . **Keywords:** *Callinectes bellicosus*, *Callinectes arcuatus*, Gulf of California, MSY, B_{MSY} , F_{MSY} , C-MSY method.

Resumen

En el Pacífico mexicano, particularmente en la región noroeste, la pesca de jaiba ha ganado importancia entre las pesquerías ribereñas. La ordenación pesquera, por lo general implica la toma de decisiones basada en la evaluación del tamaño y la dinámica de la población, con el fin de mantener los grados deseados de biomasa explotable a lo largo del tiempo. El método de Rendimiento Máximo Sostenible de captura (C-MSY) permite estimar los puntos de referencia que pueden utilizarse para la ordenación de una pesquería, como rendimiento máximo sostenible (MSY), la biomasa asociada al MSY (B_{MSY}) y la mortalidad por pesca asociado con el MSY (F_{MSY}), utilizando datos limitados. Se utilizaron datos oficiales de desembarques de 1980-2018 para determinar el grado de explotación de los recursos de jaiba café (*Callinectes bellicosus*) y azul (*Callinectes arcuatus*) para la región noroeste del Pacífico mexicano (Golfo de California). Para la jaiba café, el MSY y B_{MSY} encontrados por el método C-MSY fueron 19 272 t y 32 356 t, respectivamente, y para la jaiba azul, los valores de MSY = 4 479 t y B_{MSY} = 7 520 t. El valor de F_{MSY} fue de 0.596 para ambos stocks. Los resultados indican que ambas poblaciones están sometidas a grados máximos de explotación y

* Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, CRIAP-Mazatlán. Calzada Sábalo-Cerritos s/n contiguo Estero El Yugo, 82112. Mazatlán, Sinaloa. ✉ Autor responsable de la correspondencia: gabriel.rivera@INAPESCA.gob.mx.

** Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, CRIAP-Guaymas. Calle Sur 20 Núm. 605, Col. La Cantera, 85400 Guaymas, Sonora, México.

*** Pesca Responsable y Comercio Justo S de RL de CV. Lago Erie 327-B Valle Dorado. 22890. Ensenada, Baja California, México.

**** Laboratorio de Ecología Pesquera, Unidad Guaymas, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Km 2.35 Camino al Tular Estero de Bacochibampo. Apdo. Postal 349, 85454 Sonora, México.

experimentan sobrepesca. Para mantener la biomasa de ambas especies de jaiba del Golfo de California en grados sostenibles, se recomienda que las capturas anuales no superen las 17 345 t (0.9 MSY), para la pesquería de jaiba café, y las 4 031 t (0.9 MSY) para la de jaiba azul, o bien, para ambas especies, una mortalidad por pesca de $0.9 F_{MSY}$.

Palabras clave: *Callinectes bellicosus*, *Callinectes arcuatus*, Golfo de California, método C-MSY, MSY, B_{MSY} , F_{MSY} .

Introduction

The marine, coastal lagoon, and estuarine crab populations (*Callinectes* spp.) support fisheries of great economic and social importance in the Gulf of California, if we consider the size of the catches and their wide geographic distribution (Fischer and Wolff 2006). In the Mexican Pacific, this genus is represented by several species, though warrior and cuata swim crab account for almost all the commercial catches.

Within the Gulf of California, the warrior swim crab is the most important, representing 81% of landings. In Sonora, the warrior swim crab represents more than 95% of the commercial landings and the cuata swim crab 5%. In Sinaloa, the warrior swim crab contributes with 66% of the commercial landings, the cuata swim crab 30% and the rest is giant swim crab (*Callinectes toxotes* Ordway 1863).

Fisheries management generally involves making decisions regarding fishing effort based on a population size assessment and population dynamics, in order to maintain desired levels of exploitable biomass over time (Hilborn & Walters 1992, Anderson & Seijo 2010). Among the disadvantages of this approach, especially in small-scale fisheries, is that the information necessary to make these estimates is often difficult to obtain or there are no adequate population assessments (Martell & Froese 2012) and implemented management strategies frequently ignore the responses from fishers to changes in abundance and self-management over time (Hilborn & Walters 1992).

The official document that defines the status of fisheries in Mexico is the National Fisheries Chart (Carta Nacional Pesquera, DOF 2018) which, with a technical and scientific basis, is the legal instrument that serves as a reference for the Federal Government to establish the condition of the fisheries in the country and formulate actions for the administration of the fisheries. Other official document is the NOM-039-PESC-2003 (DOF 2006), that regulates the use of crab, this includes,

among others, minimum capture size (adults), fixed temporal closures, and the release of egg bearing females.

However, no relevant management reference points to guide the exploitation of the resources are established, and there is no evaluation of the risks and best management options, as raised by Hilborn & Walters (1992) and Caddy & Mahon (1995).

A biological reference point (BRP), in its most generic form, is a standard or benchmark against which to measure of the state of the stock from a biological perspective. A BRP often reflects the combination of several components of stock dynamics (growth, recruitment, and mortality, generally including fishing mortality) into a single number. This number is generally expressed as an associated fishing mortality rate or a biomass level (Gabriel & Mace 1999).

In general, BRPs are often derived from models that are difficult for non-modelers to understand, with the models often requiring a large amount of input data.

In Mexico, the majority of fisheries and the resources on which they depend are data poor due to a lack of funds for research and a lack of support for monitoring and analyses. Many of these fisheries are important for socio-economic and for food reasons and/or because they affect vulnerable ecosystems or vulnerable populations. However, it is important to assess and manage the fisheries, even when little data are available. Fortunately, there are methods for assessing the stock status and identifying management reference points for fisheries that have scarce information. Methods exist that can be used to prioritize fisheries for research and management, as well as to estimate overfishing thresholds, biomass levels, stock status, catch or effort (Honey *et al.* 2010). In this sense, the reference points can be direct estimates, or proxies for direct estimates, depending on the sufficiency of the available data. There are also approaches used that set default, precautionary, management reference

points in the absence of specific stock or species information (MFNZ 2008, DAWR 2018).

The only population genetics study carried out in the Mexican Pacific indicated that in the northwestern part there is genetic flow between warrior swim crabs from different localities (Pfeiler *et al.* 2005).

Huato-Soberanis *et al.* (2006) for Sinaloa and Sonora, suggests that the fishery reached, and possibly surpassed, its optimum development since the 1990's, the annual biomass values show a decreasing trend. This work estimates for Sinaloa a maximum biomass of all the species of swim crab (warrior, cuata, and giant) of between 10 800 and 21 200, and concludes that the combined catches of these species should not exceed the range of 3 180 to 4 995 annually. In the case of Sonora, the estimated maximum biomass of the warrior swim crab stock was between 8 800 and 21 600 and that the annual yield should be between 3 240 and 3 960.

Molina-Ocampo *et al.* (2006) conducted an evaluation of the fisheries in Sinaloa and Sonora and found that, in 2002, the warrior swim crab stock was fully exploited. Estimates of swim crab abundance have been made in some of the areas fished. For Sinaloa, Ramírez-Félix *et al.* (2003) estimated the abundance in number of crabs and total biomass of warrior and cuata swim crabs by the transect and count method, and using traps and pots as a sampling unit, in the localities of Ceuta (2001), Santa María (1999), Topolobampo (1999), Navachiste (2000), Ensenada del Pabellón-Altata (2000) and Santa María-La Reforma (2000). The total biomass for these localities was 5 260 tons for cuata swim crab and 12 347 for warrior swim crab. Cisneros-Mata *et al.* (2014a) estimated abundance for the warrior swim crab using a tag, release, and recapture method.

Rodríguez-Domínguez *et al.* (2014) applied the method of Martell & Froese (2012) for the *Callinectes* spp. swim crabs fishery for the state of Sinaloa and Sonora, with official landings records until 2012, and concluded that the fishery was at the maximum sustainable level. Ortega-Lizárraga *et al.* (2020), with a landings history from 1993 to 2012, applied the same method, and determined a maximum sustainable yield (MSY) for the state of Sinaloa, Mexico of 7 895 t and estimated the then current (2012) biomass to be below B_{MSY} (*i.e.*

the biomass was less than that which would yield MSY), concluding that catches in that area should be reduced.

The annual fishery production that the fisheries authority calculates based upon the landings declared by the producers in the landing reports system. In this sense, Cisneros-Montemayor & Cisneros-Mata (2018) mention that 40% of fishing catches in Mexico do not appear in official statistics. Merrill & Trevor (2017) considered that these under or over records of the catches have an impact on the population parameters.

The Catch-MSY (C-MSY) method described by Froese *et al.* (2017) has gained importance since it allows estimating the main exploitation parameters (reference points) of fisheries with limited data. For the single-stock status work, a fully factorial simulation testing framework was developed by Rosenberg *et al.* (2014), to assess four potential data-limited models. The results suggest that Catch-MSY, a catch-based method, was the best performer, although the different models performed similarly in many cases. ICES (2014) applied the C-MSY method to 17 stocks, including fully evaluated populations with limited data and simulated populations. Results indicated that the C-MSY method produces reasonable predictions for the relative biomass and the relative exploitation rate compared to the fully evaluated populations, the simulated populations, and the populations with limited data for which CPUE data were available.

Considering the above and given that the crab populations are very dynamic and can change size rapidly, as well as the improvement of population assessment methodologies over time, this study aims to determine the health status of crab populations and estimate possible reference points for these fisheries.

Material and methods

The study area includes the coast of the Gulf of California (Figure 1).

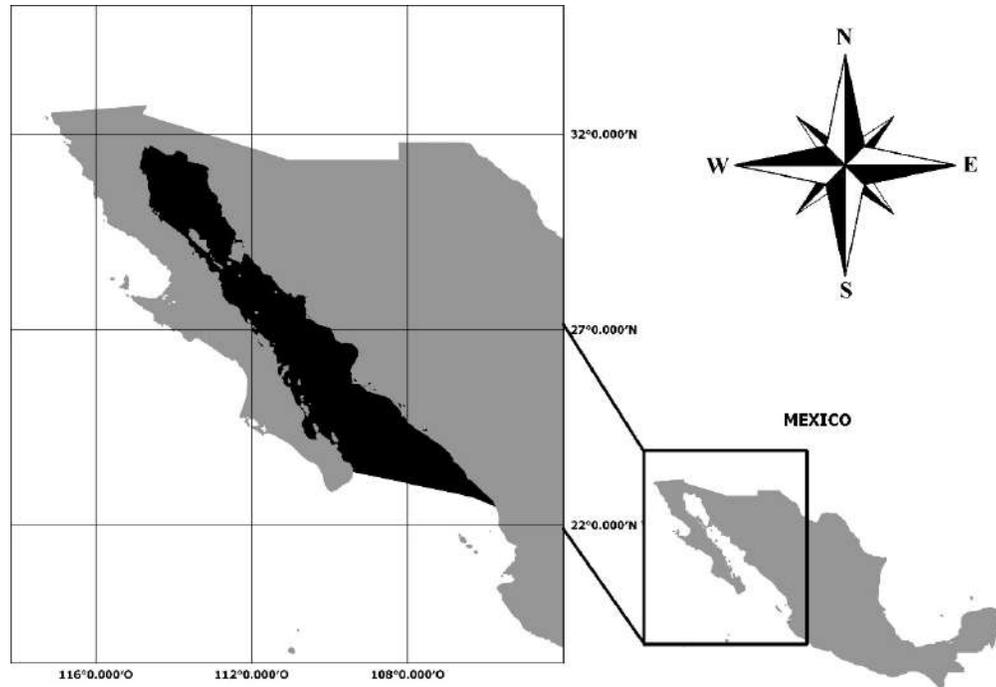


Figure 1. Study area for *Callinectes bellicosus* and *Callinectes arcuatus* in the Gulf of California.

The information on the live weight catches was taken from official crab catch records from the Statistical Fishing Yearbooks for the 1980 to 2018¹ period. In this base, all the species of the *Callinectes* family that bear the common name crab were grouped and later they were disaggregated by species, according to the participation percentages described in the National Fisheries Chart (DOF 2018) and according to the NOM-039-PESC-2003 (DOF 2006) only the capture of organisms with a minimum size of 115 mm for *Callinectes bellicosus* (Stimpson 1859) and 95 mm for *Callinectes arcuatus* Ordway 1863 of shell width is allowed, so it is assumed that these values of captures correspond to organisms above that minimum size (adults).

Stock assessment, Limit Reference Point (LRP), Target Reference Point (TRP), fishing mortality (F)-based reference points

For the purposes of this study the warrior swimcrab fishery in the Gulf of California (WC_GC) was considered to fish on a single stock, according to Pfeiler *et al.* (2005). Similarly, the cuota swim crab from the Gulf of California (CC_GC) was evaluated as a single stock.

The C-MSY method described by Froese *et al.* (2017) was applied. This, through the Monte Carlo method, estimates the reference points of the fishery (MSY , F_{MSY} , B_{MSY}), as well as the relative size of the population (B/k) and the exploitation rate, expressed as the ratio between the annual fishing mortality and the fishing mortality associated with the MSY (F_t/F_{MSY}). This method requires the estimation of the stock biomass at the beginning and end of the time series, expressed as intervals of proportion of virgin biomass (k or carrying capacity). To define these intervals of the state of the stock (B/k), the authors of the method propose initial range values (lower and upper bounds) for relative biomass in year 1 of the time series (λ_{i1} , λ_{i2}) and lower and upper bounds (λ_{f1} , λ_{f2}) for depletion level at the end of the time series, based on the proportion of catches at the beginning and end of the time series, relative to the maximum recorded catch. This method also requires the general background of resilience and productivity (r) to be known. The same authors suggest values of r based on the level of resilience of the species in case there is no previous stock-based value of resilience.

Another important feature of the C-MSY is that it differs from an earlier version of the Catch-

1. <https://www.gob.mx/CONAPESCA/documentos/anuario-estadistico-de-acuacultura-y-pesca>

MSY method (Martell & Froese 2012) by searching for the most probable r not in the center but rather in the tip region of the triangular-shaped of density distributions the most viable r - k pairs. This is based on the underlying principle that defines r as the maximum rate of increase for the examined population, which should be founded among the highest viable r -values, *i.e.*, r is defined as maximum net productivity (Schaefer 1954, Ricker 1975).

Part of the C-MSY package is a spatial implementation of the Bayesian state of Schaefer's surplus production model (BSM). The main advantage of BSM compared to other surplus production model implementations is the focus on informative background and data acceptance brief and incomplete (fragmented) abundances (Froese *et al.* 2017).

The initial states biomass was calculated as $B_t = \lambda_{i1} k \exp(\nu t)$ and the biomass at time $t+1$ as:

$$B_{t+1} = \left[B_t + r B_t \left(1 - \frac{B_t}{k} \right) - C_t \right] \exp(\nu t) \quad \text{Eq. 1}$$

Where:

B_t = Biomass at time t

B_{t+1} = Biomass one time-step after t

C_t = Capture at time t , and

$\sigma(\nu t)$ = process error standard deviation. Specify a value greater than 0 if you wish to include a stochastic component in the populations dynamics.

To account for reduced recruitment at severely depleted stock sizes (depensation), such as predicted by all common stock–recruitment functions (Beverton & Holt 1957, Ricker 1975, Barrowman & Myers 2000), this method incorporates a linear decline of surplus production a function of recruitment, somatic growth, and natural mortality (Schnute & Richards 2002), when biomass falls below $\frac{1}{4} k$ (Equation 2).

$$B_{t+1} = \left[B_t + 4 \frac{B_t}{k} r \left(1 - \frac{B_t}{k} \right) - C_t \right] \exp(\nu t) \quad \text{Eq. 2}$$

It was assumed that, at the beginning of the time-series, a range of initial proportional biomass of the swim crab stocks for the both fisheries between 50% and 90% ($B/k = \lambda_{i1}, \lambda_{i2}$) because time-series catches began when both stocks are considered virgins, and in the last year, between 30%

and 70% ($B/k = \lambda_{i1}, \lambda_{i2}$) of their respective carrying capacities (k). The biological plausible range for r for species with high resilience ($0.6 < r < 1.5$; Froese *et al.* 2017) was considered appropriate for all the crab stocks.

Annual stocks biomass was estimated from the annual fishery production based upon the landings declared by the producers in the landing reports system. To note a key uncertainty, there are many catches that are not correctly recorded, mainly when it comes to small-scale fisheries. The lack and low precision of information is usually considerably greater for the small-scale fleet than for the industrial fleets (Arreguín-Sánchez & Arcos-Huitrón 2011), as some crab is not sold and therefore goes unrecorded in the official capture statistics. Pesca Responsable y Comercio Justo S. de R.L. de C.V. (personal communication) mentions that 20% of catches are not reported due to the low quality and size of the crabs. To address this, the input value of CV used in the method were 0.2 (20%) and $\sigma(\nu t)$ value set to 0.1 to represent a level of stochasticity in the population dynamics. In all cases, 30 000 MCMC iterations were performed.

The parameters estimated by C-MSY and BSM relate to standard fisheries reference points, such that

$$MSY = rk/4, \quad \text{Eq. 3}$$

$$B_{MSY} = 0.5 k, \quad \text{Eq. 4}$$

$$F_{MSY} = 0.5 r, \quad \text{Eq. 5}$$

If the reduction in recruitment at very slow stock sizes ($B/k < 0.25$), instead

$$F_{MSY} = 0.5 r + 4 B/k. \quad \text{Eq. 6}$$

The version of the R script of the C-MSY method used here was CMSY_2019_5.R².

Kobe plot was constructed (Aires da Silva & Maunder 2011, Schirripa 2016), which allows a plot of assessment from the perspective of the exploitation rate (F_t/F_{MSY}) and the relative biomass (B_t/B_{MSY}) and summarizes stock status by plotting points by colored quadrant: green quadrant (not overfished, no overfishing), yellow and orange

2. <https://oceanrep.geomar.de/33076/>

quadrant (overfished or overfishing), and the red quadrant (overfished and overfishing). It can also be used to guide the choice of reference points for use as part of a standard management strategy (Laurence *et al.* 2014).

Candidate reference points

There is no universally recognized best method for setting fisheries targets and limits, however, the establishment of reference points is intended to guide a possible standard management strategy that results in long-term sustainability of the target fishery, benefitting both the fishers and the target fish population. The population biomass should be managed to fluctuate around a target reference point (TRP) compatible with MSY (MFNZ 2008), but not generally be allowed fall below the limit reference point (LRP).

As is traditional, we suggest that the biomass TRP is established as equal to the B_{MSY} . A threshold of around $0.5 B_{MSY}$ has been widely adopted as a biomass LRP to prevent recruitment overfishing (Haddon *et al.* 2012, Carruthers *et al.* 2014, Froese *et al.* 2015, 2017). Additionally, we recommend a fishing mortality limit reference point at the value of F_{MSY} produced by the model, such that any value above this is considered overfishing. In summary, the advised candidate reference points are:

$$TRP_{BMSY} = B_{MSY} \quad \text{Eq. 7}$$

$$LRP_{BMSY} = 0.5 B_{MSY} \quad \text{Eq. 8}$$

$$LRP_{FMSY} = F_{MSY} \quad \text{Eq. 9}$$

With the information generated by the C-MSY method, candidate values for appropriate TRP and LRP were established. Kobe plots were constructed to show the evolution of the stocks relative to the candidate target and limit reference points and provide information on the stock status and exploitation rate. Likewise, it allowed evaluating the uncertainty of the current status by establishing the variation of these results.

To test the effect of the establishment of possible standard management strategies of limiting catch or fishing mortality and evaluate their effect on the trend of the stock biomass, the Schaeffer model (constant captures) was used. For catch limits, the values tested were MSY, the lower confidence interval of MSY, as well as several values

in between. For fishing mortality limits, the values tested were F_{MSY} as well as 0.9, 0.8 and 0.7 F_{MSY} , and the value of F was expressed as a proportion of the biomass.

Results

Fishery indicators

Capture behavior

With the data from the fishing statistical yearbooks (1980-2018), *figure 2* was elaborated. This shows the time-series of landings of swim crabs in waters of the Gulf of California. During this period, annual landings have averaged 9 200 t, with a general increase in volumes throughout the series, including periods of ups and downs, reaching a maximum value of 31 468 t in the last year of the period analyzed. Of these landings' volumes, the warrior swim crab represents 82% of the total volume. The WC_GC annual landings trend shows an increase over time but with great variability. The average annual value during the time series was 7 505 t, the lowest catch was 49 t (in 1984), reaching the highest catch value (25 602 t) in the last year of the period analyzed. The CC_GC landings show a trend like that of the WC_GC, with some oscillation. The average annual value was 1 595 t and the lowest catch was obtained in 1984 with 6.7 t, reaching the historical maximum in 2016 with 6 336 t.

The results of the C-MSY method for the estimation of r and k , of the stocks of WC_GC and CC_GC through the Monte Carlo method, with the information of the catches and the previous input assumptions, are presented in *Table 1* and *figure 3*. In *figure 3*, Panel *a*) shows the most viable r - k pair values. The model yielded for each of examined populations, through the underlying principle that defines r as the maximum rate of increase for the examined population, among the highest viable r values, a value of maximum net productivity of r equal to 1.190 with confidence intervals of 0.957 to 1.480. Panel *b*) shows the biomass relative to the carrying capacity (k) of the population in the time analyzed. The biomass relative to k in the last year of the time series was 0.567 k and 0.536 k for the stocks of WC_GC and

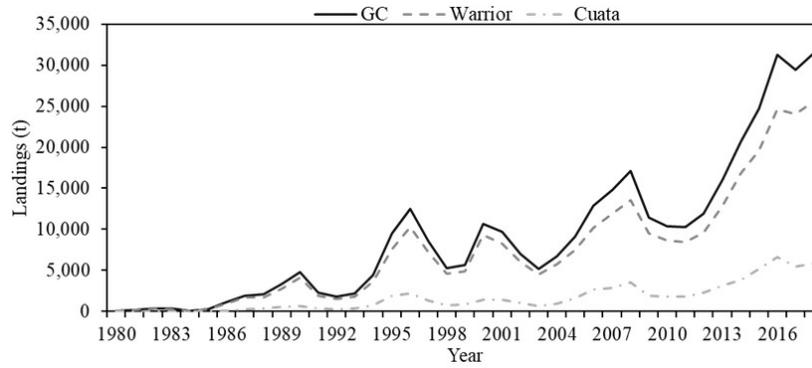


Figure 2. Total landings of swimcrabs in Gulf of California (GC), as well as species-specific (warrior and cuata swimcrabs) landings from the Gulf of California.

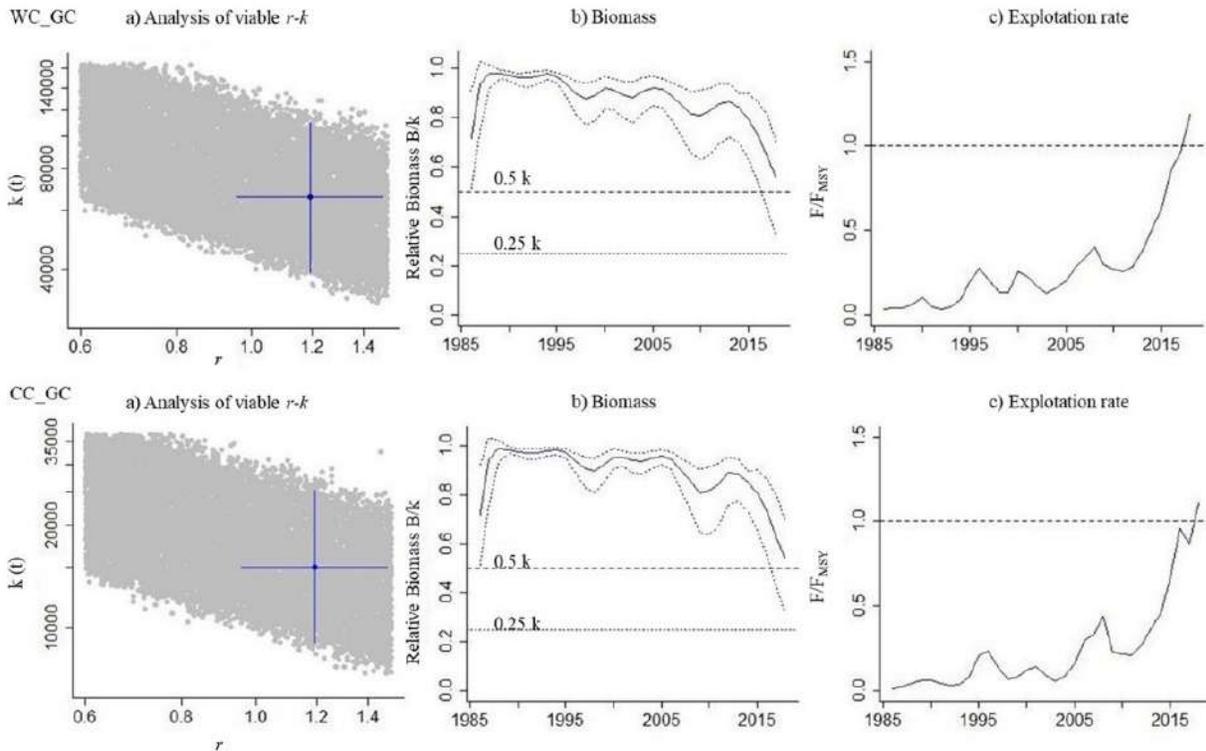


Figure 3. Results of the c-MSY method for the warrior (wc_gc), and cuata (cc_gc); swim crab stock in the Gulf of California: a) Analysis of the most probable combinations of r and k. The viable r-k pairs that fulfilled conditions are show in grey. The blue cross, with approximate 95% confidence limits, marks the most probable r-k pair; b) Stock status, biomass relative to the size of the population carrying capacity in the time analyzed with 2.5 and 97.5 percentiles; c) Exploitation rate of the stock.

Table 1
Assumed parameter and output results c-MSY method for the different stocks of swim crab

Stock	Prior range values				Carrying capacity / Median (CI = 95%)	
	Initial biomass relative $\lambda_{i1} - \lambda_{i2}$	Final biomass relative $\lambda_{f1} - \lambda_{f2}$	r	ki (t)	r	k (t)
wc_gc	0.5 - 0.9	0.3 - 0.7	0.6 - 1.5	16 505 - 165 050	1.190	64 713 (41 953 - 99 820)
cc_gc	0.5 - 0.9	0.3 - 0.7		3 683 - 36 828	(0.957 - 1.480)	15 039 (8 995 - 25 144)

CC_GC, respectively. Panel *c*) shows the exploitation rate of the stock. In the last year for the stock of WC_GC the exploitation rate was 1.17 and for CC_GC it was 1.11.

It is worth noting that the steep rises in the estimated exploitation rates seen in *figures 3c* are entirely consistent with the timing of the rapid rise in landings presented in *figure 2* for each assessed stock.

Figure 4 shows the equilibrium curves (Equation 2) of the Schaefer model of C-MSY, relative to B/k and indented at $B/k < 0.25$, to explain the reduced recruitent at low stock sizes (right side of the parabola). The equilibrium curves show the two stocks with a decreasing biomass, including phases of decline, increase, and equilibrium, as shown by the location of the points below, above, and near the equilibrium curve (blue dots). For both stocks it is observed that during almost the entire period, these were kept around the equilibrium curve with relative biomass values higher

than 0.5 B/k indicating catches that will maintain the corresponding biomass ($Catch/MSY < 0.7$). In recent years, the last four-point values can be observed above and away from the equilibrium curve, suggesting a biomass decrease.

Estimation of candidate target and limit reference points for management

The reference points (RPs) estimated by the C-MSY (MSY , B_{MSY} and F_{MSY}) for both swim crab stocks, and the candidate reference points associated with these proposed for management purposes are presented in *table 2*.

Gulf of California warrior swim crab (WC_GC)

The MSY estimated by the C-MSY method for the WC_GC was 19 272 t. For this stock, during most of the time the catches were below the lower confidence interval (CI) of MSY with an increasing

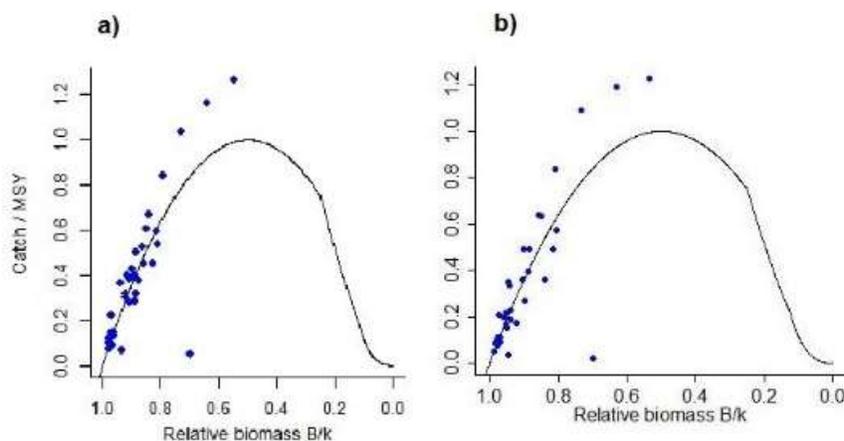


Figure 4. Equilibrium curve of the Schaefer model to explain reduced recruitment at low stock sizes; *a*) WC_GC stock, and *b*) CC_GC stock. The dots indicate values of catch relative to MSY and biomass relative to k .

Table 2

Reference points estimated by the C-MSY method and candidate reference points for management purposes for the different stocks of the swim crab fishery in the Gulf of California, Mexico

Stock	Reference Points Estimated by C-MSY method			Candidate Reference Points for Management		
	Median (CI = 95 %)		F_{MSY}	Target		Limit
	msy	B_{MSY}		B_{MSY}	$0.5 B_{MSY}$	
	t			t		
wc_gc	19 272 (12 647 - 29 367)	32 356 (20 977 - 49 910)	0.596 (0.479 - 0.741)	32 356	16 178	0.596
cc_gc	4 479 (2 510 - 7 992)	7 520 (4 498 - 12 572)		7 520	3 760	

trend towards MSY (Fig. 5a), until 2015 when the catches exceeded MSY and with an increasing trend to levels close to the upper limit of the MSY confidence interval. The biomass associated with the maximum sustainable yield, or TRP_{BMSY} , was 32 356 t. During most of the period analyzed, the biomass trajectory (Fig. 5b) remained constant and well above the TRP_{BMSY} , but a drastic decrease to a level close to the TRP_{BMSY} can be observed beginning in 2015. Figure 6c shows the fishing mortality (F) throughout the time series compared to the LRP_{FMSY} of 0.596. The annual fishing mortality throughout most the time series is below half of the LRP_{FMSY} value, but from 2012 fishing mortality increased markedly, reaching a maximum value in the last year (F_{2018}) of 0.697, located above the LRP_{FMSY} ; the exploitation rate for that year was 1.171.

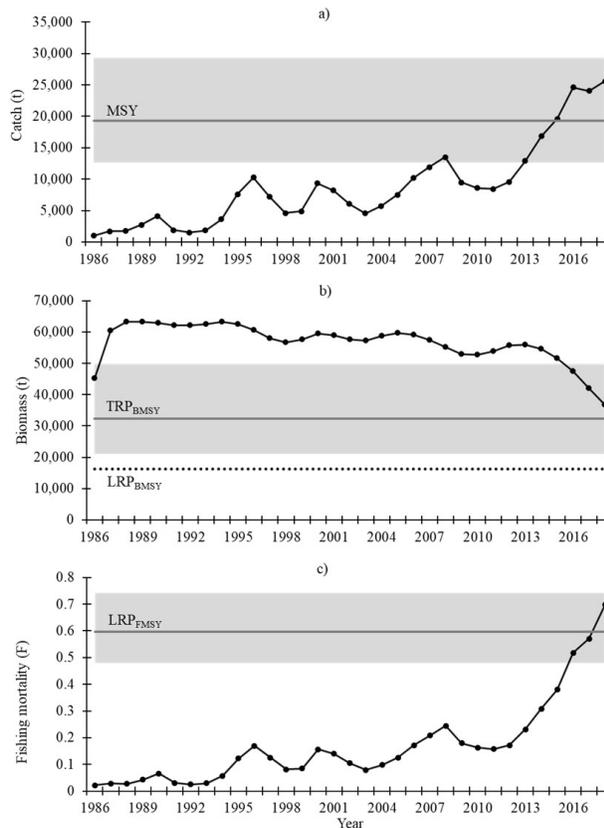


Figure 5. Results of the c-MSY method for management purposes based on Monte Carlo assessment for the stock of warrior swim crab (*Callinectes bellicosus*) in the Gulf of California (WC_GC). a) Landings, MSY with 95% confidence interval (gray area); b) Biomass trajectory, TRP_{BMSY} with 95% confidence interval (gray area), and LRP_{BMSY} (dotted line); c) Fishing mortality and LRP_{FMSY} with 95% confidence intervals (gray area).

Gulf of California cuata swim crab (CC_GC)

The MSY estimated by the model for the CC_GC was 4 479 t. The landings from this stock were below the lower CI of MSY until 2005, varying between 500 t and 2 000 t and showing a trajectory of increase in landings towards MSY until 2015, when the landings were above MSY (figure 6a). The biomass associated with the maximum sustainable yield, or TRP_{BMSY} , was 7 520 t. Until 2006, the biomass trajectory (figure 6b) varied but remained at or above the upper CI of TRP_{BMSY} until 2015, after which the biomass shows a steep decrease to near the TRP_{BMSY} . Figure 6c shows the fishing mortality (F) throughout the time series compared to the LRP_{FMSY} of 0.590. The annual fishing mortality throughout the time series is below half of LRP_{FMSY} , but as of 2012 these increased markedly, reaching their maximum value in the last year (F_{2018}) of 0.660, above the LRP_{FMSY} and with an exploitation rate for that year of 1.110.

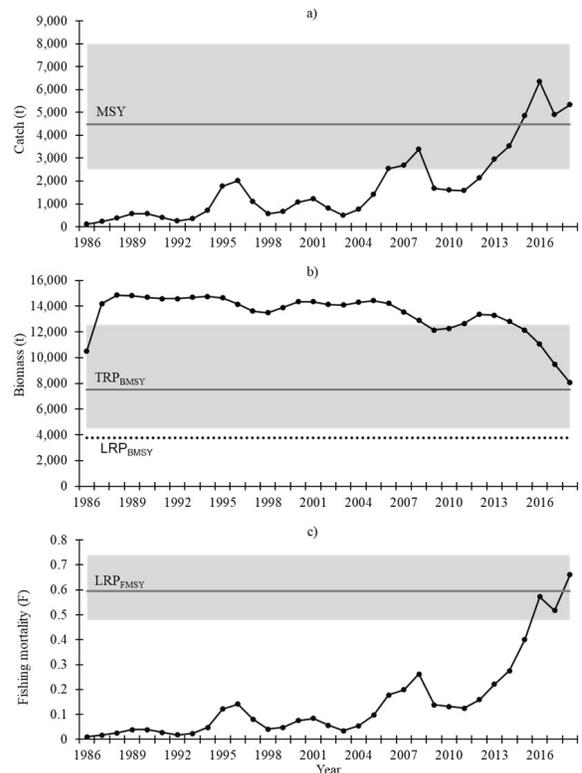


Figure 6. Results of the c-MSY method for management purposes based on Monte Carlo assessment for the cuata swim crab (*Callinectes arcuatus*) stock from the Gulf of California (CC_GC): a) landings, MSY with 95% confidence interval (gray area); b) Biomass trajectory, TRP_{BMSY} with 95% confidence interval (gray area), and LRP_{BMSY} (dotted line); c) Fishing mortality and LRP_{FMSY} with 95% confidence intervals (gray area).

The Kobe plots for the WC_GC and CC_GC swim crabs' fisheries in the Gulf of California (figure 7), show the evolution of fishery exploitation over time. The trajectory of the different values show that these fisheries remained at healthy capture levels (green quadrant) for most of the time series, but with increasing fishing mortality rates and decreasing relative biomass values from 2014. At the end of the assessed period, the end points lie in the upper right (orange quadrant) indicating healthy populations that are experiencing overfishing, but with some uncertainty. There is a 67.7% probability that the current status of the WC_GC fishery is in the orange quadrant (not overfished but experiencing overfishing), and a 40.2% probability that the current status of the CC_GC fishery is in the same state.

For both fisheries, stock status remained in good condition for many years but rapidly changed over the last four years to move into less favorable status.

Management strategies

Figure 8 shows the projected biomass stock trajectory to 2025 for the swim crab fisheries with the application of the Schaefer model (constant catch and constant fishing mortality) to evaluate the effect of the establishment of different reference values expressed as a percentage of the MSY and F_{MSY} . With a catch equal to the MSY (Table 3) of each population as a harvest strategy, for the WC_GC and CC_GC populations the biomass presents a value below the TRP_{BMSY} and stabilizing at that value (figure 8a and 8b). With values of 0.9 MSY, the WC_GC and CC_GC swimcrab fisheries soon reach biomass levels higher than TRP_{BMSY} (Table 3). With values of 0.8 MSY, both populations soon reach biomass levels close to the upper limit of the B_{MSY} confidence interval. With a harvest value equal to the lower confidence interval of MSY the biomass value increases rapidly and by 2025 it is located at or above the upper limit of the B_{MSY} confidence interval for both populations. Note that the projected catch values are long-term average values and do not reflect real-world annual variability and do not capture expected levels of uncertainty.

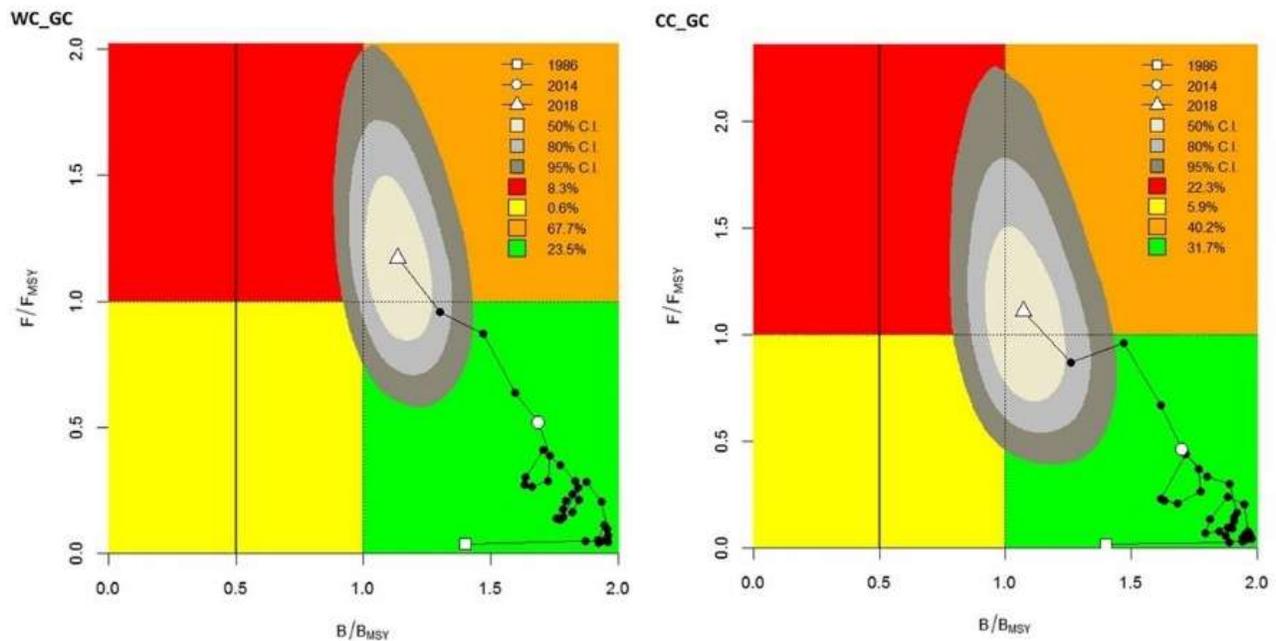


Fig. 7. Kobe plot for the warrior (WC_GC) and cuata (CC_GC) swim crab fisheries in the Gulf of California, Mexico. Gray areas indicate iso-probabilities.

Considering the limitation of fishing mortality as a second strategy, in *Figures 8c* and *8d* we observe that establishing the fishing mortality at F_{MSY} allows the populations to recover to a level equal to TRP_{BMSY} by 2025. With fishing mortality limited to $0.9 F_{MSY}$ as a harvest strategy, the biomass for 2025 reaches values above the TRP_{BMSY} for the two populations (*Table 3*).

Discussion

The C-MSY method determines the most viable pair of r - k that corresponds to the estimated biomass trajectory that is compatible with the observed catches and, from there, estimates the relative biomass ranges for the beginning and end of the respective time series and the respective reference points. In general, the confidence intervals indicate that the possible true value is

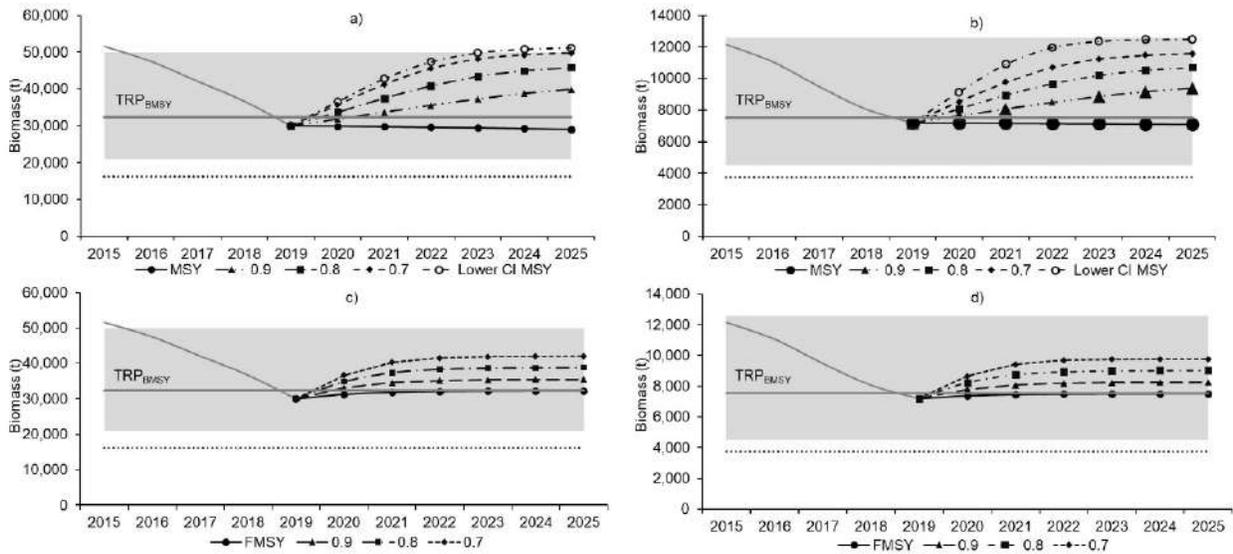


Fig. 8. Standard management scenarios projected to 2025 for the swim crabs' stocks: *a)* WC_GC and *b)* CC_GC, using harvest value as the management parameter, including the MSY and lower confidence interval of MSY as well as values in between; *c)* WC_GC and *d)* CC_GC, using fishing mortality as the management parameter, including LRFMSY and three lesser F values. The solid lines show TRP_{BMSY} . The dotted lines show LRP_{BMSY} . The gray area shows confidence intervals of $BMSY$. Refer to *figures 5b* and *6b* respectively to view the historic biomass trajectory for WC_GC and CC_GC (gray line).

Table 3

Constant catches and constant fishing mortalities of the Schaefer model for possible standard management strategies, considering the catch and fishing mortality as management parameters. Outputs are long-term averages

	2018		2025								
			Harvest strategy (catch)					Harvest strategy (fishing mortality)			
			MSY	0.9	0.8	0.7	Lower CI MSY	F_{MSY}	0.9	0.8	0.7
WC_GC	Catch (t)	25 602	19 272	17 345	15 418	13 490	12 647	19 245	19 057	18 487	17 531
	F	0.698	0.663	0.435	0.336	0.271	0.247	0.596	0.536	0.477	0.417
	B/ B_{MSY}	1.130	0.898	1.233	1.418	1.539	1.581	0.998	1.098	1.198	1.299
	F/ F_{MSY}	1.170	1.113	0.729	0.564	0.455	0.415	1.000	0.900	0.800	0.700
CC_GC	Catch (t)	5 328	4 479	4 031	3 583	3 135	2 510	4 473	4 429	4 297	4 074
	F	0.661	0.631	0.429	0.335	0.271	0.201	0.596	0.536	0.477	0.417
	B/ B_{MSY}	1.070	0.943	1.248	1.423	1.540	1.662	0.998	1.098	1.198	1.299
	F/ F_{MSY}	1.110	1.060	0.721	0.562	0.454	0.337	1.000	0.900	0.800	0.700

within that range. For the warrior and cuota swim crab fisheries of the Gulf of California the confidence intervals were wide for all the estimated parameters. With more robust fishery and fishery-independent data, different models could be applied, which could reduce the uncertainties inherent in this approach. For a data limited fishery, such as this one, the C-MSY method provides a valuable scientific perspective from which to develop scientific advice to managers. This advice can provide the basis on which to take interim fishery management decisions such as choices of harvest strategies and harvest control rules, to be refined when more robust data and associated advice become available.

The C-MSY model yielded a value of r , which indicates the maximum net productivity equal to 1.190 with confidence intervals of 0.957 to 1.480, that could be explained by a wide range of large stock sizes and low productivity (high resilience) or by a narrow range of small stock sizes and high productivity (Froese *et al.* 2017). The estimated value of r is within the high resilience range proposed by Froese *et al.* (2017).

The highest k values were for the WC_GC and the CC_GC stocks with a relative biomass in the last year of 0.567 k and 0.536 k , respectively. The relative biomass values close to 1 for the WC_GC and CC_GC stocks observed at the beginning of the period (figure 3b) may be due to the fact that the reported annual discharges were very low at beginning of the crab fishery (<10 000 t, figure 2) and also to the initial values of B/k of input used in the method, which considered that the biomass at the beginning of the period was between half and 90% of the carrying capacity (k). Froese & Kesner-Reyes (2002) classified the status of a fisheries and defined some criteria to assign development stages of fisheries, under these criteria defines those years before maximum catches and catches less than 10% and between 10% and 50% of maximum value are considered an undeveloped and developing fisheries respectively. Both fisheries up to 2007 presented these criteria.

Exploitation rates of the two stocks were above the F_{MSY} (0.596), with values in the last year of 1.17 for the WC_GC and 1.11 for the CC_GC, the annual fishing mortality shows values above the LRP_{FMSY} since annual catches have increased.

The equilibrium curve shows stocks with high resilience and with a decreasing biomass as catches increase, including the phases of decrease, increase and equilibrium, as shown by the position of the points below, above and near the equilibrium curve (figure 5).

The catch at maximum sustainable yield (MSY) estimated by the C-MSY method was 19 272 tons for the WC_GC and 4 479 t for the CC_GC. For all stocks evaluated, the catches of the last four years were higher than MSY.

The Gulf of California stocks of warrior and cuota swim crabs evaluated in this research showed, during the last five years of the analyzed period, an average catch higher than the overall time-series averages and exceeding the estimated MSY. This may have played a large role in the commensurate decreases in the population biomass of stocks, which have declined to levels approaching the candidate TRP_{BMSY} for the Gulf of California stocks.

The exploitation rates from 2010 showed a constant increase, and in the last year of the period, the fishing mortality was above F_{MSY} , defined here as the candidate limit reference point for fishing mortality or LRP_{FMSY} .

The estimated biomass, for the cases of the WC_GC and CC_GC, is found throughout the recorded period above the B_{MSY} (defined here as the candidate target reference point for biomass, TRP_{BMSY}), though decreasing in recent years. None of the stocks have yet decreased below the candidate limit reference point for biomass (LRP_{BMSY}) or $0.5B_{MSY}$.

In the method was set a $CV = 0.2$ (20%) means that the catches were taken with error and may be larger or lower than the one recorded. Cisneros-Montemayor & Cisneros-Mata (2018) mention that the annual unrecorded fishing in Mexico is of the order of 40%, this phenomenon can affect the biomass estimates; according to Merrill & Trevor (2016), if the unrecorded is constant over time, the estimated biomass true would lead to a higher than the estimate in this work but the similar biomass trajectory.

The Kobe plots place the WC_GC and CC_GC stocks during the last year in an overfishing zone (orange color). The uncertainty indicators indicate that in the case of the WC_GC there is 67.7% probability that the status is in the orange quadrant,

a 23.5% probability of it being in the green quadrant (an area of greater sustainability) and 8.3% probability of it being in the red quadrant (an overfished stock also experiencing overfishing). For the CC_GC the uncertainty indicators show that there is a 40.2% probability that the status is in the orange quadrant, with a 31% probability of it in the green quadrant, and a 22.3% probability of it in the red quadrant.

For the two fisheries, stock status remained in good condition for many years but rapidly changed over the last four years to move into less favorable status. This is important from a management perspective as it demonstrates the speed needed by managers to respond to changes in the fishery and stock to keep the stock status in good condition. The number of small vessels in the Gulf of California participating in the swim crab fishery increased by 42% in the 2011-2017 period (Cisneros-Mata *et al.* 2014b) and with exploitation rates in recent years above the $LRP_{F_{MSY}}$. The National Fisheries Chart (DOF 2018) recommends not increasing fishing effort (small vessels and traps).

Projecting stock status forward over the next five years allowed testing of catch limits and fishing mortality limits as alternative management strategies. For the warrior and cuata swimcrab stocks of the Gulf of California to be in a status of good health with no overexploitation by 2025, would require a catch level less than or equal to 0.9 MSY (table 3). This strategy would allow biomass to reach levels higher than $TRP_{B_{MSY}}$ and the fishing mortality to decrease to values below the F_{MSY} .

Considering the limitation of fishing mortality as a second strategy, all tested values of F (Table 3) equal to or less than F_{MSY} allowed biomass to increase to levels at or above B_{MSY} by 2025.

Based on the foregoing, we consider that the warrior and cuata crab stocks in the Gulf of California are not overfished, with biomass above the candidate $TRP_{B_{MSY}}$, but are experiencing overfishing with fishing mortality values above the candidate limit reference point associated with F (F_{MSY}).

Target and limit reference points estimated in this research are viable management tools since they could be transformed into an annual Total Allowable Catches (TACs) that, if properly enforced, would help managers to maintain the biomass and captures at sustainable levels. Implementing a TAC in a socially complex fishery like

this, could assist managers to better direct efforts and financial resources to key necessities in this and other fisheries.

To maintain the biomass of each stock of the Gulf of California swim crab at sustainable levels (*i.e.* around B_{MSY}), its recommended to establish and enforce annual Total Allowable Catches (TACs) of 17 345 t for WC_GC and 4 041 t for CC_GC fisheries, (around 0.9 MSY) or fishing mortality limits at or below 0.9 F_{MSY} .

Acknowledgments

We would like to express our gratitude to the Sustainable Fisheries Partnership Foundation (SFP). Special thanks to Dr. Megan Westmeyer and Dr. Geoff Tingley from SFP for their editorial and scientific review of the project. We would also like to thank the anonymous reviewers for their valuable comments.

References

- Aires-da-Silva A, MN Maunder. 2011. Status of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean in 2009 and outlook for the future. *Inter-American Tropical Tuna Commission, Stock Assessment Reprint 11*: 17-156.
- Anderson LG, JC Seijo. 2010. *Bioeconomics of fisheries management*. John Wiley & Sons, Ltd. EEUU. 319p.
- Arreguín-Sánchez F, E Arcos-Huitrón. 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica* 21(3): 431-462.
- Barrowman NJ, RA Myers. 2000. Still more spawner-recruitment curves: the hockey stick and its generalizations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57: 665-676. DOI: 10.1139/f99-282.
- Beverton, RJH, SJ Holt. 1957. *On the Dynamics of Exploited Fish Populations*. Fish & Fisheries Series. Springer Dordrecht. Great Britain. 538p. DOI: 10.1007/978-94-011-2106-4.
- Caddy JF, R Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. *FAO Fisheries Technical Paper* 347: 83p.
- Carruthers TR, AE Punt, CJ Walters, A MacCall, MK McAllister, EJ Dick, J Cope. 2014. Evaluating methods for setting catch limits in data-limited

- fisheries. *Fisheries Research* 153: 48-68. DOI: 10.1016/j.fishres.2013.12.014.
- Cisneros-Mata MA, AA Apolinar-Romo, CP López-Ruiz, D Rodríguez-Félix, AG Paredes-Acuña, FI Gastelum-Mendoza. 2014a. Primera estimación de abundancia de jaiba café (*Callinectes bellicosus*) por marcado-recaptura en el Canal del Infiernillo, Sonora, México. En: E Espino-Barr, MT Gaspar-Dillanes, L Huidobro-Campos, MÁ Carrasco-Águila (eds.). *Memorias VII Foro Científico de Pesca Ribereña*. Mazatlán, Sin. 26 al 28 de agosto de 2014. pp: 61-62.
- Cisneros-Mata MA, E Ramírez-Félix, JA García-Borbón, V Castañeda-Fernández de Lara, A Labastida-Che, C Gómez-Rojo, J Madrid-Vera. 2014b. *Pesca de jaiba en el litoral del Pacífico mexicano*. Instituto Nacional de Pesca. México. 89p.
- Cisneros-Montemayor AM, MA Cisneros-Mata. 2018. A medio siglo de manejo pesquero en el noroeste de México, el futuro de la pesca como sistema socio-ecológico. *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad* 39(153): 99-127. DOI: 10.24901/rehs.v39i153.392.
- DAWR (Department of Agriculture and Water Resources). 2018. Commonwealth Fisheries Harvest Strategy Policy. Canberra, Australia. CC BY 4.0. 28p.
- DOF. 2006. Norma Oficial Mexicana NOM-039-PESC-2003, Pesca responsable de jaiba en aguas de jurisdicción federal del litoral del Océano Pacífico. Especificaciones para su aprovechamiento. *Diario Oficial de la Federación*. México. 26 de julio de 2006.
- DOF. 2018. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. México. *Diario Oficial de la Federación*. México. 11 de junio de 2018.
- Fischer S, M Wolff. 2006. Fisheries assessment of *Callinectes arcuatus* (Brachyura, Portunidae) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Fishery Research*, 77: 301-311.
- Froese R, K Kesner-Reyes. 2002. Impact of fishing on the abundance of marine species. ICES. L12: 1-15.
- Froese R, N Demirel, A Sampang. 2015. An overall indicator for the good environmental status of marine waters based on commercially exploited species. *Marine Policy* 51: 230-237. DOI: 10.1016/j.marpol.2014.07.012
- Froese R, N Demirel, C Gianpaolo, KM Kleisner, H Winker. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries* 18(3): 506-526. DOI 10.1111/faf.12190.
- Gabriel WL, PM Mace. 1999. A Review of Biological Reference Points in the Context of the Precautionary Approach. *Proceedings, 5th NMFS NSAW. 1999. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-40*, pp: 34-45.
- Haddon M, N Klaer, DC Smith, CD Dichmont, ADM Smith. 2012. *Technical Reviews for the Commonwealth Harvest Strategy Policy*. FRDC 2012/225. CSIRO. Hobart. 69p.
- Honey KT, JH Moxley, RM Fujita. 2010. From rags to fishes: data-poor methods for fishery managers. *Managing Data-Poor Fisheries: Case Studies, Models & Solutions* 1: 159-184.
- Hilborn R, C Walters. 1992. *Quantitative Fisheries Stock Assessment. Choice, Dynamics, and Uncertainty*. Chapman & Hall. New York, EEUU. 570p.
- Huato-Soberanis L, MJ Haro-Garay, E Ramírez-Félix, LC López González. 2006. Estudio socio-económico de la pesquería de jaiba en Sinaloa y Sonora. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, s.c. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. México. 30p.
- ICES. 2014. Report of the Workshop on the Development of Quantitative Assessment Methodologies based on LIFE-history traits, exploitation characteristics, and other relevant parameters for data-limited stocks (WKLIFE IV), 27-31 October 2014, Lisbon, Portugal. ICES CM 2014/ACOM:54. 223p.
- Laurence TK, J Ortiz de Urbina, P De Bruyn. 2014. Kobe II strategy matrices for north atlantic swordfish based on catch, fishing mortality and harvest control rules. *Collective Volumens of Scientific Papers ICCAT* 70(4): 2009-2016.
- Martell S, R Froese. 2012. A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries* 14(4): 504-514. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2012.00485.x.
- Merrill BR, AB Trevor. 2017. Does unreported catch lead to overfishing? *Fish and Fisheries* 18(2): 313-323. DOI: 10.1111/faf.12181.
- Molina-Ocampo RE, JF Márquez-Farías, E Ramírez-Félix. 2006. Jaiba del Golfo de California. En: Arreguín-Sánchez F, L Beléndez-Moreno, I Méndez-Gómez-Humarán, R Solana-Sansores, C Rangel-Dávalos (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo*. INAPESCA-SAGARPA. México. pp: 135-154.
- MFNZ. 2008. *Harvest Strategy Standard for New Zealand Fisheries*. Ministry of Fisheries, Wellington, New Zealand. 27p.
- Ortega-Lizárraga, GG, G Rodríguez-Domínguez, R Pérez-González, EA Aragón-Noriega,

- JE Mendívil-Mendoza. 2020. Análisis de la pesquería de jaiba en la región sureste del Golfo de California, México. *Biología Marina y Oceanografía* 55(1): 59-67. DOI: 10.22370/rbmo.2020.55.1.2393.
- Pfeiler E, LA Hurtado, LL Knowles, J Torre-Cosío, L Bourillón-Moreno, JF Márquez-Farías, G Montemayor-López. 2005. Population genetics of the swimming crab *Callinectes bellicosus* (Brachyura: Portunidae) from the eastern Pacific Ocean. *Marine Biology* 146(3): 559-569. DOI: 10.1007/s00227-004-1463-y.
- Ramírez-Félix E, J Singh-Cabanillas, HA Gil López, S Sarmiento-Náfate, I Salazar-Navarro, G Montemayor-López, JA García-Borbón, G Rodríguez-Domínguez, N Castañeda-Lomas. 2003. La Pesquería de Jaiba (*Callinectes* spp.) en el Pacífico mexicano: Diagnóstico y Propuesta de Regulación. INP/CONAPESCA/SAGARPA. México. 54p.
- Ricker WE. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of fish Populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191: 382p.
- Rodríguez-Domínguez G, SG Castillo-Vargasmachuca, R Pérez-González, EA Aragón-Noriega. 2014. Catch-maximum sustainable yield method applied to the crab fisheries (*Callinectes* spp.) in the Gulf of California. *Journal of Shellfish Research* 33(1): 45-51. DOI: 10.2983/035.033.0106.
- Rosenberg AA, MJ Fogarty, AB Cooper, M Dickey-Collas, EA Fulton, NL Gutiérrez, KJW Hyde, KM Kleisner, T Kristiansen, C Longo, C Minte-Vera, C Minto, I Mosqueira, G Chato-Osio, D Ovando, ER Selig, JT Thorson, Y Ye. 2014. Developing new approaches to global stock status assessment and fishery production potential of the seas. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular* 1086: 175p.
- Schaefer M. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial fisheries. *Bulletin of the Inter-American-Tropical Tuna Commission* 1: 27-56.
- Schirripa MJ. 2016. Projections, Kobe plots, and maximum sustainable yields for Atlantic bigeye tuna. *Collective Volumens of Scientific Papers ICCAT* 72(2): 564-576.
- Schnute JT, LJ Richards. 2002. Surplus production models. In: PJB Hart, JD Reynolds (Eds.). *Handbook of Fish Biology and Fisheries*. Vol. 2. Blackwell Publishing, Oxford, UK. pp: 105-126.

Recibido: 1 de noviembre de 2021.

Aceptado: 14 de marzo de 2022.

Artículo científico

Discarded ichthyofauna from an artisanal shrimp fishery in coastal lagoons of southeastern Pacific, Mexico

Descartes de la pesquería artesanal de camarón en un sistema lagunar costero del sur del Pacífico mexicano

Jesús Manuel López-Vila^{*✉}, Adán Enrique Gómez-González^{†**} y Ernesto Velázquez-Velázquez^{**}

Abstract

Discards from artisanal shrimp fisheries in coastal lagoons of Mexico have been little analyzed, especially in the southern Pacific. This study aimed to evaluate the composition and community structure of the discarded ichthyofauna in the artisanal shrimp fishery in the coastal lagoon system Chantuto-Panzacola, Chiapas, Mexico. Samples were obtained during the period September-December of 2009. We carried out four monthly samplings in two fishing spots situated in an estuarine channel; two stow-net-like (locally known as “copos”) were used in a six-hour period. Richness, abundance, dominance, diversity, and biomass of the discarded ichthyofauna were obtained. Discard was made up of 71 species, 55 genera, 31 families, and 13 orders. The best represented families were Ariidae, Sciaenidae, Engraulidae, Carangidae, Gobiidae and Gerreidae. The best represented ecological component was the euryhaline species (40), followed by stenohaline species (25), secondary freshwater species only were represented by one species. The dominant species were *Achirus mazatlanus*, *Anchoa lucida*, *Dormitator latifrons*, *Cathorops liropus* and *Stellifer wintersteenorum*. The highest discarded biomass, richness and abundance were measured in October, while the highest diversity was obtained in December. Average ratio kg of shrimp: kg of discard was 1:1.9. This is the first study that quantifies the impact of the discards over the fish community in the artisanal shrimp fishery in coastal lagoons of a protected natural area in Chiapas.

Keywords: Small-scale fishery, ecology, fishes, penaeids, Chiapas

Resumen

Los descartes provenientes de las pesquerías artesanales de camarón en ambientes lagunares estuarinos de México han sido poco analizados, en especial en el sur del Pacífico. Este estudio evaluó la composición y la estructura de la comunidad de la ictiofauna descartada en la pesca artesanal de camarón en el sistema lagunar estuarino Chantuto-Panzacola, Chiapas, México. Las muestras se obtuvieron durante el periodo septiembre-octubre de 2009. Se efectuaron cuatro muestreos mensuales en dos estaciones de pesca situadas en un canal estuarino; dos redes topo butirón (localmente conocidas como copos) fueron usadas en un periodo de seis horas. Se estimaron la riqueza, la abundancia, la dominancia, la diversidad y la biomasa de la ictiofauna descartada. El descarte estuvo conformado por 71 especies, 55 géneros, 31 familias y 13 órdenes. Las familias mejor representadas fueron Ariidae, Sciaenidae, Engraulidae, Carangidae, Gobiidae y Gerreidae. Los componentes ecológicos mejor representados fueron las especies eurihalinas (40), seguidas por las estenohalinas (25); sólo una especie representó al componente dulceacuícola secundario. Las especies dominantes fueron *Achirus mazatlanus*, *Anchoa lucida*, *Dormitator latifrons*, *Cathorops liropus* y *Stellifer wintersteenorum*. Las mayores biomasa, riqueza y abundancia fueron registradas en octubre, mientras que la mayor diversidad se obtuvo en diciembre. La proporción promedio de kilogramos de camarón: kilogramos de descarte fue de 1:1.9. Este es el primer estudio que cuantifica el efecto del descarte en la comunidad de peces en la pesca artesanal de camarón en una laguna costera de un área natural protegida en Chiapas.

Palabras clave: Pesquería de pequeña escala, ecología, peces, peneidos, Chiapas.

* Laboratorio Interdisciplinario de Ecología Costera, Centro de Investigaciones Costeras, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Calle Juan José Calzada s/n, 30500, Tonalá, Chiapas, México. ✉ Autor de correspondencia: chus_3f@yahoo.com.mx

** Museo de Zoología, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente Núm. 1150, Colonia Lajas Maciel, 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Introduction

At global scale, bycatch is an issue that most industrial fisheries must face, and this can be defined as anything that fisherman do not try to catch (non-target species), including fishes, turtles, a great variety of invertebrates, mammals, and even

inert matter (Eayrs 2007). Industrial fisheries tend to use active bottom-contact gears, one of the most popular fishing gears around the world, which produce the highest amounts of non-target species of any fishing gear (Zeller *et al.* 2017) because of its little to no selectivity (Alverson *et al.* 1994, Cook 2003). Bycatches affect directly the biodiversity through impacts in the trophic web and generate millions of tons of waste; they also generate economic issues and conflicts among fisheries (Hall *et al.* 2000).

When non-target species are thrown overboard (mostly dead) because of economics, legal or personal considerations, or they are damaged or inedible, the issue is then known as discard (Alverson *et al.* 1994, Zeller *et al.* 2017). Due to the high rates of mortality, discards can be a determinant factor in the ecosystem structure and functionality (Alverson *et al.* 1994, Amezcua *et al.* 2009). Between 1950 and 2014 the industrial fisheries generated around 93% of global discarding (Zeller *et al.* 2017), and one of the deadliest fisheries is the shrimp trawl industrial fleet, which is responsible of approximately 27% of worldwide discarding (Eayrs 2007).

While most of discards have been made by industrial fisheries, the small-scale ones have contributed very little to global discarding (Zeller *et al.* 2017). In Mexico, the catch of non-target species by the shrimp trawl industrial fleet have been studied in the northern and central portion of the Gulf of México (*e.g.*, Wakida-Kusunoki *et al.* 2013, Morán-Silva *et al.* 2017), and Gulf of California in the Pacific Ocean (*e.g.*, López-Martínez *et al.* 2010, Madrid-Vera *et al.* 2010, López-Martínez and Morales-Bojórquez 2012, Herrera-Valdivia *et al.* 2016). On the other hand, in artisanal shrimp fisheries, discards have been less studied. These investigations were developed in coastal lagoons and zones of the Caribbean part of the Gulf of México (*e.g.*, Wakida-Kusunoki 2005, Burgos-León *et al.* 2009, Poot-Salazar *et al.* 2009), the Gulf of California (*e.g.*, Amezcua *et al.* 2006, 2009), and Tehuantepec (Hernández-Roque *et al.* 2018) in the Pacific Ocean.

In the southern portion of the Mexican Pacific, the problem of discards in small-scale fisheries has just begun to be studied. Recently, Hernández-Roque *et al.* (2018) evaluated the fish discard in an artisanal fishery of shrimp in the

coastal lagoon of Mar Muerto, Gulf of Tehuantepec, southern Mexico. In the estuarine ecosystems of Chiapas, the most important exploited species through artisanal fisheries are the shrimps *Penaeus stylirostris* Stimpson 1871 and *Penaeus vannamei* Boone 1931 (Ramos-Cruz 2013) using non-selective fishing gears (INE 1999, DOF 2013), including forbidden and unregulated fishing gears such as cod-end nets. Although there are other kind of fishing gears to catch shrimp in coastal lagoons of Chiapas that are used more than the cod-end nets, such as cast nets (García-Morales 2007), we decide to work with the first because it is the one that retains the largest amount of bycatch due to its minimum selectivity. Therefore, the objective of this study was to characterize the discarded ichthyofauna from an artisanal shrimp fishery, in terms of composition and structure (richness, abundance, biomass, dominance, and diversity) in the Chantuto-Panzacola coastal lagoon, La Encrucijada Biosphere Reserve, Chiapas.

Material and methods

Study area

Chantuto-Panzacola coastal lagoon system is in the Pacific slope of southern Mexico, in the coasts of Chiapas, southern Mexican Pacific Ocean (15°09' y 15°17' N, 92°45' y 92°55' W) within La Encrucijada Biosphere Reserve (LEBR) and has an area of 180 km². The system consists of five main lagoons: Chantuto, Campón, Teculapa, Cerritos, and Panzacola (Figure 1) and it is connected to the sea through San Juan mouth, besides six rivers flow into the system: San Nicolás, Ulapa, Cacaluta, Doña María, Cintalapa and Vado Ancho. The climate of the region is hot and humid, with rains from May to October and a dry season from November to April; vegetation is represented by mangrove swamps and aquatic plants (Díaz-Ruiz *et al.* 2004, Gutiérrez-Mendieta *et al.* 2006). This coastal lagoon system is considered a Ramsar site No. 815 (CONANP 1999), an Important Bird Area (Benítez *et al.* 1999) and a marine and terrestrial priority region (Arriaga-Cabrera *et al.* 1998, 2000).

One of the most important economic activities in the study area is fishing, which is carried out primarily in an artisanal way. This is focused

on the capture and commercialization of shrimp, while the capture of fish is carried out to a lesser extent (INE 1999). Eight fishing cooperatives (INE 1999), with more than 120 members, are registered in the study area (García-Morales 2007). Fishermen use up to 10 fishing gears in their activities, of which nine are used to capture fish (García-Morales 2007). Cod-end nets and cast nets are used to capture shrimp, but the only authorized fishing gear for artisanal shrimp fishing is the cast net, with a minimum mesh size of one and a half inches (DOF 2013).

Sampling methods

From September to December 2009, four monthly samplings were carried out using two shrimp cod-end nets, locally known as “copos”, that are like stow nets. This kind of nets are gears that can be used only in rivers, estuaries, or areas with strong currents, and they have the form of a cone or pyramid. These nets are fixed with anchors or stakes,

placed according to the direction and strength of the current. The mouth is usually held open by a frame, which may or may not be supported by a boat (Nédélec and Prado 1990). In the study area, we observed that fishermen add a couple of wings to the sides of the “copo’s” frame, which measures 12 m per 3 m and the cod-end net measures 15 m long and has a mesh of one inch. Every month, two “copos” were fixed with a separation of 1.3 km between them in the estuarine channel of the system where fishermen tend to fish and stayed there for a six-hour period within the low tide; that is the time when the shrimp leaves the estuarine condition to migrate to the sea, helped by the current of the channel. Each month, the “copos” were placed in the same stations, and samplings included two months of rainy season (September and October) and two months of dry season (November and December). The distance between the “copos” and the mouth of the system was approximately 4.6 kilometers.

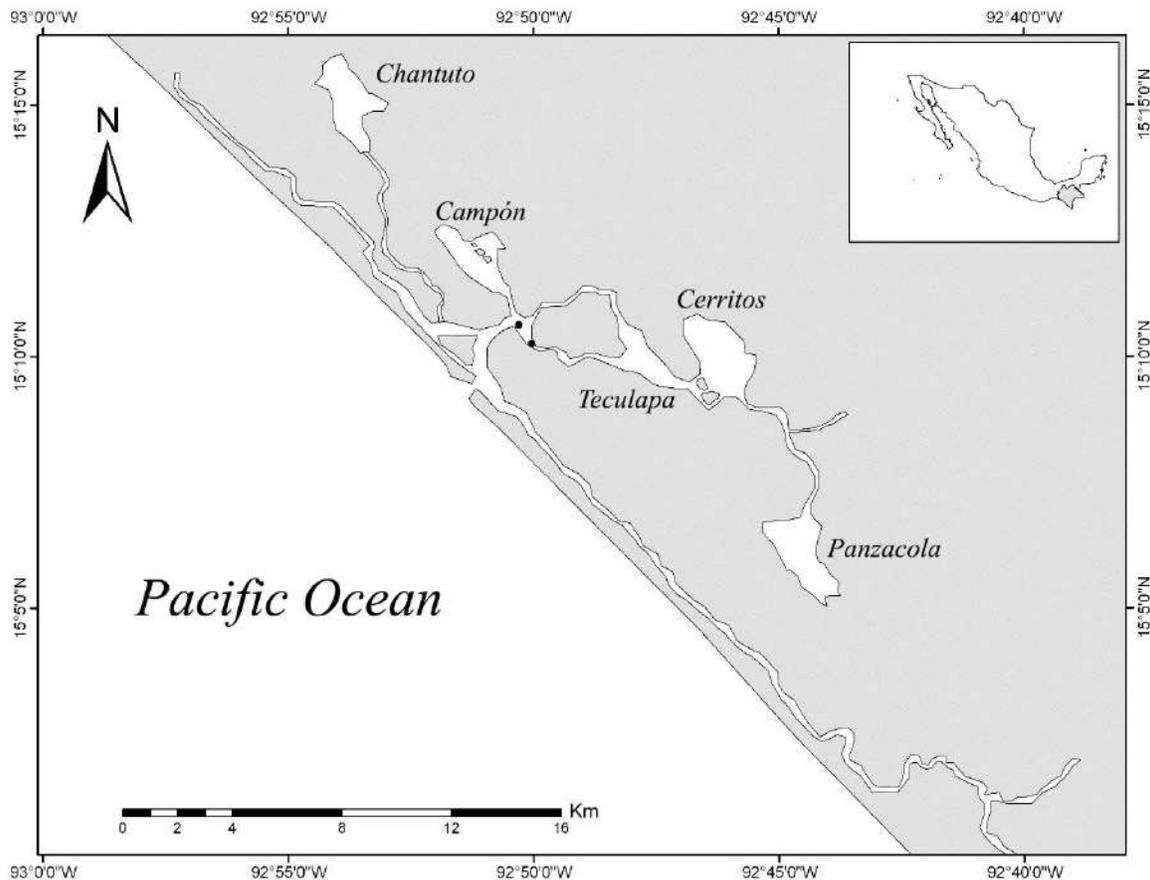


Figure 1. Study area and sampling points represented by black dots (•).

Each month the content of the “copos” was revised and the target species (*P. stylirostris* and *P. vannamei*) were separated from the fauna that afterward would be discarded by fishermen; shrimps were counted and weighed, then were stockpiled by local fishermen. Before fauna were discarded, all organisms were identified to species level, counted, weighed (0.1 g of precision) and the standard fish length was determined with an ichthyometer. Fishes were identified with available keys (e.g., Allen and Robertson 1994, Allen *et al.* 1995, Castro-Aguirre *et al.* 1999, Miller *et al.* 2005), scientific names and authorities were corroborated following Fricke *et al.* (2020). The ecological classification of fishes, considering their salt-tolerance, followed the criteria proposed by Myers (1949) and Castro-Aguirre *et al.* (1999): catadromous, estuarine, euryhaline, stenohaline and secondary freshwater. Species with commercial value were identified using the work of García-Morales (2007). A portion of the fish was fixed with 10% formalin before discarding, and then conserved with 70% alcohol in the scientific collection of Museum of Zoology, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (MZ-UNICACH, Key: CHIS-PEC-210-03-09).

Data analysis

Ecological parameters of discarded community were measured monthly by means of richness (number of species), numerical abundance, biomass, and diversity through the Shannon-Wiener diversity index (Magurran 1988). Dominance was calculated using the Importance Value Index (IVI, McCune *et al.* 2002). In order to obtain a monthly representative value of the ecological parameters of the discarded ichthyofauna, the information from both sampling sites was used to calculate an arithmetic mean. To indicate how spread out the data is from the arithmetic mean, a standard deviation was obtained.

Temporal differences (rainy season vs. dry season) in the parameters aforementioned were

evaluated using a *t*-test with a previously test of normality (Shapiro and Wilk 1965), in case of non-normal distribution a Wilcoxon test (Wilcoxon 1945) was applied. The statistical analyses were performed using R (R Core Team 2019¹).

Results

The discarded ichthyofauna was represented by a total of 5 524 organisms distributed in 13 orders, 31 families, 55 genera, and 71 species (Table 1). The families with the greatest number of species were Ariidae and Sciaenidae (6), Engraulidae, Carangidae and Gobiidae (5), Gerreidae, Eleotridae, and Achiridae (4). Most of the discarded fishes were small size adults or juveniles with sizes smaller than 20 cm (Table 2). Thirty percent of the fish fauna discarded in this study possess a commercial value in adult size (Table 1), especially *Ariopsis guatemalensis*, *Centropomus robalito*, *Mugil setosus* and *M. hospes*; these four species largely support fishing in the study area. Forty species were cataloged as euryhaline, 25 as stenohaline, four as estuarine, one as catadromous, and one as secondary freshwater (Table 1). Discard was represented by a biomass of 79.27 kg, on the other hand, target species (*P. stylirostris* and *P. vannamei*) accumulated a biomass of 54.88 kg which represents 40.9% of the total catch.

Discarded biomass and numerical abundance obtained its highest averages in October (23.48 kg \pm 9.9 and 1 670 \pm 535.98, respectively). The species that contributed to a large extent in both parameters were *Dormitator latifrons*, *Cathorops liropus*. The lowest averages for these parameters were found in September (biomass: 1.88 kg \pm 0.77, abundance: 169.5 5 \pm 60.1); values for richness and diversity are presented in table 3. In relation to rainy and dry season, there were no significant differences in any of the evaluated parameters (richness, $p=0.97$; diversity, $p=0.16$; numerical abundance, $w = 11$, $p=0.48$; biomass, $w = 10$, $p=0.68$).

1. R Core Team. 2019. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>

Table 1

Taxonomic list of the discarded ichthyofauna from an artisanal shrimp fishery in Chantuto-Panzacola. Asterisk indicates the species with commercial value in the study area based on García-Morales (2007). Ecological classification of fishes according to their salt-tolerance: Catadromous (C), estuarine (E), Euryhaline (Eu), stenohaline (S), secondary freshwater (SF)

Order	Family	Species	
Elopiformes	Elopidae	<i>Elops affinis</i> Regan 1909 ^{Eu}	
Anguiliformes	Ophichthidae	<i>Ophichthus zophochir</i> Jordan & Gilbert 1882 ^{Eu}	
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Lile gracilis</i> Castro-Aguirre & Vivero 1990 ^{Es}	
		<i>Anchoa ischana</i> (Jordan & Gilbert 1882) ^{Eu}	
	Engraulidae	<i>Anchoa lucida</i> (Jordan & Gilbert 1882) ^{Eu}	
		<i>Anchoa mundeola</i> (Gilbert & Pierson 1898) ^{Eu}	
		<i>Anchoa starksi</i> (Gilbert & Pierson 1898) ^{Eu}	
		<i>Anchoa macrolepidota</i> (Kner 1863) ^S	
Siluriformes	Pristigasteridae	<i>Opisthopterus dovii</i> (Günther 1868) ^S	
	Ariidae	<i>Bagre panamensis</i> (Gill 1863) ^{Eu}	
		<i>Cathorops liropus</i> (Bristol 1897) ^{Eu}	
		<i>Cathorops steindachneri</i> (Gilbert & Starks 1904) ^{Eu}	
		<i>Notarius kessleri</i> (Steindachner 1876) ^{Eu}	*
		<i>Sciades dowii</i> (Gill 1863) ^{Eu}	*
		<i>Ariopsis guatemalensis</i> (Günther 1864) ^{Eu}	*
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Porichthys greeni</i> Gilbert & Starks 1904 ^{Eu}	
Scombriformes	Trichiuridae	<i>Trichiurus nitens</i> Garman 1899 ^S	
	Scombridae	<i>Scomberomorus sierra</i> Jordan & Starks 1895 ^S	
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Dormitator latifrons</i> (Richardson 1844) ^E	
		<i>Eleotris picta</i> Kner 1863 ^E	
		<i>Erotelis armiger</i> (Jordan & Richardson 1895) ^{Eu}	
	Gobiidae	<i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther 1859) ^E	
		<i>Bathygobius andrei</i> (Sauvage, 1880) ^S	
		<i>Ctenogobius sagittula</i> (Günther 1862) ^{Eu}	
		<i>Gobioides peruanus</i> (Steindachner 1880) ^{Eu}	
		<i>Gobionellus liolepis</i> (Meek & Hildebrand 1928) ^{Eu}	
		<i>Gobionellus microdon</i> (Gilbert 1892) ^E	
		<i>Citharichthys gilberti</i> Jenkins & Everman 1889 ^{Eu}	
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Achirus mazatlanus</i> (Steindachner 1869) ^{Eu}	
	Achiridae	<i>Achirus scutum</i> (Günther 1862) ^S	
		<i>Trinectes fimbriatus</i> (Günther 1862) ^S	
		<i>Trinectes fonsecensis</i> (Günther 1862) ^{Eu}	
		<i>Symphurus chabanaudi</i> Mahadeva & Munroe 1990 ^S	
Cichliformes	Cichlidae	<i>Amphilophus trimaculatus</i> (Günther 1867) ^{SF}	*
Beloniformes	Belonidae	<i>Strongylura exilis</i> (Girard 1854) ^S	
	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus naos</i> Banford & Collete 2001 ^{Eu}	
			<i>Hyporhamphus snyderi</i> Meek & Hildebrand 1923 ^{Eu}
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Dajaus monticola</i> (Bancroft 1834) ^C	
		<i>Mugil hospes</i> Jordan & Culver 1895 ^{Eu}	*
		<i>Mugil setosus</i> Gilbert 1892 ^{Eu}	*
Tetraodontiformes	Diodontidae	<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus 1758 ^S	
	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides annulatus</i> (Jenyns 1842) ^{Eu}	
		<i>Sphoeroides rosenblatti</i> Bussing 1996 ^{Eu}	
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus armatus</i> Gill 1863 ^{Eu}	
		<i>Centropomus medius</i> Günther 1864 ^S	*

Order	Family	Species	
		<i>Centropomus robalito</i> Jordan & Gilbert 1882 ^{Eu}	*
	Serranidae	<i>Epinephelus analogus</i> Gill 1863 ^S	*
		<i>Rypticus nigripinnis</i> Gill 1861 ^{Eu}	
	Carangidae	<i>Caranx caninus</i> Günther 1867 ^{Eu}	*
		<i>Hemicaranx leucurus</i> (Günther 1864) ^S	
		<i>Oligoplites altus</i> (Günther 1868) ^{Eu}	
		<i>Selene brevoorti</i> (Gill 1863) ^S	
		<i>Selene peruviana</i> (Guichenot 1866) ^S	*
	Nematistiidae	<i>Nematistius pectoralis</i> Gill 1862 ^S	
	Lutjanidae	<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters 1869) ^S	*
	Gerreidae	<i>Diapterus brevirostris</i> (Sauvage 1879) ^{Eu}	*
		<i>Eucinostomus currani</i> Zahuranec 1980 ^{Eu}	
		<i>Eucinostomus dowii</i> (Gill 1863) ^{Eu}	
		<i>Gerres simillimus</i> Regan 1907 ^{Eu}	*
	Haemulidae	<i>Genyatremus pacifici</i> (Günther 1864) ^S	*
		<i>Haemulopsis leuciscus</i> (Günther 1864) ^S	*
		<i>Rhonciscus bayanus</i> (Jordan y Everman 1898) ^{Eu}	
	Sciaenidae	<i>Bairdiella armata</i> Gill 1863 ^S	*
		<i>Bairdiella ensifera</i> (Jordan & Gilbert 1862) ^S	*
		<i>Cynoscion albus</i> (Günther 1864) ^{Eu}	*
		<i>Isopisthus remifer</i> Jordan & Gilbert 1882 ^S	
		<i>Micropogonias altipinnis</i> (Günther 1864) ^{Eu}	*
		<i>Stellifer wintersteenorum</i> (Caho 2001) ^{Eu}	
	Polynemidae	<i>Polydactylus approximans</i> (Lay & Bennett 1839) ^S	
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon humeralis</i> Günther 1860 ^S	
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus zonatus</i> (Girard 1858) ^S	*

Table 2

Minimum, maximum, and average length of the principal fish species discarded in Chantuto-Panzacola

Species	Average length (mm)	Range (mm)	Species	Average length (mm)	Range (mm)
<i>Lile gracilis</i>	76.68	60-100	<i>Ctenogobius sagittula</i>	59.66	48-65
<i>Anchoa mundeola</i>	86.5	70-100	<i>Gobionellus microdon</i>	109.55	80-142
<i>Anchoa starksi</i>	63.18	40-75	<i>Lutjanus argentiventris</i>	120.55	51-150
<i>Anchovia macrolepidota</i>	87.1	60-107	<i>Diapterus brevirostris</i>	64.1	40-80
<i>Ariopsis guatemalensis</i>	141.5	141-142	<i>Eucinostomus currani</i>	60.06	49-69
<i>Cathorops liropus</i>	88.63	44-123	<i>Eucinostomus dowii</i>	65.94	57-86
<i>Cathorops steindachneri</i>	97	57-125	<i>Pomadasys macracanthus</i>	60.83	43-78
<i>Sciades dowii</i>	142	129-155	<i>Centropomus medius</i>	140	102-165
<i>Notarius kessleri</i>	89.53	82-158	<i>Centropomus robalito</i>	101.83	56-162
<i>Mugil setosus</i>	103.5	35-171	<i>Bairdiella armata</i>	94	92-96
<i>Mugil hospes</i>	122.44	54-171	<i>Bairdiella ensifera</i>	105.33	77-194
<i>Caranx caninus</i>	64.48	47-104	<i>Stellifer wintersteenorum</i>	61.91	28-84
<i>Oligoplites altus</i>	111.12	70-144	<i>Rypticus nigripinnis</i>	115.16	107-132
<i>Selene brevoorti</i>	71.75	45-92	<i>Polydactylus approximans</i>	79.37	42-175
<i>Amphilophus trimaculatus</i>	121.5	50-136	<i>Achirus mazatlanus</i>	64.72	25-101
<i>Erotelis armiger</i>	72	56-88	<i>Achirus scutum</i>	65.75	40-84
<i>Gobiomorus maculatus</i>	113.5	56-155	<i>Trinectes fimbriatus</i>	23.75	22-25
			<i>Symphurus chabanaudi</i>	123.37	120-132
			<i>Sphoeroides annulatus</i>	71	30-112

Table 3

Average values for biomass, abundance, richness, and diversity of the discarded fauna. Highest values in bold, lowest in italics

Variable	Sept	SD	Oct	SD	Nov	SD	Dec	SD
Biomass (kg)	1.88	±0.77	23.48	±9.9	9.36	±3.18	2.65	±1.7
Numerical abundance	169.5	±60.1	1 670	±535.98	734.5	±195.86	188	±101.82
Richness	17.5	±2.12	41	±1.41	33	±5.65	26	±282
Diversity	2.08	±0.11	1.94	±0.77	2.37	±0.09	2.48	±0.2

Regarding the ratio kg of shrimp: kg of discarded ichthyofauna, this was highest in the month of September (1:3.5), followed by November (1:2) and October (1:1.7); the lowest ratio was obtained in December (1:0.3). In September, discarded ichthyofauna biomass represented 78% of the total catch and the 24% in December, the contribution of discarded fish fauna abundance in October was 75% and 28% in December; the complete temporal percentages are presented in *figure 2*. According to the IVI, the dominant species in the rainy months (September, October) were *D. latifrons*, *C. liropus*, and *Stellifer wintersteenorum*; altogether contributed with the 47.5% of the index. In the dry months (November, December) dominant species were *C. liropus*, *Achirus mazatlanus*, *Anchoa lucida*, *S. wintersteenorum*, *Ariopsis guatemalensis*, and *D. latifrons*, with 48.5% of the index.

Discussion

The present investigation is one of the first attempts to study discards in small scales fisheries

of coastal lagoons of southern Mexican Pacific, particularly in a protected natural area. Besides Hernández-Roque *et al.* (2018), our study is also a pioneer on addressing the issue of discarding in artisanal fisheries in Chiapas. Unlike these authors, our fishing gears varied in some details related to building structure and placing. They fixed their fishing gears closer to the mouth of the lagoon (approximately 500 m), and the sampling was carried on from October to January. The mesh of their nets was smaller than our nets (1 inch vs 0.7 inches). According to Nédélec and Prado (1990), the fishing gears used by Hernández-Roque *et al.* (2018) are like fyke nets, which consist of cylindrical bags mounted on rings, completely covered by netting, and completed by wings.

In terms of species richness, our findings are congruent with other studies in coastal small-scale fisheries from Mexico; Amezcua *et al.* (2006) registered 173 discarded fish species at Santa Maria la Reforma lagoon, Sinaloa; Poot-Salazar *et al.* (2009) recorded 48 fish species at Celestún lagoon, Yucatan Peninsula; Burgos-León *et al.* (2009) found 26 discarded fish species at Celestún lagoon. In Chiapas, Hernández-Roque *et al.* (2018) reported

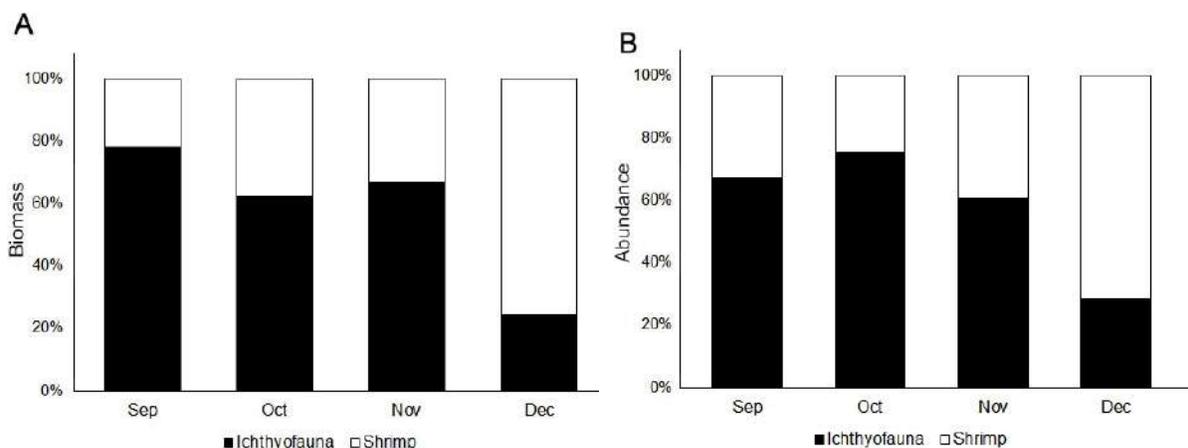


Fig. 2. Temporal percentage of discarded ichthyofauna and shrimp captured in the artisanal shrimp fishery of Chantuto-Panzcola. A) relative biomass, B) relative abundance.

73 fish species that were caught by the “copo”, which coincides with the numbers of species that are discarded at Chantuto-Panzacola lagoon system (71); the research of these authors was performed in a non-protected natural area. In terms of dominance, Hernández-Roque *et al.* (2018) reported to *Achirus mazatlanus*, *Eucinostomus currani*, *E. gracilis*, and *Gobionellus microdon* as dominant species, whereas in our work the dominant species were *Achirus mazatlanus*, *Anchoa lucida*, *D. latifrons*, *C. liropus*, and *S. wintersteenorum*.

All this evidence comes from a few systems of coastal lagoons where artisanal shrimp fishing is practiced; if we take into account that in Mexico there are close to 130 coastal lagoon systems (Contreras 2010), the information about the issue of discarding in this kind of fishery is scarce to these ecosystems of great biological, ecological, economic, and social importance.

Gómez-González *et al.* (2012) reported 143 fish species to Chantuto-Panzacola lagoon system of which 39 have an economic value (García-Morales 2007); therefore, shrimper cod-end nets might affect up to 50% of the ichthyofauna of this coastal lagoon, and 54% of the commercial fish species in this region. In all the aquatic environment of the LEBR (considering the Chantuto-Panzacola and Carretas-Pereyra systems) it has been recorded 153 fish species (Gómez-González *et al.* 2012), thus the “copos” used in our study area are catching 46% of the ichthyofaunal species reported for the reserve. While we were in the study area, we could observe that after selecting and collecting shrimps from their net, fishermen used to throw the fish out of their boat. In many cases, as the net was handled out of the water, the fish were already dead by the time they were released.

Because of its mesh size, shrimper cod-end net is a fishing gear not allowed in coastal lagoons of the LEBR (INE 1999, DOF 2013) and is used infrequently compared to other fishing gears in this location (García-Morales 2007) but retains a great number of species due to its little or minimum selectivity. This fishing gear is deployed in the rainy season (May to October), and, depending on the salinity, it can be used until December or January. Composition and structure of discarded ichthyofauna of Chantuto-Panzacola lagoon system showed a similar pattern to that reported by Gómez-González *et al.* (2012) considering

the abundance of *Ariopsis guatemalensis*, *C. liropus* and *D. latifrons*. Nevertheless, whereas these authors recorded a poor representativeness of *A. mazatlanus* and *S. wintersteenorum*, these species were highly abundant in our study. Gómez-González *et al.* (2012) sampled the system with a cast net, which is an effective fishing gear to sample nekton but demersal and benthos are not well characterized, therefore the differences in the last-mentioned species.

Three fish species were new records to Chiapas: *Gobioides peruanus*, *Gobionellus liolepis* and *Trichiurus nitens*; the last three are new records to Mexican continental environments and the first increases its geographic distribution to Mexican Pacific. October was the month with the greatest numerical abundance of *D. latifrons*, this has been associated with reproductive behavior, as we observed at fieldwork and other author reports for coastal lagoons in Chiapas (Velázquez-Velázquez *et al.* 2008).

In average, the ratio kg of shrimp: kg of discard obtained in our study (1:1.9) was close to that obtained by Hernández-Roque *et al.* (2018) in Mar Muerto coastal lagoon (1:1.89), Chiapas-Oaxaca. Although the fishing gear of both studies have some differences in their construction and are in places with different characteristics, average discard biomasses were similar; in the same way, the number of fish species was very close (71 vs. 73). Because of their length, most of the organisms identified in discards were juveniles and were retained in the cod-end net because of its mesh size.

The presence of many juveniles is due to estuaries and coastal lagoons working as nurseries that provide food and shelter to larvae and juveniles of fishes, crustaceans, mollusks, and others (Beck *et al.* 2001, Negelkerken *et al.* 2000). Mortality of organisms produced by discards produces changes in benthic community structure, changes in trophic networks (Alverson *et al.* 1994, Heath *et al.* 2014), and negative impacts in the species recruitment, which cause stock reduction (Amezcuca *et al.* 2006, 2009). Some species can get some benefits from discards such as scavengers (Heath *et al.* 2014) or, as observed at field, fishing bats, *Noctilio leporinus* (Linnaeus 1758), which feed on fishes that were thrown back to water because of discarding.

Harris and Poiner (1991) studied the effects of fishing and discard on fish fauna composition and structure after 20 years of these activities in the Gulf of Carpentaria, Australia, and found that the abundance of several species, particularly benthonic and demersal ones, diminished considerably in all these years. It is possible that these effects have occurred, or are occurring, on the fish fauna of Chantuto-Panzacola lagoon system, considering that fish and shrimp fisheries exist in this system since 1941 (García-Morales 2007).

Although working with the “copo” let us study the composition and structure of the benthic and demersal fish fauna of these lagoons, this manuscript gives some elements to show that “copos” might impact the fish assemblage, specially to the juvenile ones. For this reason, it cannot be advisable to keep working with this gear. To complement the study, it is necessary to determinate the fishing mortality caused by the “copo”, to evaluate quantitatively the impact of this net compared to allowed fishing gears (cast nets) in the study area, and to compare with works carried out in non-protected areas. To reduce the negative impact of discard in the study area, it is necessary to implement a monitoring program to avoid the use of “copos”, implemented by Mexican institutions such as CONAPESCA, SEMARNAT, PROFEPA and SEMAR. This investigation can be a potential tool for communal management of the resources, accompanied by a fishing characterization of the “copo”, and the results of this study strongly support the restriction or prohibition of this fishing gear.

Acknowledgments

The authors thank to J.C. Ruiz-Velazco, C. Gordillo-Macías, D. Vera-Romero and J.L. Ovilla-Hernández for their help in fieldwork. Thanks to W. Matamoros for the comments made to the manuscript. We also thanks to people from La Palma for their help, cooperation and permission to perform this study. This work is dedicated to the memory of A. E. Gómez-González.

Literature cited

- Allen RG, DR Robertson. 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO, Agrupación Sierra Madre, CEMEX. México. 327p.
- Allen RG, ML Bauchot, DR Belwood, G Bianchi, WA Bussing, JH Caruso, NL Chao, BB Collete, RA Fritzsche, MF Gomon, RL Haedrich, IJ Harrison, PA Hastings, PC Heemstra, DA Hensley, D Hoese, T Inada, PJ Kailola, F Krupp, RJ Lavenberg, JE McCosker, RL MCKay, TA Munroe, I Nakamura, VH Niem, NV Parin, C Paulin, JR Paxton, SG Poss, Rodríguez-Sánchez, RH Rosenblatt, W Schneider, WB Scott, DG Smith, WE Smith-Vaniz, C Sommer, WC Starnes, KJ Sulak, PJP Whitehead. 1995. Peces óseos. In: W Fishcer, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter and VH Niem (eds.). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca*. FAO, CE, FIS, NORAD. Rome, Italia. pp: 647-1652.
- Alverson DL, MH Freberg, SA Murawski, JG Pope. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. *Fisheries Technical Paper* 339: 233p.
- Amezcuca F, J Madrid-Vera, H Aguirre-Villaseñor. 2006. Efecto de la pesca artesanal de camarón sobre la ictiofauna en el sistema lagunar Santa María la Reforma, suroeste del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 32(1b): 97-109.
- Amezcuca F, J Madrid-Vera, H Aguirre-Villaseñor. 2009. Incidental capture of juvenile fish from an artisanal fishery in coastal lagoon in the Gulf of California. *North American Journal of Fisheries Management* 29(1): 245-255. DOI: 10.1577/M06-022.1.
- Arriaga-Cabrera L, JM Espinosa-Rodríguez, C Aguilar-Zúñiga, GE Martínez-Romero, L Gómez-Mendoza, ELoa (coords.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. CONABIO. México.
- Arriaga-Cabrera L, E Vázquez-Domínguez, J González-Cano, R Jiménez Rosenberg, E Muñoz-López, V Aguilar Sierra (coords.). 1998. *Regiones prioritarias marinas de México*. CONABIO. México.
- Beck MW, KL Heck, KW Able, DL Childers, DB Eggleston, BM Gillanders, M Halpern, CG Hays, K Hoshino, TJ Minello, RJ Orth, PF Sheridan, PM Weinstein. 2001. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience* 51(8): 633-641. DOI: 10.1641/0006-3568(2001)051[0633:TICAMO]2.0.CO;2
- Benítez H, C Arizmendi, L Márquez. 1999. Base de datos de las áreas de importancia para la

- conservación de las aves (AICAS). CONABIO. México.
- Burgos-León A, R Pérez-Castañeda, O Defeo. 2009. Discards from the artisanal shrimp fishery in a tropical coastal lagoon of Mexico: spatial-temporal patterns and fishing gear effects. *Fisheries Management and Ecology* 16(2): 130-138. DOI: 10.1111/j.1365-2400.2009.00653.x
- Castro-Aguirre JL, H Espinosa-Pérez H, JJ Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Limusa. México. 711p.
- CONANP. 2019. *Ficha informativa de los humedales de Ramsar*.
- Contreras-Espinosa F. 2010. *Ecosistemas costeros mexicanos: una actualización*. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 514p.
- Cook R. 2003. The magnitude and impact of by-catch mortality by fishing gear. In: M Sinclair, G Vuldimerson (eds.). *Responsible fisheries in marine ecosystem*. FAO. Rome, Italy. pp: 219-234. DOI: 10.1079/9780851996332.0219.
- Díaz-Ruiz S, E Cano-Quiroga, A Aguirre-León, R Ortega-Bernal. 2004. Diversidad, abundancia y conjuntos ictiofaunísticos del sistema lagunar-estuarino Chantuto-Panzacola, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical* 52(1): 187-199.
- DOF. 2013. Norma Oficial Mexicana NOM-002-SAG/PESC-2013, Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*. México. 6 de junio de 2013.
- Eayrs S. 2007. *Guía para reducir la captura de fauna incidental (bycatch) en las pesquerías por arrastre de camarón tropical*. FAO. Roma, Italia. 110p.
- Fricke R, WN Eschmeyer, R Van der Laan. 2020. *Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references*. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- García-Morales C. 2007. Actividad pesquera en el sistema lagunar costero Chantuto-Panzacola, Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. 69p.
- Gómez-González AE, E Velázquez-Velázquez, R Rodiles-Hernández, AA González-Díaz, AF González-Acosta, JL Castro-Aguirre. 2012. Lista sistemática de la ictiofauna en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83(3): 674-686. DOI: 10.7550/rmb.24468.
- Gutiérrez-Mendieta F, F Varona-Cordero, F Contreras-Espinosa. 2006. Caracterización estacional de las condiciones físico-químicas y de productividad primaria fitoplanctónica de dos lagunas costeras tropicales del estado de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 16(2): 137-146.
- Hall MA, DL Alverson, KI Metuzals. 2000. By-Catch: Problems and solutions. *Marine Pollution Bulletin* 41(1-6): 204-219. DOI: 10.1016/S0025-326X(00)00111-9.
- Harris AN, IR Poiner. 1991. Changes in species composition of demersal fish fauna of Southeast Gulf of Carpentaria, Australia, after 20 years of fishing. *Marine Biology* 111: 503-519.
- Heath M, RM Cook, AI Cameron, DJ Morris, DC Speirs. 2014. Cascading ecological effects of eliminating fishery discards. *Nature Communications* 5: 3893. DOI: 10.1038/ncomms4893.
- Hernández-Roque JA, E Romero-Berny, JM López-Vila. 2018. Ictiofauna de descarte en la pesca artesanal de camarones (*Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*) en la laguna costera Mar Muerto, Golfo de Tehuantepec, México. *Revista Ciencias Marinas y Costeras* 10(2): 51-76. DOI: 10.15359/revmar.10-2.3.
- Herrera-Valdivia E, J López-Martínez, S Castillo-Vargasmachuca, AR García-Juárez. 2016. Diversidad taxonómica y funcional en la comunidad de peces de la pesca de arrastre de camarón en el norte del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* 64(2): 587-602. DOI: 10.15517/rbt.v63i3.15852.
- INE. 1999. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera "La Encrucijada"*. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAP. México. 184p.
- López-Martínez J, E Herrera-Valdivia, J Rodríguez-Romero, S Hernández-Vásquez. 2010. Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón en el Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* 58(3): 925-942.
- López-Martínez J, E Morales-Bojórquez. 2012. *Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C./Fundación Produce Sonora. México. 260p.
- Madrid-Vera J, E Visauta-Girbau, H Aguirre-Villaseñor. 2010. Composition of trawl catch fauna off the mouth of the Rio Baluarte, southeastern Gulf of California. *Marine Ecology Progress Series* 403: 145-153. DOI: 10.3354/meps08434.
- Magurran AE. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. EEUU. 179p.

- McCune B, JB Grace, DL Urban. 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM software design. EEUU. 304p.
- Miller RR, WL Minckley, SM Norris. 2005. *Freshwater Fishes of Mexico*. The University of Chicago. EEUU. 490p.
- Morán-Silva A, R Chávez-López, M de L Jiménez-Baldillo, S Cházaro-Olvera, G Galindo-Cortes, CG Meiners-Mandujano. 2017. Análisis de la comunidad de peces de descarte en la pesca de arrastre de camarón (temporada de lluvias 2013) en la zona centro-sur del litoral veracruzano, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 52(3): 551-566. DOI: 10.4067/S0718-19572017000300012.
- Myers GS. 1949. Salt-tolerance of fresh-water fish groups in relation to zoogeographical problems. *Bijdragen tot de Dierkunde* 28: 215-322.
- Nagelkerken I, G van der Velde, MW Gorissen, T van't Hof, C den Hartog. 2000. Importance of mangroves, seagrass beds and the shallow coral reef as a nursery for important coral reef fishes, using a visual census technique. *Estuarine, Coast and Shelf Science* 51(1): 31-44. DOI: 10.1006/ecss.2000.0617.
- Nédélec C, J Prado. 1990. *Definition and classification of fishing gear categories*. FAO. Rome, Italy. 92p.
- Poot-Salazar A, R Pérez-Castañeda, ME Vega-Cendejas, O Defeo. 2009. Assessing patterns of ichthyofauna discarded by an artisanal shrimp fishery through selectivity experiments in a coastal lagoon. *Fisheries Research* 97(3): 155-162. DOI: 10.1016/j.fishres.2009.02.001.
- Ramos-Cruz S. 2013. Evaluación de la pesquería artesanal de camarón en el sistema lagunar La Pampita-Joya-Buenavista, Chiapas, México. *Ciencia Pesquera* 21: 5-11.
- Shapiro SS, MB Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52: 591-611.
- Velázquez-Velázquez E, ME Vega-Cendejas, J Navarro-Alberto. 2008. Spatial and temporal variation of fish assemblages in coastal lagoon of the Biosphere Reserve La Encrucijada, Chiapas, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 56(2): 557-574.
- Wakida-Kusunoki AT. 2005. Análisis de la captura incidental en la pesquería ribereña del camarón siete barbas *Xiphopenaeus krojeri* en las costas de Campeche, México. *56th annual conference of Gulf and Caribbean Fishery Institute* 56: 583-591.
- Wakida-Kusunoki AT, I Becerra-De la Rosa, A González-Cruz, LE Amador-Del Ángel. 2013. Distribución y abundancia de la fauna acompañante del camarón en la costa de Tamaulipas, México (veda del 2005). *Universidad y Ciencia* 29(1): 75-86.
- Wilcoxon F. 1945. Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics* 1: 80-83.
- Zeller D, T Cashion, M Palomares, D Pauly. 2017. Global marine fisheries discards: A synthesis of reconstructed data. *Fish and Fisheries* 19(1): 30-39. DOI: 10.1111/faf.12233

Recibido: 23 de enero de 2022

Aceptado: 18 de mayo de 2022

Artículo científico

Estimación de la importancia relativa del huachinango (*Lutjanus peru*) en la pesquería de escama en el Pacífico mexicano

Red snapper's (*Lutjanus peru*) relative importance in Mexican Pacific's finfish fishery

David Petatán-Ramírez^{*,**}, Mariana Walther-Mendoza^{***}, Hugo Aguirre-Villaseñor^{****}, Alejandro Balmori-Ramírez[◊], Esteban Cabrera-Mancilla[◊], Juan Gabriel Díaz-Uribe^{◊◊}, Elaine Espino-Barr^{◊◊◊✉}, Flor Delia Estrada-Navarrete[◊], Rosa María Gutiérrez-Zavala[◊], Aldrin Labastida-Che^{◊◊}, Carlos Meléndez-Galicia[◊], Ada Lisbeth Núñez-Orozco^{◊◊}, Mauricio Salas-Maldonado^{◊◊◊}, Noemí Itzel Zamora-García^{◊◊◊}, Martha Edith Zárate-Becerra^{◊◊◊} y Marcela Zúñiga-Flores^{◊◊◊}

Resumen

La pesquería de escama es una de las más importantes de México y con mayor efecto económico y social. Este trabajo analiza la importancia del huachinango *Lutjanus peru* en la pesquería ribereña a lo largo del litoral del Pacífico mexicano utilizando los reportes oficiales de captura. En el periodo 2016-2020 se determinó la trascendencia del huachinango con respecto a la pesquería de escama y se desarrolló un Índice de Importancia Relativa (IIR) para el huachinango que se obtiene usando los datos de captura (c), valor económico (v), frecuencia de arribo (f) y permisionarios (p). Los resultados muestran que la relevancia del huachinango es notoria entre estados y entre las variables analizadas, siendo más importante en Michoacán y Oaxaca en términos de lo que su captura representa con respecto a la escama. Jalisco y Oaxaca, destacan en cuanto al ingreso derivado del huachinango. Sinaloa y Michoacán, en términos de la proporción de huachinango en los avisos de arribo con respecto a la escama. Nayarit y Michoacán, en la proporción de permisionarios que declaran huachinango en sus capturas. Finalmente se observa que Sinaloa y Nayarit tienen el IIR más alto, representado, al menos, en una de sus oficinas de pesca.

Palabras clave: pesca ribereña, avisos de arribo, escama marina, Lutjanidae

Abstract

The finfish fishery is one of the most important in Mexico, with a significant economic and social impact. This study analyzed the importance of the red snapper *Lutjanus peru* in the small-scale finfish fishery along the Mexican Pacific coast, using official catch reports. For the period of 2016-2020 we determined the fraction that the red snapper represents in the finfish fishery and a Relative Importance Index (iir) was developed using catch (c), economic value (v), frequency of records (f), and permit holders (p). Our results show notable differences between states and among the analyzed variables with regards to the importance

* Fisheries Ecology Program, CIBNOR. Ave. Playa Palo de Santa Rita Sur 195, 23000 La Paz, BCS. México.

** UABCS, Carretera al sur km 5.5, Col. El Mezquitito, 23080 La Paz, BCS. México.

*** The Nature Conservancy. Álvaro Obregón 1665, Edificio Cerralvo 303-304, Centro, 2300 La Paz, BCS. México.

**** INAPESCA/CRIAP Mazatlán. Sábalo-Cerritos s/n, contiguo Estero El Yugo, 82112 Mazatlán, Sin. México.

◊ INAPESCA/CRIAP Guaymas. Sur 20 núm. 605, Col. Cantera, 85400 Guaymas, Son. México.

◊◊ INAPESCA/Dirección de Investigación Pesquera en el Pacífico. Ave. México 190, Col. del Carmen, 04100 Coyoacán, Ciudad de México. México.

◊◊◊ INAPESCA/CRIAP La Paz. Km 1, Carretera Pichilingue s/n, Col. Esterito, 23020 La Paz, BCS. México.

◊◊◊◊ INAPESCA/CRIAP Manzanillo. Playa Ventanas s/n, Col. Carretera Manzanillo a Campos Colima, 28200 Manzanillo, Col. México.

✉ Autor de correspondencia: elaine.espino@INAPESCA.gob.mx

◊ INAPESCA/CRIAP Pátzcuaro. Pedro Ibarra núm. 28, Col. Ibarra, 61609 Pátzcuaro, Mich. México.

◊◊ INAPESCA/CRIAP Salina Cruz. Prol. Playa Abierta s/n, Col. Miramar, 70680 Salina Cruz, Oax. México.

◊◊◊ CONAPESCA. Ave. Camarón Sábalo 1210, Fracc. Sabalo Country Club, 82100 Mazatlán, Sin. México.

◊◊◊◊ INAPESCA/CRIAP Bahía Banderas. Calle Tortuga 1, Col. La Cruz de Huanacastle, 63732 Bahía de Banderas, Nay. México.

of the red snapper relative to the finfish fishery, with Michoacan and Oaxaca representing the highest percentage of red snapper in the total finfish catch, Jalisco and Oaxaca in terms of the highest income resulting from the red snapper, Sinaloa and Michoacan having the highest fraction of official records that include red snapper and Nayarit and Michoacan with number of permit holders that declare red snapper in their catch. Finally, we can observe that Sinaloa and Nayarit have the highest IIR, represented by at least one of their fishing offices.

Keywords: small-scale fishery, fishing logbooks, marine finfish, Lutjanidae

Introducción

A escala global, las pesquerías ribereñas o de pequeña escala representan la mitad de las capturas marinas, emplean a alrededor de 90% de los pescadores y pescadoras del mundo y contribuyen en gran medida al ingreso, la seguridad alimentaria y la oportunidad de desarrollo en comunidades costeras, en especial en países en vías de desarrollo (FAO y WorldFish Center 2008). Si bien las pesquerías ribereñas son de gran importancia, su manejo representa un gran reto debido a su naturaleza compleja con diversos usuarios, múltiples especies objetivo, artes de pesca distintos, comunidades dispersas y limitados recursos destinados a su monitoreo y vigilancia (Cohen *et al.* 2019).

Se calcula que la pesca ribereña en México genera entre 250 000 y 300 000 empleos directos y aporta más de 23% de la producción pesquera total del país (CONAPESCA 2018). Esto sostiene a miles de comunidades costeras y contribuye a su desarrollo y su bienestar. Por su diversidad, la pesca de escama es la más valiosa en la pesca ribereña en términos del número de permisos y de las embarcaciones que sostiene, lo que la hace una de las de mayor importancia económica y social (Causa Natura 2022¹).

En las costas del Pacífico mexicano, la pesca ribereña aprovecha un elevado número de especies de peces, moluscos y crustáceos (Castro-Aguirre 1978, de la Cruz Agüero 1997, Madrid *et al.* 1997, Castro-Aguirre *et al.* 1999). Las especies del grupo de escama son de las más diversas en México y se ha reconocido que existen entre 250 y 300 especies comerciales asociadas a la línea de costa, a ambientes estuarinos e incluso a aguas continentales (Espino-Barr y Cruz-Romero 2006). Se considera que entre los grupos de especies de escama

con mayor demanda en el Pacífico mexicano están el huachinango y otros pargos, la lisa, la baqueta, el mero, el lenguado, el róbalo, la cabrilla, la curvina, la sierra y el jurel (Espino-Barr y Cruz-Romero 2006). De las especies mencionadas, los pargos son una de las de mayor trascendencia comercial en esa zona y no es extraño que la familia Lutjanidae sea dominante en las capturas comerciales de la pesca ribereña, dada su alta demanda en el mercado (Del Monte-Luna *et al.* 2001).

La familia Lutjanidae pertenece al orden Perciformes y agrupa 17 géneros y 103 especies distribuidas principalmente en los mares tropicales (Allen 1985, Allen y Robertson 1994). En el Pacífico mexicano se tienen registradas 10 especies de lutjánidos, de las cuales nueve se presentan en las capturas comerciales: el huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922), el luna-rejo o flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner 1869), el pargo amarillo o alazán *Lutjanus argentiventris* (Peters 1869), el pargo mulato o prieto o colmillón *Lutjanus novemfasciatus* Gill 1862, el pargo colorado o listoncillo *Lutjanus colorado* Jordan y Gilbert 1882, el pargo colmillón o rojo *Lutjanus jordani* (Gilbert 1897), el pargo sandía *Lutjanus inermis* (Peters 1869), el pargo tecomate o coconaco *Hoplopagrus guentherii* Gill 1862 y el pargo raicero *Lutjanus aratus* (Günther 1864), rara vez observado (Castro-Aguirre 1978, Allen 1985, Allen y Robertson 1994, Espino-Barr *et al.* 2003 y 2004, Amezcua-Linares 2008, Ulloa-Ramírez *et al.* 2008, Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla 2019). Su pesca se realiza a lo largo de toda la costa; la dominancia de una o varias especies objetivo en la captura total está en función de la latitud, la época del año, la variabilidad interanual y la profundidad de los caladeros (Espino-Barr *et al.* 2003 y 2004, Ulloa-Ramírez *et al.* 2008, Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla 2019). La distribución geográfica de *L. peru* abarca de Baja California, México, hasta Perú.

De acuerdo con las estadísticas oficiales, la producción de huachinango en el ámbito nacional

1. Causa Natura. 2022. Permisos y concesiones de pesca comercial. Pescando datos. <https://pescandodatos.causanatura.org/permisos>. Consulta: 28/04/2022

ha variado entre 1 456 toneladas (t) y 9 775 t. En el Pacífico mexicano se han capturado en promedio, en los últimos 20 años, 4 669 t, con un mínimo de 2 642 y un máximo de 8 876 t en 2017 (SIPESCA 2021);² en el grupo de huachinangos destaca la especie *L. peru* por sus altos volúmenes de captura. Durante 2020, los estados de Baja California Sur (1 492 t), Sinaloa (1 022 t), Oaxaca (628 t), Nayarit (656 t) y Guerrero (532 t) ocuparon los primeros cinco lugares en producción de huachinango del Pacífico mexicano, seguidos por Jalisco, Sonora, Michoacán, Chiapas, Colima y Baja California.

Se ha observado que, debido a su valor comercial, el huachinango *L. peru* es la principal especie objetivo en algunas temporadas o años debido a su valor comercial y, dado que genera altos ingresos al pescador, el esfuerzo pesquero se dirige a esta especie, lo que incrementa sus capturas de manera considerable en los últimos años. Sin embargo, en reportes y estadísticas oficiales, la captura de *L. peru* se contabiliza en la categoría de huachinangos que incluye varias especies, o bien se engloba como “pesquería de escama” con cientos de especies adicionales. Dichos reportes generalmente son a escala nacional, lo que no permite conocer de forma adecuada la importancia de *L. peru* en la pesca ribereña a escala local. Dada la relevancia económica, ecológica y social del huachinango, este trabajo tiene como objetivo presentar un análisis de las capturas, ingresos económicos, frecuencia de arribos y número de permisionarios que aprovechan el recurso, que dé cuenta de la importancia relativa del huachinango *L. peru* para cada oficina de pesca en el Pacífico mexicano, con base en lo que se registra en los avisos de arribo 2016-2020. Una vez hecho esto, será posible detectar los sitios donde este indicador muestra cambios en su importancia relativa, lo que permitirá tomar medidas de manejo de manera focalizada.

El huachinango y el pargo flamenco son las especies objetivo en la pesca ribereña, y por su alta calidad organoléptica, como son: su sabor, su color rojo y la textura de su carne, alcanzan un alto precio en el mercado regional, nacional

e incluso en el internacional (Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla 2019). Desde el punto de vista culinario, hay que agregar los componentes psicosociales de la cultura gastronómica de buena parte del país, que propician que este producto pesquero sea altamente estimado por su color rojo y su carne magra, blanca y fina. Además, es cotizado por su talla, conocida como de tamaño “platillero” (Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla 2012).

Materiales y métodos

Los datos de análisis corresponden a los avisos de arribo reportados a la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) entre 2016 y 2020, filtrados en dos etapas: la primera consistió en la delimitación de los registros correspondientes al grupo de escama en el océano Pacífico a partir del grupo principal según los reportes presentados por las embarcaciones menores. Una vez obtenidos los registros de escama (y revisados), se separaron aquellos que corresponden únicamente a la pesquería de huachinango.

Se hicieron sumatorias de los registros de huachinango para obtener cuatro valores por oficina de pesca: *i*) el peso total en toneladas, *ii*) el ingreso (valor del producto desembarcado) económico en millones de pesos, *iii*) el número de avisos de arribo y *iv*) el número de permisionarios distintos que reportaron captura de escama. Esta operación se realizó para la pesquería total de escama en el Pacífico y se obtuvo la proporción de huachinango con respecto al grupo de escama. Se consideró importante hacer los análisis a escala oficina de pesca (por ser donde se origina la información). Los datos correspondientes al flamenco (*L. guttatus*) fueron descartados.

Para calcular el índice de importancia relativa (IIR) se modificó la fórmula utilizada por Ojeda-Ruiz y Ramírez-Rodríguez (2012), quienes promedian la aportación proporcional en términos de captura (C), el valor económico (V) y la frecuencia de arribo (F), sin ponderación entre ellas. Para este trabajo se incluyeron los permisionarios (P) que reportan la captura de la especie de acuerdo con el atributo del Registro Nacional de Pesca y Acuicultura (RNPA) de la base de datos de arribos. Esta evaluación se realizó por oficina de pesca y

2. SIPESCA. 2021. Sistema de Información de Pesca y Acuicultura. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura. <https://sipesca.CONAPESCA.gob.mx> Acceso: 20 de enero de 2022.

las proporciones corresponden a la pesquería de huachinango respecto a la pesquería total de escama. Se definió la fórmula de la siguiente manera:

$$\text{IIR} = (\%C + \%V + \%F + \%P) / 4$$

Resultados

De acuerdo con la base de arribos para el periodo 2016-2020, en el Pacífico mexicano se registraron 34 487 t de huachinango, en tanto que la escama marina reportó 399 424 t. El ingreso económico por huachinango ascendió a \$1 777 millones de pesos (MDP), mientras que el total de escama fue de \$20 114 MDP. El huachinango se registró en 56 419 avisos de arribo y la escama total en 812 935. Durante este periodo, 3 324 permisionarios reportaron captura de escama, de los cuales 1 350 también reportaron huachinango entre sus capturas.

Por entidad federativa

Baja California

En Baja California se reportaron capturas de escama en siete oficinas de pesca 42 768 t, de las cuales 24.82 t corresponden al huachinango, equivalente al 0.05% respecto a la captura total de escama. Entre 2018 y 2020, El Rosario reportó 18.32 t, siendo la de mayores capturas, mientras que Bahía de Los Ángeles reportó entre 2016 y 2020 un total de 5.93 t; las cinco oficinas restantes reportaron 0.56 t en total para ese periodo (Fig. 1a). El promedio porcentual del huachinango respecto a la escama para Bahía de Los Ángeles y El Rosario fue de 0.45 y 0.69% (Fig. 2a).

Los ingresos reportados por la captura de escama marina fueron de 183 millones de pesos (MDP) anuales, de los cuales \$1.39 MDP correspondió a captura de huachinango, lo que representa 0.75% (Fig. 1b). En promedio, las oficinas

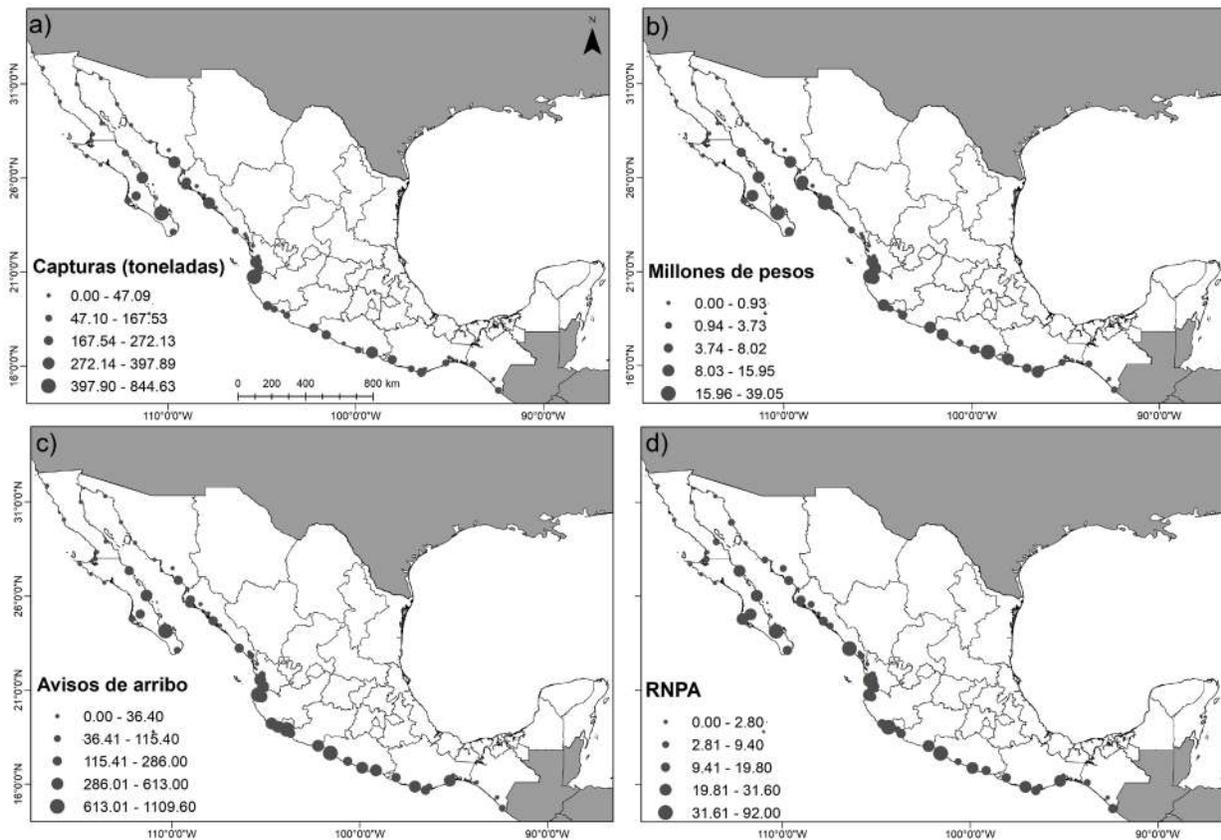


Fig. 1. Información promedio anual reportada para huachinango en cada oficina de pesca para el periodo 2016-2020. a) Capturas, b) Ingreso económico, c) Número de avisos de arribo, d) Número de RNPA que registraron captura de la especie.

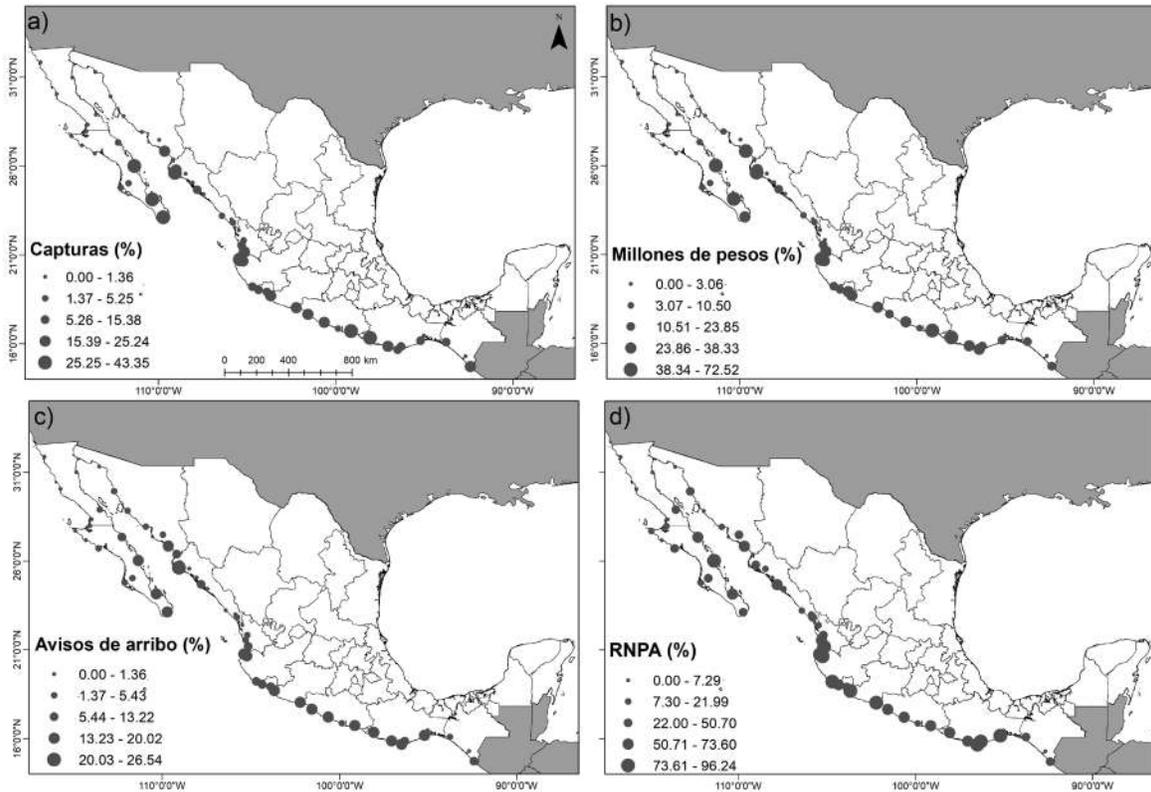


Fig. 2. Proporción porcentual promedio anual de huachinango respecto a la pesquería de escama reportada en cada oficina de pesca para el periodo 2016-2020. *a)* Capturas, *b)* Ingreso económico, *c)* Número de avisos de arribo, *d)* Número de RNPA que registraron a la especie.

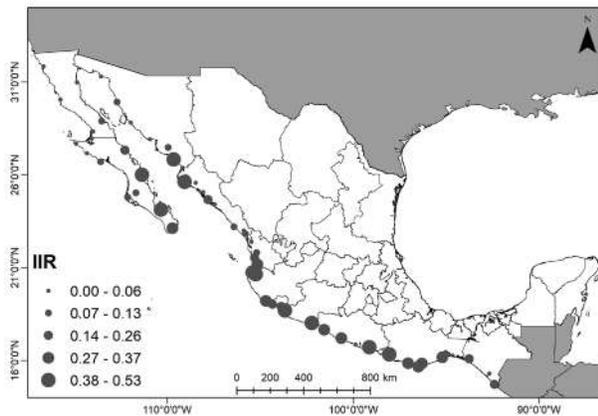


Fig. 3. Índice de importancia relativa del huachinango para cada oficina de pesca.

de El Rosario y Bahía de Los Ángeles fueron las de mayor reporte de ingreso de huachinango con \$229 540 y \$1.14 MDP en total para el periodo 2016-2020. Estas cifras corresponden a 0.76% del ingreso generado por la escama en Bahía de Los

Ángeles y 2.3% de los ingresos reportados en El Rosario (Fig. 2b).

En promedio, anualmente se registraron 6 534 avisos de arribo que incluyen especies de escama durante el periodo 2016-2020, de los cuales se reportaron 176 avisos en total con referencia a captura de huachinango (Fig. 1c). Las oficinas con reporte de huachinango fueron El Rosario y Bahía de los Ángeles, que en promedio reportaron 16.2 y 17.8 avisos por año, por lo que el huachinango tuvo una representación de 0.5% en los avisos de arribo de escama.

El número de permisionarios registrados en el RNPA que realizaron reportes de avisos de arribo para BC fue de 245 para el periodo de estudio (Fig. 1d). Los permisionarios que reportaron huachinango fueron 15 lo que equivale a 6% del total de permisionarios de escama. La oficina con mayor reporte de huachinango por distintos permisionarios fue Bahía de Los Ángeles con 12 (Fig. 2d).

El índice de importancia relativa (IIR) muestra que, en la entidad, Bahía de Los Ángeles tuvo

Tabla 1

Síntesis de la información promedio anual reportada para huachinango en cada estado para el periodo 2016-2020 y la proporción porcentual promedio anual de huachinango respecto a la pesquería de escama

Entidad Federativa	Captura total (2016-2020)	Proporción respecto a la captura de escama	Ingreso (MDP)	Ingreso respecto a la escama (%)	Avisos de arribo con huachinango (promedio anual)	Avisos respecto a la escama (%)	Permisionarios que reportaron huachinango	Permisionarios respecto a la escama (%)	IIR (rango entre oficinas)
BC	25	0.05	1.39	0.75	176	2.69	15	6	0 - 0.09
BCS	8 446	11.79	388.73	17	2 309	8.04	367	55.6	0.10 - 0.45
SON.	1 966	3.53	70.2	6	351	4.65	62	15.4	0.03 - 0.39
SIN.	5 355	7.7	265.54	12.64	4 746	14.2	188	35.9	0.02 - 0.53
NAY.	6 141	11.6	325.65	21.35	10 242	6	144	59	0 - 0.48
JAL.	2 069	15	131	26.34	4 053	12.98	42	33.6	0.35 - 0.40
COL.	361.85	9.3	23.31	18.57	2 550	8.46	92	56	0.23 - 0.25
MICH.	1 568	19.2	111.9	30.5	2 901	15.76	77	70	0.39 - 0.40
GRO.	3 913.72	12.22	245.28	22.86	10 382	8	163	32.9	0.06 - 0.42
OAX.	3 779.67	17.34	182.31	28.84	6 178	13.75	163	69	0.32 - 0.42
CHIS.	861.65	10.86	31.77	14.58	497	4.6	37	30	0.18 - 0.24
TOTAL	34 487	117.37	1 777.08	199.43	44 385	99.13	1350	463.4	

el valor más alto con 0.09, seguido de El Rosario con 0.02 y Ensenada con 0.01; en el resto de oficinas, el IIR fue de cero (Fig. 3).

Baja California Sur

En el estado existen 11 oficinas de pesca, en las cuales sólo seis reportan importantes capturas de huachinango. Durante 2016 a 2020, la captura total anual de escama varió entre 14 700 y 20 100 t con un total de 71 418 t, de las cuales 8 446 t fueron de huachinango, lo que equivale a 11.79%. Las oficinas de pesca en donde se registraron capturas mayores de huachinango fueron Santa Rosalía, Loreto, La Paz, Cabo San Lucas, San Carlos y Cd. Constitución (811 t, 1 565 t, 4 223 t, 460 t, 350 t y 1 014 t, respectivamente). Los sitios de desembarco están en ambos litorales del estado; los de la costa occidental provienen de capturas de la zona alrededor de Bahía Magdalena y en la costa oriental en el Golfo de California (Fig. 1a). El promedio porcentual que representan estas capturas de huachinango con respecto a las de escama en cada oficina de pesca fue de 5.25%, 28.62%, 33.34%, 30.42%, 2.54% y 3.97%, respectivamente (Fig. 2a).

El ingreso que generó la captura promedio de escama en el estado durante 2016-2020 fue

de \$453 MDP anuales con un total de \$2 268.38 MDP, mientras que \$388.73 MDP provinieron de la captura de huachinango, lo que equivale a 17% de los ingresos reportados de escama. Las capturas promedio de huachinango registradas por oficina de pesca generaron un ingreso en MDP de \$8.01 en Santa Rosalía, \$15.96 en Loreto, \$33.63 en La Paz, \$6.20 en Cabo San Lucas, \$10.60 en Cd. Constitución y \$3.19 en San Carlos (Fig. 1b), lo que equivale a una proporción en la pesquería de escama de 10.5%, 50.86%, 44.89%, 38.48%, 9.08% y 3.7% (Fig. 2b).

El promedio en el número de registros de arribo generados anualmente en BCS fue de 28 694 de escama, de los cuales 2 309 corresponden a captura de huachinango por año, lo que equivale a 8.04% del total de escama. Por oficina de pesca, anualmente en La Paz se tienen, en promedio, 1 034 de avisos con reporte de huachinango, en Loreto 438, en Cd. Constitución 286, en Santa Rosalía 280, en Cabo San Lucas 115 y en San Carlos 110. Estos números representan en proporción con la escama un 18.79%, 16.19%, 4.91%, 10.9%, 15.7% y 2.59%, respectivamente (Fig. 1c y 2c).

El número de permisionarios que registraron capturas de escama en la entidad fue de 659 para todo el periodo, de los cuales 367 registraron huachinango entre sus capturas. La oficina con

mayor número de permisionarios que reportaron huachinango fue la de La Paz con 159, seguida de Cd. Constitución y San Carlos con 68 c/u, Santa Rosalía con 54, Loreto con 47, Los Cabos con 18, Guerrero Negro con 14 y, finalmente, Punta Abreojos con uno.

En Baja California Sur se encontró que Loreto fue la oficina donde el huachinango tuvo el IIR más alto con 0.45, seguido de La Paz con 0.43, San Lucas con 0.33, Santa Rosalía con 0.20 y Cd. Constitución con 0.13; en el resto de oficinas, el huachinango tuvo una importancia de 0.10 o menor (Fig. 3).

Sonora

Durante el periodo 2016 a 2020, la captura de escama varió entre 6 715 y 20 010 t, con un total de 55 669.5 t. La captura de huachinango en el mismo periodo fluctuó entre 642 y 261 t (Fig. 1a), con un total de 1 966 t para ese periodo, lo que representa 3.53% de la captura total de escama (Fig. 2a). Las oficinas de pesca (de norte a sur) en donde se registran capturas de huachinango son Puerto Peñasco, Puerto Libertad, Bahía de Kino, Guaymas, Ciudad Obregón y Huatabampo, siendo esta última la que presenta los mayores registros de captura anual (345 t) seguida de la oficina de Guaymas (28.3 t). El huachinango representó en promedio 25.36% y 1.3% de la escama marina para estas oficinas.

El ingreso promedio anual generado por las capturas de escama en el periodo 2016-2020 varió entre \$142.8 y \$300.39 MDP con un total de \$1 165.93 MDP, mientras que el ingreso por huachinango en el mismo periodo varió entre \$9.93 y \$22.05 MDP con un total de \$70.2 MDP, lo que representa 6% de los ingresos totales de las capturas de escama. La oficina de pesca en donde se presentaron los mayores ingresos totales generados por las capturas de huachinango es la de Huatabampo (\$11.5 MDP), seguida de la oficina de Guaymas (\$1.69 MDP). Proporcionalmente, los ingresos de huachinango representaron 42.66% de los ingresos de escama en Huatabampo, 3.75 % en Guaymas y 2.24% en Cd. Obregón (Figs. 1b y 2b).

Con respecto al número de avisos de arribo de las capturas de escama en Sonora, durante el periodo 2016-2020 se registró un total de 37 713, con un promedio anual de 7 542, de éstos, los avisos

de capturas de huachinango representaron 4.65% del total (promedio anual de 3.51%). La oficina que presentó el mayor número fue la de Huatabampo (258 avisos por año), seguida de la de Guaymas (36.4 avisos por año) y la de Bahía de Kino (21.4 avisos por año), representando las tres oficinas 88.7% del total de los registros de huachinango en Sonora (Fig. 1c). La proporción de avisos de huachinango en los reportes de escama fue de 20.95% para Huatabampo, 3.54% para Cd. Obregón, 3.39% para Guaymas y 2.44% para Bahía Kino (Fig. 2c).

El número de permisionarios que registraron capturas de escama para el periodo fue 401, de los cuales 62 reportaron huachinango, lo que equivale a 15.4%. La principal oficina donde se presentan el mayor número de permisionarios con capturas de huachinango es la de Huatabampo con 18, seguida de la oficina de Guaymas, con 17, según el RNPA, el resto de oficinas tuvo 10 o menos permisionarios registrando huachinango.

La oficina de Huatabampo presentó el índice de importancia relativa (IIR) de capturas de huachinango más alto con 0.39, seguida de las de Puerto Libertad con 0.12 y Cd. Obregón con 0.9, Guaymas con 0.06, Bahía Kino con 0.03 y Puerto Peñasco con 0.01 (Fig. 3).

Sinaloa

En Sinaloa existen 10 oficinas de pesca, la captura de escama reportada para el total del periodo de estudio fue de 68 905 t. En huachinango se reportaron 5 355 t, lo que equivale a 7.7% de la captura de escama. El promedio anual para el huachinango en las tres oficinas que reportaron una mayor captura fueron: Navolato 386.9 t, Los Mochis 272 t, Topolobampo 258.36 t, y las que menor captura reportaron fueron: Culiacán 8.6 t, Mazatlán con 6.85 t, El Fuerte 3 t y El Rosario 3.6 t (Fig. 1a). En términos porcentuales respecto al total de escama reportado, las tres oficinas que reportaron una mayor captura fueron: Topolobampo 43.35%, El Fuerte 21.5%, Los Mochis 16.7%, y las que menor captura reportaron fueron: Guasave 1.03%, El Rosario 0.5% y La Reforma 0.4% (Fig. 2a).

El ingreso reportado entre 2016 y 2020 por la captura de escama fue de \$2 100.5 MDP, de los cuales, \$265.54 MDP corresponden a huachinango, lo que representa 12.64% respecto a la escama

capturada en el estado. El total de ingresos en MDP por huachinango en las principales oficinas fueron, en Navolato \$116.54, Los Mochis \$62.63, Topolobampo \$59.48 y Mazatlán \$14.31 (Fig. 1b). Proporcionalmente, estos ingresos por huachinango representaron 15.48%, 27.32%, 72.52% y 3.97%, respectivamente, en cada oficina (Fig. 2b).

El número de avisos de arribo registrados en la entidad entre 2016 y 2020 fue de 166 176 con un promedio anual de 33 233. Respecto a huachinango, se registraron en total 4 746, lo que equivale a 14.2% de los registros de escama.

En promedio para el huachinango, las tres oficinas que reportaron un mayor número de avisos de arribo fueron: Mazatlán 226, Navolato 220.6 y Los Mochis 195 avisos por año, el resto de oficinas presentó menos de 25 avisos por año (Fig. 1c). La proporción de avisos de arribo de huachinango respecto al total de escama destacó en Topolobampo con 26.54%, Los Mochis con 11.2% y Navolato con 9.37% (Fig. 2c).

Los permisionarios que registraron captura de escama fueron 523, de los cuales 188 reportaron capturas de huachinango, lo que representa 35.9% de permisionarios. La oficina con mayor número de permisionarios registrando huachinango fue Mazatlán con 108, seguida de la de Los Mochis y la de Navolato con 24 y 22, permisionarios respectivamente. El resto de oficinas tuvo 13 o menos permisionarios reportando captura de huachinango (Fig. 1d).

En Sinaloa, los valores del IIR más altos se encontraron en: Topolobampo con 0.53, Los Mochis con 0.26, Navolato con 0.25, El Fuerte con 0.19, Escuinapa con 0.13, Mazatlán con 0.07, Guasave con 0.05, Rosario y Culiacán con 0.03 y, finalmente, la Reforma con 0.02 (Fig. 3).

Nayarit

La captura promedio anual de escama observada durante el periodo de estudio vario de 6 850 a 13 805 t, con un total de 52 737 t. Por su parte, el huachinango tuvo capturas de entre 655 y 1 714 t con un total de 6 141 (Fig. 1a), lo que equivale a 11.6% de la producción total de escama. Las oficinas de pesca que registran las mayores capturas promedio de la especie fueron, la Cruz de Huanacastle con 595 t, San Blas 359 t y La Peñita de Jaltemba con 243 t, que representan, en promedio

32%, 9.7% y 19.1% respecto a la captura total de escama de cada oficina (Fig. 2a).

Respecto a los ingresos que proporciona la captura promedio de escama marina en la entidad durante 2016 a 2020 fueron de \$1 524.66 MDP, de los cuales \$325.65 MDP corresponden a los ingresos obtenidos de la captura de huachinango (Fig. 1b), lo que representa 21.35% de los ingresos reportados por escama. Las oficinas de pesca con mayores ingresos totales obtenidos de la captura de escama fueron la Cruz de Huanacastle (\$195.22 MDP), seguido de San Blas (\$64.03 MDP) y la Peñita de Jaltemba (\$61.42 MDP), el resto de oficinas tuvo ingresos por 4.89 MDP por huachinango entre todas. Proporcionalmente, los ingresos por huachinango respecto a la escama, representaron 47.95% en Cruz de Huanacastle, 28.59% en la Peñita de Jaltemba y 16.38% en San Blas.

El número de avisos de arribo de escama total reportado entre 2016 y 2020 fue de 169 254 con un promedio de 33 850 avisos por año. Respecto a la captura de huachinango, se reportaron 10 242 avisos, lo que equivale a 6% respecto al total de avisos de escama. Las oficinas con mayores reportes anuales de huachinango son Cruz de Huanacastle con 810.6, Peñita de Jaltemba con 613 y San Blas con 559.4. Proporcionalmente, esto equivale a 16.94%, 12.47% y 5.43% de registros de huachinango del total de escama (Figs. 1c y 2c).

El número de permisos de pesca de escama marina en la entidad fue de 241 para el periodo de estudio, de los cuales 144 reportaron haber capturado huachinango, lo que equivale a 59% de permisos. Las oficinas que presentan un mayor número de permisos con captura de huachinango son las de pesca de San Blas con 112, seguida, en orden decreciente, de la Peñita de Jaltemba con 42, la Cruz de Huanacastle con 40, Tecuala con 32, Tuxpan con 23, Santiago Ixcuintla con 13 y, finalmente, Tepic con 16 (Figs. 1d y 2d).

Respecto al resultado sobre IIR (Fig. 3), en Nayarit se encontró que la oficina de la Cruz de Huanacastle es la más importante con un valor de 0.48, seguida de las oficinas de la Peñita de Jaltemba con 0.37 y San Blas con 0.21, y las menos importantes son las ubicadas más al norte de la entidad (Santiago Ixcuintla - 0.13, Tecuala - 0.03 y Tuxpan - 0.00).

Jalisco

Se registró una captura anual de escama marina entre 2 043 a 3 150 t del periodo 2016-2020 con un total de 12 979 t. Respecto a la captura de huachinango se observaron intervalos de 334 a 469 t con un total de 2 069 t, lo que equivale a 15% de la captura total de escama. En las oficinas de Puerto Vallarta se presentaron las menores capturas con entre 115 a 225 t, y en Barra de Navidad fueron mayores, con valores de 216 a 290 t (Fig. 1a). El promedio porcentual de huachinango respecto a la captura de escama, para Puerto Vallarta fue de 24.8% mientras que para Barra de Navidad fue de 13.8% (Fig. 2a).

El ingreso que generó la captura total de escama en el estado fue de \$495.25 MDP, mientras que \$131 MDP provino de la captura de huachinango, lo que representa 26.34% de los ingresos totales por escama. Las capturas promedio registradas por oficina de pesca generaron un ingreso de \$56.54 MDP en Puerto Vallarta y \$73.66 MDP en Barra de Navidad (Fig. 1b), lo que equivale a una proporción de 38.33% y 21.8 % en cada oficina (Fig. 2b).

Los promedios en el número de registros de arribo generados con capturas de escama fueron 31 219 para todo el periodo, mientras que de huachinango fue de 4 053 avisos, lo que equivale a 12.98%. En Puerto Vallarta se reportaron anualmente en promedio 438.2 y 371.6 para Barra de Navidad, contribución anual de avisos de huachinango que equivale a 11.42% y 16.05% del total de escama reportado para cada oficina (Figs. 1c y 2c).

Con respecto al número de permisionarios que registraron capturas, para escama el total fue de 125 para todo el periodo de estudio, para huachinango fue de 42, lo que equivale a 33.6%. Las oficinas con mayor número de permisionarios reportando huachinango fueron Barra de Navidad con 23 y Puerto Vallarta con 19 (Figs. 1d y 2d).

El IIR que representa la captura de huachinango en las dos oficinas de pesca principales fue: Puerto Vallarta de 0.40 y Barra de Navidad de 0.35 (Fig. 3).

Colima

El aporte de la captura oficial de escama marina fue de 364 a 1 137 t del periodo 2016 a 2020, con un total de 3 877 t. La captura de escama estuvo

representada por dos oficinas: Manzanillo con 494 t anuales y Tecomán con 81 t. La captura de huachinango fue de 59 t anuales en Manzanillo y de 12 t en Tecomán, con un total estatal de 361.85 t para el periodo 2016-2020, lo que equivale a 9.3% de la captura de escama. En Manzanillo, el huachinango representa 8.7% de las capturas de escama y para la oficina de Tecomán, el huachinango representa 13% de las capturas (Figs. 1a y 2a).

El ingreso que generó la captura total de escama en el estado fue de \$125.5 MDP, del cual \$23.31 provinieron de la de huachinango. Las capturas promedio registradas por oficina de pesca generaron un ingreso anual promedio de \$3.73 MDP en Manzanillo y \$925 250.00 pesos en Tecomán (Fig. 1b), lo que equivale a una proporción de 18.01 y 26.05% (Fig. 2b).

El número de registros de arribo generados con capturas de escama tuvo un promedio anual de 6 026 avisos, y de 30 129 para todo el periodo de estudio, mientras que de huachinango se generaron 2 550 avisos para todo el periodo, lo que equivale a 8.46% respecto al total de escama. El promedio anual de avisos de huachinango reportados por oficinas fue de 426 en Manzanillo y 84 en Tecomán (Fig. 1c), que representan una proporción de 8.20% y 10.65%, respectivamente (Fig. 2c).

El número de permisionarios que registraron capturas de escama fue de 164 en Colima, de los cuales 92 reportaron huachinango entre sus capturas, lo que equivale a 56%, reportado en las oficinas de Manzanillo con 81 y Tecomán con 13 permisos (Figs. 1d y 2d).

El índice de importancia relativa que representa la captura de huachinango en las dos oficinas de pesca principales fue: Manzanillo de 0.23 y Tecomán de 0.25 (Fig. 3).

Michoacán

De 2016 a 2020, la captura promedio anual de escama varió entre 919 y 2 255 t con un total de 8 130 t, de las cuales la captura de huachinango fluctuó entre 219 y 365 t con un total de 1 568 t, lo que representa 19.2% de la captura de escama. Las oficinas de pesca en donde se registran las capturas de huachinango son Coahuayana y Lázaro Cárdenas, con 606 y 904 t en total para cada oficina (Fig. 1a). El promedio porcentual que representan estas capturas de huachinango con

respecto a las de escama es de 21.9% para Lázaro Cárdenas y de 19.4% para Coahuayana (Fig. 2a).

El ingreso que generó la captura promedio de escama en el estado fue de \$365.33 MDP, mientras que \$111.90 MDP proviene de la captura de huachinango, lo que equivale a 30.5% de los ingresos por escama. Las capturas totales registradas por oficina de pesca mostraron la generación de un ingreso de \$37.15 MDP en Coahuayana y \$74.22 MDP en Lázaro Cárdenas (Fig. 1b), equivalente a una proporción de 29.4% y 32.04% respecto a los ingresos de escama reportados por oficina (Fig. 2b).

Para la entidad, entre 2016 y 2020 se reportó un total de 18 401 avisos de arribo de escama. De ese total, 2 901 corresponden a huachinango, que equivalen a 15.76% respecto al total de escama. El promedio anual por oficina de pesca fue de 233.2 (Fig. 1c). El ejido de Coahuayana, representa una proporción de 14.31% (Fig. 2c), para Lázaro Cárdenas, anualmente se registraron 346.6 avisos de huachinango, lo que representa 17.29% de los avisos registrados.

Con respecto al número de permisos que registraron capturas para escama, el total fue de 110, de los cuales 77 reportaron huachinango entre sus capturas. Las oficinas que reportaron huachinango fueron Lázaro Cárdenas con 53 permisionarios y Coahuayana con 24 (Fig. 1d).

El índice de importancia relativa que representa la producción de huachinango en las dos oficinas de pesca principales es de 0.39 para Coahuayana y de 0.40 para Lázaro Cárdenas (Fig. 3).

Guerrero

El estado cuenta con cuatro oficinas de pesca donde se reporta la pesca marina. La captura promedio de escama marina, comprendida en el periodo 2016-2020 varió entre las 3 556.2 y 10 081 t con un total de captura de 31 961 t, mientras que la de huachinango estuvo entre 531.82 y 984.75 t, con un total de 3 913.72 t durante ese periodo, lo que representa 12.22% de la captura total de escama. La mayor de captura de huachinango correspondió a las oficinas de pesca de Cruz Grande y Zihuatanejo con 354 y 262 t anuales, en ese orden (Fig. 1a). La mayor proporción de huachinango con respecto a la captura total de escama se encontró en las oficinas de pesca de Cruz Grande

con 33.5%, Zihuatanejo con 16.4% y Tecpan de Galeana con 17.6% (Fig. 2a).

Los ingresos generados por la captura de escama en el periodo 2016-2020 fueron de \$1 070.38 MDP, de los cuales \$245.28 MDP provinieron de los ingresos por huachinango, equivalentes a 22.86% del total de ingresos por escama. Las oficinas que reportaron mayores ingresos durante este periodo fueron Marquelia Cruz Grande con \$121.29 MDP seguido de Zihuatanejo con \$78 MDP, Acapulco con \$30.36 MDP y Tecpan de Galeana con \$14.78 MDP (Fig. 1b). Proporcionalmente, el huachinango aportó ingresos por escama en Marquelia Cruz Grande con 43.02%, Tecpan de Galeana con 32.14%, Zihuatanejo con 23.85% y Acapulco con 7.34% (Fig. 2b).

Entre 2016 y 2020 se registraron 128 262 avisos de arribo para escama, de los cuales 10 382 reportes corresponden a huachinango, lo que equivale a 8% de los de escama. En promedio anual, los reportes por oficina fueron para Zihuatanejo 1 109.6, Marquelia Cruz Grande con 404.6, Acapulco con 354 y Tecpan de Galeana con 204.4, lo que proporcionalmente representó por oficina 13.91%, 20.2%, 2.48% y 15.15% respecto a los avisos de escama para cada oficina (Figs. 1c y 2c).

En la entidad, 495 distintos permisionarios registraron captura de escama, de los cuales, 163 reportaron huachinango entre sus capturas, lo que equivale a 32.9%. Las oficinas con mayor número de permisionarios con pesca de huachinango fueron Zihuatanejo con 81 y Acapulco con 48, seguidas de Marquelia Cruz Grande con 28, Tecpan de Galeana con 18 y Cd. Altamirano con cuatro (Fig. 1d).

Las oficinas de pesca que presentaron el mayor IIR fueron: Cruz Grande con 0.42 y, siguiendo en orden de importancia, Tecpan de Galeana y Zihuatanejo con 0.31 y Cd. Altamirano con 0.11 y, finalmente, Acapulco con 0.06 (Fig. 3).

Oaxaca

De 2016 a 2020, la captura promedio anual de escama vario entre 2 296 y 5 937 t con un total de 21 671 t, de las cuales la captura de huachinango incremento entre 403 y 1 032 t con un total de 3 779.67 t, lo que representa 17.34% de la captura de escama. Las oficinas de pesca en donde se registraron estas capturas son Juchitán, Pinotepa

Nacional, Puerto Ángel, Puerto Escondido, Salina Cruz y Santa María Huatulco; sin embargo, en las cinco últimas oficinas fue donde se registraron las mayores capturas, ya que reportan 209.81, 248.78, 146.1, 99.16 y 46.42 t por año en cada oficina (Fig. 1a). Los promedios porcentuales que representan estas capturas de huachinango con respecto a las de escama en cada oficina de pesca fueron 38.9%, 15.35%, 20.1%, 15.32% y 14.63%, respectivamente (Fig. 2a).

El ingreso que generó la captura de escama en el estado fue de \$629.75 MDP, mientras que \$182.31 MDP provinieron de la captura de huachinango, lo que equivale a 28.84% de ingresos por escama. Las capturas registradas por oficina de pesca generaron un ingreso en MDP de \$52.64 en Pinotepa Nacional, \$63.21 en Puerto Ángel, \$39.27 en Puerto Escondido, \$16.27 en Salina Cruz y \$9.9 en Santa María Huatulco (Fig. 1b), equivalentes a 51.09%, 29.22%, 31.79%, 21.6% y 21.63% (Fig. 2b) respecto a la captura de escama.

Para la entidad se reportaron 44 907 registros de avisos de arribo de escama, de los cuales 6 178 corresponden a huachinango, que equivalen a 13.75% de los avisos de escama. En el promedio anual, la oficina con mayores avisos de huachinango fue Salina Cruz con 389.6 reportes por año, seguido de Puerto Escondido con 345.6, Pinotepa Nacional con 227.6, Puerto Ángel con 203.6 y finalmente Huatulco con 65 avisos por año (Fig. 1c). Proporcionalmente, el huachinango aportó en estas oficinas 15.6%, 15.58%, 16.63%, 14.67% y 10.81% de los avisos de escama en cada oficina (Fig. 2c).

Con respecto al número de permisionarios que registraron capturas de escama en la entidad, el total fue de 235, de los cuales, 163 reportaron huachinango entre sus capturas. Las oficinas con mayor número de permisionarios que capturan huachinango fueron las de Puerto Escondido con 48, seguido de Puerto Ángel y Salina Cruz con 46 c/u, Pinotepa Nacional con 25 y, finalmente, Huatulco con 17 (Fig. 1d).

El IIR que representa la producción de huachinango en las principales oficinas de pesca se observa en la *figura 3*; para Pinotepa Nacional es de 0.42, Puerto Ángel y Puerto Escondido con 0.35, Salina Cruz con 0.34 y Huatulco con 0.32

Chiapas

De 2016 a 2020, la captura promedio anual de escama fluctuó entre 687 y 2 454 t con un total de 7 927.6 t de escama, de las cuales la captura de huachinango varío entre 77 y 332 t, con un total de 861.65 t, que representa 10.86% de la captura de escama. Las oficinas de pesca en donde se registran estas capturas son Acapetahua, Puerto Madero y Tonalá; sin embargo, fue en las oficinas de Puerto Madero y Tonalá donde se registraron las mayores capturas totales (518 t y 335 t, respectivamente) (Fig. 1a). El promedio porcentual que representan estas capturas de huachinango con respecto a las de escama son de 16.4% y 10.3%, respectivamente (Fig. 2a).

El ingreso que generó la captura de escama en el estado durante 2016 a 2020 fue de \$217.86 MDP, mientras que \$31.77 MDP provinieron de la captura de huachinango, equivalentes a 14.58% de ingresos por escama. Las capturas registradas en Puerto Madero y Tonalá generaron un ingreso de \$15.66 y \$15.91 MDP, respectivamente (Fig. 1b), lo que equivale a un porcentaje de 21.10% y 17.35% del ingreso reportado como captura de escama (Fig. 2b).

El total de avisos de arribo para la entidad fue de 10 722 durante 2016 a 2020, de los cuales 497 fueron de huachinango, lo que equivale a 4.6% del total de escama. Puerto Madero y Tonalá fueron las oficinas con más reportes, con un promedio anual de 77.4 y 20.2 (Fig. 1c). Proporcionalmente, esto equivale a 13.22% y 4.10% de los avisos de arribo reportados como escama para estas dos oficinas (Fig. 2c).

En la entidad, 123 distintos permisionarios reportaron captura de escama, de los cuales 37 tuvieron captura de huachinango, lo que equivale a 30%. Las oficinas con mayor número de permisionarios que reportaron huachinango fueron Puerto Madero con 26 y Tonalá con 10; finalmente, en Acapetahua sólo un permisionario.

El IIR que representa la producción de huachinango en las dos oficinas de pesca principales fue de 0.24 para Puerto Madero y para Tonalá de 0.18 (Fig. 3).

Discusión

La pesquería de escama ribereña tiene relevancia social y económica, ya que provee a las comunidades costeras ingresos económicos y seguridad alimentaria. En ese sentido, el Pacífico mexicano por sus características tropicales y templadas ofrece una variedad de especies de escama que permite el desarrollo comunitario y brinda seguridad alimentaria a miles de comunidades que a lo largo de 7 828 km (INEGI 2015) de costa aprovechan el recurso. Identificar patrones espacio-temporales en las capturas de especies relevantes, como lo es el huachinango, es particularmente importante en países como México, en donde se estima que más de 80% de sus recursos pesqueros están al máximo rendimiento sostenible o en estado de deterioro (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón 2011).

Los datos de avisos de arribo utilizados en este estudio presentaron algunas limitaciones, por ejemplo, el posible traslape entre especies, es decir, es probable que se esté reportando el pargo lunarejo (*L. guttatus*) como huachinango (*L. peru*) en entidades como Jalisco, Colima y Michoacán (zona norte), sumado a la inconsistencia en los registros, como reportes de *Lutjanus campechanus* (Poey 1860) en las entidades del Pacífico y en los valores de los datos, incluida la dificultad para separar especies de agua dulce o acuicultura al hacer el agrupamiento de escama marina total. Por ello, es probable que los valores presentados en este estudio cuenten con inexactitudes; sin embargo, es posible identificar patrones y tendencias en las capturas que concuerdan con lo reportado en la bibliografía. Además, como se aprecia en los resultados (Fig. 1a), con estos datos es posible identificar patrones y tendencias en las capturas que concuerdan con lo reportado en la bibliografía.

Para el periodo de estudio (2016-2020) se observaron capturas muy por encima de las tendencias históricas (Zárate-Becerra *et al.* 2022).³ En

algunos estados, las capturas son tres o cuatro veces mayores que en años anteriores (CONAPESCA 2018), observándose un incremento muy conspicuo en las capturas del periodo analizado. Es probable que esta alza obedezca a una mejora en el sistema de captura de los datos, más que al buen manejo o a condiciones óptimas para el recurso que permitan un aumento del *stock*. En 2014 se instrumentó el Sistema de Información de Pesca y Acuicultura (SIPESCA) para las oficinas de pesca de CONAPESCA y, en 2015, el sistema estuvo disponible para que los productores pudieran registrar sus capturas en dicho sistema y así facilitar la incorporación de registros (Zamora-García *com. pers.* 21 de abril de 2022).

Aunque se han reportado capturas de huachinango en la costa occidental de la península de Baja California (BC), éstas se mantienen en valores muy bajos (Fig. 1a), siendo la zona de Bahía Magdalena (BM), en BCS, el sitio con las mayores capturas en toda esa región. Esto se debe a las preferencias térmicas de la especie; BM se considera el límite geográfico de la región del Pacífico Oriental Tropical y hábitat del huachinango (Robertson y Allen 2015), por lo que es lógico que en latitudes más altas (con temperaturas más frías) se reporten las capturas más bajas para esta especie en México. También es posible que en realidad estos registros resulten de una incorrecta identificación del *L. peru* por *L. guttatus*.

La región de BC no parece idónea para la presencia de la especie, así como se destaca en los resultados, las capturas son bajas en todas las oficinas de la entidad y, por tal motivo, el ingreso económico que se reporta es el menor a escala nacional y representa menos de 1% del ingreso total de la escama marina. La frecuencia de avisos de arribo por permisionario que reporta sus capturas es cercana a cero (Figs. 1 y 2); por lo anterior, el IIR de huachinango en BC es el más bajo para cualquier entidad en México.

Se considera que el huachinango tiene preferencias por arrecifes rocosos y aguas cálidas (Froese y Pauly 2022), y la costa oriental de BCS presenta esas características: es principalmente rocosa, de aguas cálidas y con bajos submarinos, lo que favorece su abundancia desde Cabo San Lucas hasta Santa Rosalía, incluido el Corredor San Cosme-Punta Coyote donde es una de las especies principales (Díaz-Uribe *et al.* 2004,

3. Zárate-Becerra ME, A Labastida-Che, E Cabrera-Mancilla, RM Gutiérrez-Zavala, MS Zúñiga-Flores, E Espino-Barr, Mauricio Salas Maldonado, A Balmori-Ramírez, H Aguirre-Villaseñor, FD Estrada-Navarrete. 2022. Informe técnico sobre el estatus, productividad y recomendaciones de manejo de la pesquería de huachinango (*Lutjanus peru*) en el Pacífico. (Documento interno). INAPESCA. México. 32p.

Basurto *et al.* 2013). Asimismo, en BCS, Ramírez y Rodríguez (1990) mencionan que los lutjánidos son el grupo dominante en la captura comercial y, nuevamente, que el huachinango es el principal representante (Del Monte-Luna *et al.* 2001). La contribución de la especie en las capturas, ingresos, frecuencia de arribo y número de permisionarios involucrados es destacable en BCS (Figs. 1 y 2), por lo que tiene alta importancia en la industria pesquera.

Tres oficinas de pesca en BCS estuvieron entre 0.3 y 0.45 del IIR (Fig. 3): Cabo San Lucas, Loreto y La Paz. En esta última, los avisos de arribo provienen de las bahías de La Paz y La Ventana, las regiones más productivas del estado, y en años anteriores han contribuido con 50% de las capturas comerciales (Díaz-Uribe *et al.* 2004). Otro factor que hay que destacar es el valor del producto en el mercado, ya que se considera que una de las actividades principales en las comunidades previamente mencionadas es el turismo. Asimismo, la cercanía de las zonas de pesca o sitios de desembarque en dichas localidades facilita la provisión de productos frescos directamente y sin intermediario, por lo que pueden comprarse a muy buen precio, por ejemplo, en Loreto, el huachinango aporta 28.62% de la captura de escama, pero genera más de 50% del ingreso económico reportado para esta actividad; es decir, genera un rendimiento de 22% en términos económicos respecto a su proporción de capturas. Además, durante la temporada de mayor pesca, esta especie ha representado hasta 25% de los ingresos en playa en BCS (Díaz-Uribe *et al.* 2004).

Las capturas muestran un patrón general de incremento desde el Golfo de Tehuantepec hasta el centro del Golfo de California (GC), en el que Santa Rosalía, BCS, es la última localidad que muestra capturas altas, ya que en latitudes superiores a 27°N se aprecia un decremento importante de las mismas, al igual que al norte de la costa de Sonora y centro de Sinaloa. Esto podría deberse a que las temperaturas son frías en latitudes altas del GC y disminuyen hasta 15 °C en invierno (NASA 2022).⁴ Por otra parte, en la costa de Sinaloa, la plataforma continental es amplia y

se conforma de ecosistemas arenosos y estuarios en su mayoría, lo que favorece la pesca de otras especies, como el camarón (Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez 2007). La presencia de parches de arrecifes rocosos en la costa de Sinaloa favorece la presencia de huachinango, pero también lo hacen susceptible a la pesca. Durante la temporada de pesca de camarón, la mayoría de los pescadores enfoca su esfuerzo en la captura de camarón, que es la actividad más redituable. A medida que baja la disponibilidad de este recurso, los pescadores empiezan a dirigir su esfuerzo a otras especies más rentables por su disponibilidad y demanda del mercado como, por ejemplo, el huachinango y otras de escama.

Para Sinaloa, los ingresos derivados del huachinango con respecto a la escama son altos en algunas oficinas de pesca (Fig. 1), como la de Topolobampo, en donde el huachinango representa más de 60% de los ingresos (Fig. 2). Esta producción se enfoca en satisfacer mercados externos como el de Guadalajara, que están dispuestos a pagar precios más elevados para satisfacer la demanda (Aguirre-Villaseñor *com. pers.* 26 de abril de 2022).

Otros ejemplos serían: Navolato, en donde si bien el huachinango aporta 15.48% de los ingresos, equivalentes a \$23.19 MDP al año, en Los Mochis, aporta 16% de la captura, lo que en términos económicos significa más de 27% del ingreso de escama. Asimismo, Sinaloa ocupa el primer lugar a escala nacional en términos del valor de su producción pesquera; por lo que, aunque el ingreso generado por el huachinango es menor a 15% dentro de la pesquería de escama, éste representó entre \$38 y \$68 MDP anuales entre el periodo de 2016 y 2020. Por ello, como se aprecia en la *figura 3*, el IIR es alto en Navolato y Los Mochis con 0.25, y el más alto del Pacífico mexicano en el caso de Topolobampo con 0.53 de IIR.

Desde el sur del GC hasta el GT, las capturas tienen valores medios a altos en la mayoría de las oficinas (Fig. 1a); tal es el caso de Nayarit, que representa una de las entidades más importantes, con el tercer lugar en producción de huachinango para el periodo estudiado (Zárate-Becerra *et al.*

4. NASA 2022. NASA Earth Observations. <https://neo.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MYD28M>. Consulta: 28/04/2022

2021).⁵ Aunque la especie es capturada durante todo el año en esta entidad, se observa un incremento en los registros de captura durante los meses de noviembre a mayo y una disminución en los meses de verano debido a las malas condiciones ambientales que limitan su pesca, periodo en el que los pescadores se enfocan en otras actividades económicas o en la captura de otras especies (Zárate-Becerra *et al.* 2017).⁶ Del Monte y colaboradores (2001) analizaron la captura de escama que se registra en la oficina de pesca de La Cruz de Huanacastle, y determinaron que la captura de huachinango es una pesquería objetivo, por lo que no es sorprendente que 59% de los permisionarios que reportan escama, también reporten huachinango (Tabla 1, SAGARPA 2016, 2017, Zárate-Becerra *et al.* 2017, CONAPESCA 2018, 2019 y 2020), lo que es consistente con lo reportado en este estudio (Fig. 1a, Fig. 2a).

Con respecto al valor que representa para el pescador el huachinango en Nayarit, éste está entre el primer y el segundo lugares con los ingresos más altos, compitiendo con los volúmenes y ganancias de la captura de robalo en la entidad (SAGARPA 2016, 2017, Zárate-Becerra *et al.* 2017, CONAPESCA 2018, 2019, 2020). Por oficina de pesca, la Cruz de Huanacastle ocupa el primer lugar en proporción de ingresos por huachinango, ya que representó en promedio cerca de 60% de las capturas en la entidad, así como los más altos ingresos y número de registros de avisos de la especie, lo que se refleja en el valor de IIR (0.48, Fig. 3), seguido de la Peñita de Jaltemba (0.37) y de San Blas (0.21). Este último ocupa el tercer lugar, principalmente por su cercanía

a lagunas y esteros que favorecen la presencia del robalo y otras especies de alto valor disponibles y cercanas a la costa (SAGARPA 2016, 2017, Zárate-Becerra *et al.* 2017, CONAPESCA 2018, 2019, 2020). Dado lo anterior, estas tres oficinas representan la mayor importancia para la entidad por los volúmenes de captura y la derrama económica que genera por la pesca de huachinango, demostrando que la especie es fundamental para la economía de quienes se dedican tanto a la pesca como a su comercialización.

En el caso de Jalisco, la entidad no cuenta con flota mayor ni de mediana altura, por lo que toda su captura es de embarcaciones menores, y cuando el pescador va por escama, su especie objetivo es el huachinango. Como se aprecia en los resultados (Figs. 1a y 2a), Puerto Vallarta y Barra de Navidad presentan altas capturas (Fig. 1) y, proporcionalmente, el huachinango es una especie clave en las pesquerías del estado (Fig. 2) y dentro de la escama representa 26% del ingreso. Sin embargo, la presencia del huachinango es temporal y se combina con otras especies de escama, por lo que el esfuerzo de captura no es constante; si la pesca disminuye, el esfuerzo tiende a incrementarse en horas de trabajo y a disminuir en días laborables (Cruz-Romero y Espino-Barr 2013, Luna-Raya *et al.* 2015). A pesar de ello, la contribución en capturas, ingresos, frecuencia de arribo y permisionarios reportando sus capturas ubican al huachinango con valores altos de IIR en Barra de Navidad (0.35) y Puerto Vallarta (0.40), (Fig. 3).

Para el caso de Colima se cuenta con embarcaciones mayores para la pesca de atún, de mediana altura para la captura de tiburón y pelágicos mayores, así como embarcaciones menores para la pesca de escama en el litoral y lagunas, y especies bentónicas (García-Boa *et al.* 1996). Las temporadas de pesca varían según la disponibilidad de las especies y, aunque hay pargos todo el año, su volumen disminuye y entonces destinan el esfuerzo a otras especies, como la sierra, que es temporal (Cruz-Romero y Espino-Barr 2013). Aun así, el huachinango aporta cerca de 10% de la captura anual de escama. Cruz y colaboradores (1996) encontraron, no sólo que la familia Lutjanidae representa 80% de la captura total, sino que el huachinango es la especie más sobresaliente de la familia, como puede apreciarse en los resultados (Fig. 1). Aunque las capturas de

5. Zárate-Becerra ME, E Espino-Barr, MS Zúñiga-Flores, M Salas-Maldonado, E Cabrera-Mancilla, A Labastida-Che, FD Estrada-Navarrete, H Aguirre-Villaseñor, A Balmori-Ramírez, RM Gutiérrez-Zavala, AM Lupio-Rodríguez, NM Cruz-García, KY López-Álvarez, AL Núñez-Orozco, JA Oviedo Piamonte, A García-Boa, M Puente-Gómez, C Pérez, R Paredes-Mellado, V Hernández-Covarrubias, JL Abarca-Paniagua, C Meléndez Galicia, F Cerna Aguirre, A Arellano-Torres. 2021. Informe técnico sobre el estatus, productividad y recomendaciones de manejo de la pesquería de huachinango (*Lutjanus peru*). Informe técnico (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. México. 35p.
6. Zárate-Becerra ME, LF Mondragón-Sánchez, L Hernández Corona, NM Cruz-García. 2017. Informe técnico sobre el estatus y opciones de manejo de la pesquería de huachinango (*Lutjanus peru*) en el litoral de Nayarit. Informe Técnico. (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. México. 10p.

huachinango pueden considerarse bajas en Colima si se comparan con las de otras entidades, en la *figura 2* se puede ver que el huachinango contribuye significativamente a la captura de escama en la entidad, por lo que las oficinas de Manzanillo y Tecomán reflejan una importancia relativa superior a 0.2 (Fig. 3).

La actividad pesquera en la costa de Michoacán es extractiva y 90% de los pescadores vende su producto a varios compradores. El esfuerzo pesquero aplicado en la costa de Michoacán es de 1 186 pescadores organizados en 61 organizaciones pesqueras. La pesquería de la costa se caracteriza por ser multiespecífica, es decir, se utiliza una diversidad de artes de pesca, como redes agalleras y línea de anzuelos, palangre escamero y buceo a pulmón; las más utilizadas en la captura del huachinango (Hernández-Montaña *et al.* 2006). En Michoacán, el huachinango se mueve a mercados locales o cercanos a las ciudades vecinas, como el puerto de Zihuatanejo, Gro., donde se comercializa una cantidad importante de esta especie proveniente de Lázaro Cárdenas, y otra cantidad se queda en el mismo puerto. La producción en la parte norte de la costa del estado tiene gran demanda en Colima y en el Mercado del Mar en Guadalajara, Jalisco; el resto lo compran intermediarios, quienes a su vez lo entregan a grandes acaparadores, o lo venden en las rancherías cercanas a la costa (Meléndez-Galicia 2011).⁷ Por lo anterior, las oficinas de Coahuayana y Lázaro Cárdenas presentan valores de IIR cercanos a 0.3 (Fig. 3).

En Guerrero, el huachinango y el pargo flamenco son las especies objetivo en la pesca ribereña y el mercado juega un papel importante en el estado, al contar con dos de los centros turísticos más importantes, nacional e internacionalmente: Acapulco e Ixtapa-Zihuatanejo (Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla 2019). Por ello, en las oficinas de Guerrero, el huachinango presenta un IIR de 0.24, siendo Marquelia-Cruz Grande la más destacada (Fig. 3).

En la costa de Oaxaca, el huachinango y los pargos *L. guttatus* y *L. colorado*, son las especies objetivo de la pesca artesanal. Las principales zonas

de captura abarcan desde Salina Cruz hasta Corralero (límite con Guerrero). Las altas capturas de huachinango en Oaxaca también pueden estar relacionada con las características oceanográficas costeras. La Provincia Mexicana, que comprende el litoral desde el sur de Sinaloa hasta la bahía de Tangolunda, en Oaxaca, se caracteriza por presentar una plataforma continental estrecha y escarpada, de fondos rocosos y declive abrupto, con algunas zonas de arenas y limos en zonas profundas, que favorecen la presencia de huachinango en esa zona. La costa de Oaxaca (de Salina Cruz a Corralero) está dentro de la Provincia Mexicana, mientras que el Golfo de Tehuantepec (de Salina Cruz, Oax., hasta Puerto Madero, Chis.) es parte de la Provincia Panámica, que abarca el Golfo de Tehuantepec y se continúa hasta Centroamérica. Se caracteriza en su fisiografía por el ensanchamiento de la plataforma continental, lo que condiciona la existencia de una amplia extensión costera de fondos blandos (Anislado-Tolentino 2000). De acuerdo con los resultados, el huachinango reporta altos volúmenes de captura y, por lo tanto, de ingresos (Fig. 1); tiene una importancia promedio de 0.36 en las oficinas donde se registra (Fig. 3).

En la costa de Chiapas, la importancia relativa del huachinango es la menor del sur del Pacífico mexicano debido a que, de acuerdo con Labastida Che *et al.* (2020)⁸, tienen mayor importancia comercial especies como la sierra (*Scomberomorus sierra* Jordan & Starks 1895), la lisa (*Mugil cephalus* Linnaeus 1758) y el robalo (*Centropomus* sp.). Además, Tapia-García (1997) indica que 80% de la captura de las especies demersales en el Golfo de Tehuantepec (Punta Chipehua, Oax., hasta Puerto Madero, Chis.) lo representan las familias Bothidae, Scorpaenidae, Haemulidae, Gerreidae, Serranidae, Torpedinidae y Batrachoididae, entre otras. Este grupo lo forman familias eurihalinas y caracterizan sistemas lagunares-estuarinos. En el análisis de la fauna acompañante del camarón en el Golfo de

7. Meléndez-Galicia C. 2011. Especies de peces y demás fauna susceptibles de ser aprovechadas en la costa de Michoacán. Opinión técnica. (Documento interno). CRIAP-Pátzcuaro. México. 7p.

8. Labastida-Che A, AL Núñez-Orozco, JA Oviedo-Piamonte, E Ramos-Santiago, L Partida Cervantes, JJ Cruz Pérez. 2020. La pesquería de escama marina del Pacífico sur mexicano (costa de Oaxaca y Chiapas). Informe Técnico de Investigación. (Documento interno). INAPESCA. México. 24p.

Tehuantepec, Núñez-Orozco *et al.* (2019)⁹ indican que las especies de mayor IIR son *Orthopristis chalcea* (Günther 1864), *Haemulopsis axillaris* (Steindachner 1869), *Syacium ovale* (Günther 1864), *Selene peruviana* (Guichenot 1866), *Diapterus peruvianus* (Sauvage 1879), *Chloroscombrus orqueta* Jordan y Gilbert 1883 y *Haemulopsis nitida* (Steindachner 1869). Sin embargo, aunque el huachinango presenta capturas bajas, el buen rendimiento económico que generan esas capturas hace que el IIR en Puerto Madero y Tonalá sea de 0.21 en promedio, que puede considerarse alto al tratarse del aporte de una sola especie.

Aunque estudios previos han determinado la importancia del huachinango en sitios puntuales (Ramos-Cruz 2001, Espino-Barr *et al.* 2002, Díaz-Uribe *et al.* 2004, Zárate-Becerra *et al.* 2014), no se había realizado el esfuerzo de identificar la importancia de la especie desde una perspectiva nacional. Si bien la información de captura local es insuficiente para la mayoría de las pesquerías en México, como se aprecia en los resultados, el análisis a partir de lo que se reporta por embarcaciones menores en las oficinas de pesca brinda una aproximación acerca de la distribución y la abundancia del recurso a lo largo del país, ya que las embarcaciones de este sector son de baja potencia y las capturas se reportan en la oficina de pesca más próxima a donde se realiza la captura. Este trabajo demuestra que el huachinango es, sin duda, la especie más importante de la pesquería de escama, por lo menos en algunos de los estados analizados. Asimismo, realizar este tipo de análisis permitirá identificar cambios en los próximos años en la importancia relativa del recurso y de cada uno de los componentes que integran este índice (capturas, ingresos, frecuencia de arribo y número de permisionarios), lo que facilita el monitoreo pesquero de manera local. Finalmente, el conocer la importancia relativa de un recurso, así como los cambios en el tiempo, podría ayudar a priorizar los limitados recursos humanos y económicos para lograr un manejo pesquero sostenible que pueda brindar beneficios

a las comunidades costeras más vulnerables del Pacífico mexicano.

Literatura citada

- Allen GR. 1985. FAO Species catalogue. Snappers of the World. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. *FAO Fisheries Synopsis* 6(125): 208p.
- Allen GR, DR Robertson. 1994. *Fishes of the Tropical Eastern Pacific*. University of Hawaii Press. Honolulu. 332p.
- Amezcuca-Linares F. 2008. *Peces demersales del Pacífico de México*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM. México 281p.
- Anislado-Tolentino V. 2000. Ecología pesquera del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) en el litoral del estado de Michoacán, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias-UNAM. México. 145p.
- Arreguín-Sánchez F, E Arcos Huitrón. 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica* 21(3): 431-462.
- Basurto X, A Bennett, A Hudson Weaver, S Rodríguez-Van Dyck, JS Aceves-Bueno. 2013. Cooperative and Noncooperative strategies for small-scale fisheries' self-governance in the globalization era: implications for conservation. *Ecology and Society* 18(4): 38. DOI: 10.5751/ES-05673-180438
- Castro-Aguirre JL. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Departamento de Pesca/Instituto Nacional de Pesca. *Serie Científica* 19: 298p.
- Castro-Aguirre JL, HS Espinosa-Pérez, JJ Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Serie Biotecnologías. IPN/Ed. Noriega-Limusa. México. 711p.
- Cohen PJ, EH Allison, NL Andrews, J Cinner, LS Evans, M Fabinyi, LR Garces, SJ Hall, CC Hicks, TP Hughes, S Jentoft, DJ Mills, R Masu, EK Mbaru, BD Ratner. 2019. Securing a just space for small-scale fisheries in the blue economy. *Frontiers in Marine Science*, 6: 171. DOI: 10.3389/fmars.2019.00171
- CONAPESCA. 2016. *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2016*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, SAGARPA. México. 293p.
- CONAPESCA. 2017. *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2017*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, SAGARPA. México. 293p.
9. Núñez-Orozco AL, JA Oviedo Piamonte, A Labastida Che, L Hernández Corona, I Olivares Romero, VM Laguna Natarén, AE López López. 2019. Evaluación y manejo del camarón en el Golfo de Tehuantepec, México. Informe final de investigación. (Documento interno). INAPESCA. México. 53p.

- CONAPESCA. 2018. *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2018*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, SAGARPA. México. 290p.
- CONAPESCA. 2019. *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2019*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, SADER. México. 289p.
- CONAPESCA. 2020. *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2020*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, SADER. México. 290p.
- Cruz-Romero M, E Espino-Barr (comps.). 2013. *La pesca ribereña en Colima y Jalisco*. Instituto Nacional de Pesca. México. 63p.
- De la Cruz-Agüero J. 1997. *Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur*. IPN, CICIMAR, CONABIO. México. 346p.
- Del Monte-Luna P, R Moncayo-Estrada, S Sánchez-González. 2001. Determinación de la especie objetivo en la captura comercial en La Cruz de Huanacastle, Nayarit, México, de 1987 a 1997. *Ciencia Pesquera* 15: 127-130.
- Díaz-Uribe JG, EA Chávez, JF Elorduy-Garay. 2004. Evaluación de la pesquería del huachinango (*Lutjanus peru*) en el suroeste del Golfo de California. *Ciencias Marinas* 30(4): 561-574.
- Espino-Barr E, A Ruiz-Luna, A García-Boa. 2002. Changes in tropical fish assemblages associated with small-scale fisheries: A case study in the Pacific off central Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12(4): 393-401. DOI: 10.1023/A:1025355102004
- Espino-Barr E, M Cruz-Romero, A García-Boa, 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CONABIO, INP, CRIP-Manzanillo. México. 106p.
- Espino Barr E, EG Cabral-Solís, A García Boa, M Puente-Gómez. 2004. *Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México*. SAGARPA-INP. México. 145p.
- Espino-Barr E, M Cruz-Romero. 2006. Aspectos generales de la pesca ribereña en el Pacífico mexicano. En: Guzmán-Amaya P, D Fuentes-Castellanos (eds.). *Pesca, acuicultura e investigación en México*. Comisión de Pesca, Cámara de Diputados. CEDRSSA. México. 2: 37-47.
- FAO y WorldFish Center. 2008. Small-scale Capture Fisheries: A Global overview with emphasis on developing countries: a preliminary report of the Big Numbers Project. *The World Bank*, Washington, DC. © World Bank. EEUU. 64p.
- Froese R, D Pauly. 2022. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2022).
- García-Boa A, M Cruz-Romero, E Espino-Barr. 1996. Catálogo de artes de pesca ribereñas del estado de Colima. *Oceanología* 4(12): 163-179.
- Gutiérrez-Zavala RM, E Cabrera-Mancilla. 2012. *La pesca ribereña de Guerrero*. Instituto Nacional de Pesca. México. 86p.
- Gutiérrez Zavala RM, E Cabrera Mancilla. 2019. *Especies marinas de valor comercial en el estado de Guerrero*. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. México. 198p.
- Hernández-Montaña D, C Meléndez-Galicia, A Arellano-Torres. 2006. Evaluación pesquera del huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Michoacán. En: MC Jiménez-Quiroz, E Espino-Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. SAGARPA-INP. México. pp: 477-484.
- INEGI. 2015. *Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2015*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 723p.
- Luna Raya MC, E Espino-Barr, FJ de la Cruz-González. 2015. Análisis de la rentabilidad de la pesca ribereña en el sur de Jalisco, México. *Revista Economía y Negocios* 2(2): 25-42.
- Madrid VJ, P Sánchez, AA Ruiz. 1997. Diversity and abundance of a tropical fishery on the Pacific Shelf of Michoacán, Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 45: 485-495. DOI: 10.1006/ecss.1996.0219
- Ojeda-Ruiz de la Peña MA, M Ramírez Rodríguez. 2012. Interacciones de pesquerías ribereñas en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur. *Región y sociedad* 24(53): 189-204.
- Ramírez RM, C Rodríguez. 1990. Composición específica de la captura artesanal de peces en la Isla Cerralvo, BCS., México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 5(2): 137-141.
- Ramos-Cruz S. 2001. Evaluación de la pesquería de huachinango *Lutjanus peru* en la zona costera de Salina Cruz, Oaxaca, México, durante 1995. *Ciencia Pesquera* 15: 151-157.
- Robertson DR, GR Allen. 2015. *Peces costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de información en línea*. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Salcido-Guevara LA, F Arreguín-Sánchez. 2007. A benthic ecosystem model of the Sinaloa continental shelf, Mexico. *Fisheries Centre Research Reports* 15(6): 170-188.
- Tapia-García M. 1997. *Diversidad dinámica y patrones reproductivos en la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec*. Universidad Autónoma

Metropolitana-Unidad Iztapalapa. Informe final SNIB-CONABIO proyecto Núm. B094. México. 117p. Ulloa-Ramírez P, JL Patiño-Valencia, ML Guevara-Rascado, S Hernández Ventura, R Sánchez-

Regalado. PA Pérez Velázquez. 2008. *Peces marinos de valor comercial del Estado de Nayarit, México*. SAGARPA-INP. México. 91p.

Recibido: 2 de mayo de 2022.

Aceptado: 30 de octubre de 2022.

Artículo científico

¿Es posible utilizar puntos de referencia de manejo pesquero con base en los cambios en la estructura y función del ecosistema? El efecto del cambio climático

Is it possible to use fisheries management reference points based on changes in ecosystem structure and function? The effect of climate change

Juan Carlos Hernández-Padilla*, Francisco Arreguín-Sánchez**, Manuel J. Zetina-Rejón**, Juan Carlos Seijo***, Andrés Cisneros-Montemayor****, Norberto Capetillo-Piñar[◊] y Silvia Salas*

Resumen

En la literatura científica es posible encontrar una serie de modelos tanto de evaluación de *stock* como de ecosistemas que consideran los cambios ambientales. Sin embargo, en México el manejo convencional de los recursos explotados presenta debilidades al no considerar debidamente dichos cambios en las propuestas de manejo. Hoy día, los ecosistemas marinos, además de la pesca, están expuestos a los efectos del cambio climático, por lo que su manejo debería considerar sus posibles cambios en la estructura y la función. El presente trabajo tiene como objetivo evidenciar las consecuencias del cambio climático en la estructura y el funcionamiento del ecosistema, así como proponer un manejo adaptativo en función de estos cambios. El ecosistema sudeste del Golfo de California, México, fue usado como estudio de caso. Se empleó un modelo trófico de ecosistema desarrollado en la plataforma *Ecopath* reportado previamente en la literatura y se calcularon los indicadores de potencial de auto-organización (F) y grado de orden del ecosistema (A/C). Se realizaron simulaciones temporales (2006-2100) de dichos indicadores en la plataforma *Ecosim* y se evaluaron tres escenarios. El efecto del cambio climático fue inducido mediante las anomalías del pdo reportadas en la literatura. En el primer escenario, F mostró una trayectoria de cambio durante el periodo 2006-2011 hacia un estado menos ordenado; sin embargo, los valores del indicador son relativamente altos ($F > 0.9$). Los resultados de este trabajo mostraron un efecto moderado del cambio climático en la estructura y el funcionamiento del ecosistema sudeste del Golfo de California. A pesar de ello, las simulaciones de los indicadores holísticos del ecosistema sugieren que esta condición no pone en riesgo la sostenibilidad del ecosistema en el largo plazo. Fueron identificados estados alternos del ecosistema que podrían ser usados como puntos de referencia para evaluar de forma diferencial la pesca en un contexto global.

Palabras clave: indicadores holísticos del ecosistema, cambio climático, estructura y función del ecosistema, sudeste del Golfo de California, puntos de referencia ecosistémicos.

Abstract

In the scientific literature it is possible to find a series of models for both stock and ecosystem evaluation that consider environmental changes. However, in Mexico, the conventional management of exploited resources presents weaknesses by not duly considering these changes in the management proposals. Nowa-

* Departamento de Recursos del Mar, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida-IPN, km 6 Antigua Carretera a Progreso Apdo. postal 73, 97310 Mérida, Yucatán, México. ✉ Autor responsable de la correspondencia: juanc.hernandezp@cinvestav.mx.
** Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN. Ave. Instituto Politécnico Nacional s/n, Co. Playa Palo de Santa Rita, 23096 La Paz, BCS, México.
*** Universidad Marista de Mérida, Periférico Norte Tablaje Catastral 13941, Carretera Mérida Progreso, 97300 Mérida, Yucatán, México.
**** Nippon Foundation Ocean Nexus Center, School of Resource and Environmental Management, Simon Fraser University.
◊ Federación de Cooperativas Pesqueras Zona Centro, FEDECOOP Zona Centro, La Paz, BCS, México.

days, marine ecosystems, in addition to fisheries, are exposed to the effects of climate change, so their management should consider possible changes in their structure and function. The present work aims to demonstrate the consequences of climate change on the structure and function of the ecosystem, as well as to propose an adaptive management according to these changes. The southeastern ecosystem of the Gulf of California, Mexico was used as a case study. A trophic ecosystem model developed in the *Ecopath* platform previously reported in the literature was used and indicators of self-organization potential (F) and degree of ecosystem order (A/C) were calculated. Temporal simulations (2006-2100) of these indicators were performed in the *Ecosim* platform evaluating three scenarios. The effect of climate change was induced through pdo anomalies reported in the literature. In the first scenario, F showed a trajectory of change during the period 2006-2011 towards a less orderly state, however, the indicator values are relatively high ($F > 0.9$). The results of this work showed a moderate effect of climate change on the structure and functioning of the southeastern Gulf of California ecosystem. However, simulations of holistic ecosystem indicators suggest that this condition does not jeopardize the long-term sustainability of the ecosystem. Alternate ecosystem states were identified that could be used as benchmarks to differentially evaluate the fishery in a global context.

Keywords: holistic ecosystem indicators, Climate change, ecosystem structure and function, southeastern Gulf of California, ecosystem reference points.

Introducción

Los objetivos de manejo de los recursos se definen por razones económicas y sociales y suelen basarse en el estado actual del recurso pesquero explotado. Las pesquerías se administran por lo general de forma independiente unas de otras a pesar de pertenecer al mismo ecosistema; esto supone implícitamente la ausencia de interdependencias biológicas y ecológicas (Arreguín-Sánchez 2022a). A escala global, muchas de las poblaciones administradas con un enfoque mono-específico están sobreexplotadas y los ecosistemas que las mantienen están degradados (Pikitch *et al.* 2004, Hilborn 2011); resulta necesario instrumentar nuevos enfoques para asegurar la sostenibilidad de las pesquerías y del propio ecosistema (Hilborn 2004). Desde hace un par de décadas, el manejo pesquero basado en el ecosistema se ha propuesto como un enfoque más eficaz para la gestión de la pesca a escala mundial (Pikitch *et al.* 2004). Este enfoque suele tener dos objetivos principales, conservar la estructura, la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, además de satisfacer las necesidades sociales y humanas relacionadas con la producción de alimento y la generación de beneficios económicos (Zhou *et al.* 2010). Los ecosistemas están en constante cambio en su configuración como respuesta a la variabilidad climática prevaleciente (Hernández-Padilla *et al.* 2021), por lo que la posibilidad de expresar los atributos holísticos del ecosistema como indicadores de referencia para el manejo pesquero ha cobrado mayor interés científico.

El manejo adaptativo de los recursos pesqueros con base en indicadores holísticos involucra la integración de una gran cantidad de información en modelos dinámicos, para investigar los efectos de estrategias de gestión o políticas públicas (Holling 1986, Walters 1986, Vergara-Solana *et al.* 2022). Los procesos de auto-organización que ocurren en ecosistemas marinos se definen como mecanismos de respuesta que responden a perturbaciones naturales (como el cambio climático) y antrópicas (como la sobrepesca), que se manifiestan como cambios en la topología, la organización y la función del ecosistema (Solé y Bascompte 2006, Ulanowicz 2011, Hernández-Padilla *et al.* 2021). Desde la perspectiva de manejo adaptativo, estos procesos pueden ser utilizados para evaluar y medir la evolución temporal de los ecosistemas marinos explotados con diferentes fuentes de incertidumbre (Arreguín-Sánchez 2014, 2022a).

Las poblaciones explotadas están expuestas a diferentes perturbaciones, como la sobrepesca y cambios ambientales que, en conjunto, hacen variar su abundancia (Badjeck *et al.* 2010, Chabot *et al.* 2015). Estos factores incrementan la incertidumbre en los modelos pesqueros y ocasionan retos en el manejo convencional de los recursos (mono-específico). Las estrategias de manejo basadas en límites de captura y esfuerzo son más eficientes en la pesca de recursos objetivo (Amezúa-Castro *et al.* 2019, Fisch *et al.* 2019, Luquin-Covarrubias *et al.* 2020), mientras en la pesca multiespecífica se dificulta su instrumentación (Ramírez-Rodríguez y Ojeda-Ruiz 2012, Jentoft 2017, de Oliveira Leis *et al.* 2019). La dinámica de

estas pesquerías para las que por lo regular no se cuenta con información suficiente acerca de los usuarios y su dinámica, las especies objetivo, los artes y métodos de pesca, así como de las áreas de pesca y desembarque, dificulta el manejo de estos recursos (Salas *et al.* 2007, Defeo *et al.* 2016, Salas *et al.* 2019, Hernández-Padilla *et al.* 2020, Torres-Irineo *et al.* 2021). En México, por ejemplo, el manejo actual de los recursos pesqueros no toma en consideración los cambios ambientales que ocurren a escala espacial y/o temporal en los ecosistemas (DOF 2018), que pueden cambiar su configuración en el largo plazo.

Desde hace al menos un par de décadas, se reconoce una condición de cambio climático en el Golfo de California; y en el último siglo, la temperatura del mar se ha incrementado (Salvadeo *et al.* 2010, Lluch-Belda *et al.* 2009). La variabilidad climática en el Golfo de California es compleja, ya que además de la influencia del cambio climático está en la transición entre los regímenes climáticos tropicales y subtropicales, y está expuesto a la variabilidad natural de gran escala, como el El Niño Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) y la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés) y sus interacciones en el tiempo y en el espacio (Lluch-Cota *et al.* 2013). Lluch-Cota *et al.* (2010) descubrieron que la variación de las señales del PDO y de la ENSO en el Golfo de California es coherente con las fluctuaciones de los registros de capturas de las pesquerías industriales, como la sardina y el camarón. En México, la fuente de incertidumbre asociada a la variabilidad natural y al cambio climático no se contempla en el manejo actual de los recursos pesqueros (DOF 2018). Por tanto, se desconocen sus efectos en el largo plazo en la abundancia de los recursos explotados y en las medidas de manejo necesarias para adaptarse a estos cambios. Lo anterior representa que, con la condición de cambio climático, el enfoque actual de manejo no toma en cuenta la evolución temporal del ecosistema, por lo que el éxito de las estrategias de manejo es limitado.

Los indicadores holísticos relacionados con el ecosistema en general (flujos de energía, resiliencia, biomasa total, ascendencia, capacidad de desarrollo y *overhead*, entre otros) han demostrado ser sensibles a los cambios en la abundancia de las especies y del ambiente (Ulanowicz 2011,

Heymans *et al.* 2014, Hernández-Padilla *et al.* 2021), que se manifiestan como cambios en su estructura y su función. Por tanto, dichos indicadores provenientes de modelos de ecosistema pueden ayudar a evaluar y entender la condición y el rendimiento de los ecosistemas marinos (Ulanowicz *et al.* 2009, Heymans *et al.* 2014, Arreguín-Sánchez 2022a), en particular para detectar cambios en su estructura y su función con distintas fuentes de incertidumbre, como el cambio climático (Zhang y Chen, 2007, Abascal-Monroy *et al.* 2016). En el sudeste del Golfo de California se han realizado algunas investigaciones relacionadas con los efectos del cambio climático y la variabilidad ambiental en algunas especies de importancia comercial, documentándose un efecto diferencial en los diferentes componentes del ecosistema. De acuerdo con Cota-Durán *et al.* (2021), con el efecto del cambio climático las especies de camarones penaeidos, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931), *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson 1874) y *Farfantepenaeus californienis* (Holmes 1900) tienen un potencial de pérdida de hábitat de 16%, 2% y 11%, respectivamente. La sardina *Sardinops sagax* (Jenyns 1842) podría disminuir en 2% su distribución espacial en la zona norte del Golfo de California como consecuencia de un incremento en la temperatura y la disminución de la productividad primaria neta (Petatán-Ramírez *et al.* 2019); mientras que Reyes-Bonilla *et al.* (2021) sugieren que la sardina crinuda (*Ophistonema* spp.) no tendría cambios importantes en su distribución en el sudeste del Golfo de California con esta fuente de incertidumbre. Por otro lado, Hernández-Padilla *et al.* (2021) identificaron que los diferentes componentes del sistema cambian su papel trófico en diferentes condiciones oceanográficas, sobre todo relacionadas con la variabilidad local de la temperatura superficial del mar.

A pesar de estas investigaciones, los estudios donde se vinculan los indicadores holísticos para analizar las fuentes de incertidumbre, como el efecto del cambio climático directamente con el manejo de los recursos explotados y del ecosistema, son limitados (Arreguín-Sánchez 2014, 2022a, 2022b). Hasta hoy, los criterios de control de la pesca no se generan a partir de indicadores o atributos holísticos, que definen su capacidad de perdurar en el tiempo y de mantener de forma sostenible su capacidad productiva global y

de uso. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evidenciar cambios en la estructura y en el funcionamiento del ecosistema sudeste del Golfo de California, usado como estudio de caso, con una condición de cambio climático mediante el uso de indicadores holísticos.

Materiales y métodos

Área de estudio

El ecosistema sudeste del Golfo de California está situado en el Pacífico mexicano (Fig. 1). Esta zona comprende una amplia plataforma continental con una inclinación moderada y profundidades que van de 0 a 59 m. Los sedimentos del fondo marino son predominantemente fangosos y arenosos, pero hay algunos parches rocosos hacia el sur (Hernández-Padilla *et al.* 2017, Hernández-Padilla *et al.* 2018, Hernández-Padilla *et al.* 2021). En esta zona hay varios ríos que descargan agua dulce enriquecida con nutrientes en los estuarios y lagunas costeras, lo que promueve una zona altamente productiva en la plataforma continental adyacente. Esta zona está influenciada principalmente por los vientos occidentales que se generan en el océano Pacífico y, en menor medida, por los vientos alisios (Sánchez-Santillán y De la Lanza-Espino 1994).

En la zona de estudio existen varias pesquerías, algunas de ellas de pequeña escala, como batoideos (Ehemann *et al.* 2017) y escama marina (Aguirre-Villaseñor *et al.* 2006) y algunas otras industriales como la pesquería de pelágicos menores (Hernández-Padilla *et al.* 2017); pero hay una pesquería industrial de camarones que es la más relevante en términos económicos (Hernández-Padilla *et al.* 2018). Esta pesquería se considera de tipo secuencial con pescadores artesanales que faenan en las aguas interiores y una flota de arrastre industrial que explota los recursos de las aguas de la plataforma continental (Aranceta-Garza *et al.* 2016). La flota industrial registra grandes volúmenes de captura incidental compuesta por peces, crustáceos, moluscos, equinodermos y otras especies marinas. Las pesquerías de pequeña escala explotan diversos recursos, principalmente peces (pargos, caballas, róbalo, bagres, salmonetes, mojarra, entre otros) y otros, como

jaiba azul, bivalvos, langosta, pulpo y camarones (Hernández-Padilla *et al.* 2017, Hernández-Padilla *et al.* 2021).

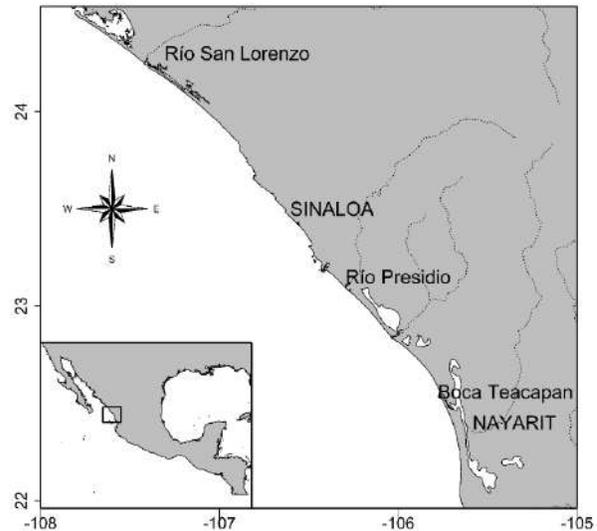


Fig. 1. Localización del ecosistema sudeste del Golfo de California, México, desde la parte sur de estado de Sinaloa hasta la parte norte del estado de Nayarit.

Modelo trófico base

Se usó un modelo trófico desarrollado en la plataforma Ecopath que representa las condiciones del sudeste del Golfo de California durante el periodo correspondiente a 2006-2007 construido por Hernández-Padilla *et al.* (2021). El modelo fue actualizado y se incluyó un grupo de tiburones (Carcharhiniformes); las especies de mayor importancia económica de este orden en la zona de estudio son *Rhizoprionodon longurio* (Jordan y Gilbert 1882) y *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith 1834) (Márquez-Farías *et al.* 2005, Anislado-Tolentino *et al.* 2008). Para este grupo, la actualización consistió en agregar la mortalidad natural (1.31 anual) calculada en este trabajo con base en el modelo de Montague y Taylor (1968), la captura pesquera promedio para la flota artesanal (0.198 t·km⁻²) para los años 2006-2007 proveniente de los avisos de arribo (mortalidad por pesca), la tasa de consumo alimenticio (9.8 anual) calculada en este trabajo con base en lo propuesto por Palomares y Pauly (1998), la eficiencia ecotrófica (0.95) tomando como criterio la importancia pesquera del grupo en el ecosistema, así como la dieta (Márquez-Farías *et al.* 2005). De esta forma, se contó con un

modelo trófico base con 38 grupos funcionales (anexos I, II y III). El modelo considera dos tipos de flotas pesqueras: a) industrial de camarón y b) artesanal, que fue subdividida en siete pesquerías objetivo: 1) camarón, 2) tiburón, 3) langosta, 4) huachinango, 5) sierra, 6) robalo y 7) ostión.

Modelo de simulación dinámica

Las simulaciones temporales se realizaron en la plataforma de Ecopath con Ecosim versión 6.5,¹ considerando el modelo trófico base. La plataforma Ecosim proporciona la capacidad de simulación dinámica del ecosistema, con parámetros iniciales clave que provienen del modelo Ecopath Base. La plataforma Ecosim utiliza un sistema de ecuaciones diferenciales que expresan las tasas de flujo de biomasa entre los grupos, como una función de la biomasa que varía en el tiempo (Christensen y Walters 2004). Estos cambios de biomasa son expresados a partir de la siguiente ecuación diferencial, que se deriva de la ecuación de producción del modelo de simulación estático:

$$\frac{dB_i}{dt} = g_i \sum Q_{ji} - \sum Q_{ij} + I_i - (MO_i + F_i + e_i)B_i$$

Ec. 1

donde $\frac{dB_i}{dt}$ representa la tasa de cambio de un grupo (i) en términos de su biomasa durante el intervalo de tiempo dt (B_i); g_i es la eficiencia de crecimiento neta (relación producción/consumo); Q_{ji} es el consumo del grupo j al grupo i ; Q_{ij} es el consumo del grupo i al grupo j ; MO_i es la tasa de mortalidad natural que no es debida a depredación (enfermedad, senectud); F_i es la tasa de mortalidad por pesca; e_i es la tasa de emigración y I_i es la tasa de inmigración.

Ajuste del modelo Ecosim

De acuerdo con la propuesto por Christensen *et al.* (2005) y Heymans *et al.* (2016), para el ajuste en la plataforma Ecosim se ingresaron series independientes a los datos de entrada de la plataforma Ecopath, de abundancia relativa (CPUE) de nueve recursos pesqueros correspondientes al

periodo 2006-2011 (capturados de forma artesanal). Las series se asociaron con los siguientes grupos funcionales: Bandera-Ariidae, Corvina-Sciaenidae, Langosta-Palinura, Lisa-Mugilidae, Mojarra-Gerreidae, Ostión-Bivalvia y Huachinango-Lutjanidae. La información proviene de los avisos de arribo² de la CONAPESCA. Además, se incorporaron variables e indicadores ambientales correspondientes al mismo periodo, que fueron usados como factores forzantes de la abundancia relativa en el modelo Ecosim. Se usó información satelital de variables ambientales locales, como temperatura superficial del mar (TSM; satélite NOAA POES AVHRR con una cobertura de 0.1 grado), clorofila-a (CHL-a; satélite Aqua MODIS con una cobertura de 0.05 grados) y velocidad del viento global (satélite NCDC Blended con una cobertura de 0.25 grados), además de indicadores ambientales que describen procesos de meso-escala, como la oscilación decadal del Pacífico (PDO), índice multivariado del ENSO (MEI) y el índice de presión del Pacífico y de Norteamérica (PNA). La información satelital fue obtenida de la NOAA.³ La relación entre las series de abundancia relativa y las variables y los indicadores ambientales se probó de forma independiente, mediante la construcción de modelos aditivos generalizados (GAM, Hastie y Tibshirani 1986 y 1990, Ruiz-Barreiro *et al.* 2019), incluido un modelo nulo, y para cada serie de CPUE se eligió el mejor modelo con base en el AIC, el valor de p para determinar si la adición de una nueva variable era significativa en el modelo y se tomó en consideración el principio de parsimonia.

El ajuste de la abundancia relativa en Ecosim a partir de los factores forzantes se realizó utilizando la información proporcionada por los modelos GAM, y sólo se usaron aquellas variables y los indicadores ambientales que mostraron la mayor influencia en la biomasa relativa de los grupos funcionales. Con anterioridad, se realizó un análisis de correlación entre las variables para evitar sobreparametrización. En Ecosim, el ajuste de los valores estimados de abundancia relativa por el modelo a los valores observados, se realizó utilizando una medida estadística de bondad de

1. www.ecopath.org

2. <https://sipesca.CONAPESCA.gob.mx/loginFIEL.php>

3. <http://coastwatch.pfeg.noaa.gov/coastwatch/CWBrowser.jsp>

ajuste, como la suma ponderada de las desviaciones al cuadrado de la CPUE logarítmica respecto a la CPUE logarítmica predicha, escalada en el caso de los datos de abundancia relativa por la estimación de máxima verosimilitud del factor de escala de abundancia relativa q en la ecuación $y = qB$ (y = abundancia relativa, B = abundancia absoluta). Posteriormente, se usó un valor estándar de vulnerabilidad (2). Lo anterior permitió que el modelo fuera capaz de reproducir las tendencias temporales observadas de abundancia relativa.

Indicadores holísticos del ecosistema

Se determinaron el potencial de auto-organización y el grado de orden del ecosistema según la teoría de la información propuesta por Ulanowicz (1986). Para ello, se calcularon los valores de Ascendencia (A), Capacidad de desarrollo (C) y *overhead* (Φ) del ecosistema para el año base y el periodo simulado. La A se calculó de acuerdo con lo reportado por Hirata y Ulanowicz (1984) y Ulanowicz y Norden (1990) usando la teoría de la información para cuantificar la organización inherente a cualquier red trófica, es decir, la certidumbre de flujos. De esta forma, A quedó expresada de la siguiente forma:

$$A = \sum_{i,j} T_{ij} \log \left(\frac{T_{ij} T_{..}}{T_{i.} T_{.j}} \right) \quad \text{Ec. 2}$$

dónde: T_{ij} es el flujo de energía del grupo funcional i a otro grupo funcional j ; $T_{..}$ representa la suma de todas las actividades tróficas medibles que ocurren en el ecosistema, es decir, los flujos totales de energía y se expresa de la siguiente forma:

$$T_{..} = \sum_{i,j} T_{ij} \quad \text{Ec. 3}$$

La principal ventaja de utilizar la teoría de información para describir la organización de un ecosistema en términos de su contenido de información es que permite cuantificar la incertidumbre de manera similar y complementaria. Es decir, en términos de flujo T_{ij} representa la probabilidad conjunta de que los eventos i y j co-ocurrán y representa la probabilidad de que una partícula de energía fluya desde i a j . De acuerdo con

Ulanowicz (1986, 2009) y siguiendo los conceptos básicos de la teoría de la información de Boltzmann (1872), Shannon y Weaver (1949) y MacArthur (1955), la probabilidad de no ocurrencia de esa combinación de eventos se representa como $s_i = \log(1 - T_{ij}) = -k \log(T_{ij})$, es decir, la probabilidad de que la partícula procedente de i llegue a cualquier otra especie excepto a j .

La energía en reserva del ecosistema para responder ante perturbaciones se estimó a partir de la siguiente relación, de acuerdo con lo propuesto por Ulanowicz (2020):

$$\Phi = - \sum_{i,j} T_{ij} \log \left(\frac{T_{ij}^2}{T_{i.} T_{.j}} \right) \quad \text{Ec. 4}$$

La suma de la Ascendencia del ecosistema y el *overhead* definen su capacidad total de desarrollo (C), y marca el límite superior teórico de la A . Este indicador se expresa de la siguiente forma:

$$C = A + \Phi \quad \text{Ec. 5}$$

A partir de la Ascendencia y Capacidad de desarrollo del ecosistema se calculó el indicador A/C , que representa el grado de orden del ecosistema con respecto a su propia capacidad de desarrollo. Los valores de este indicador varían entre 0 y 1, valores cercanos a cero están representados por ecosistemas con poca organización, con exceso de *overhead* y mayor resiliencia para soportar perturbaciones naturales o antrópicas, pero poco eficientes para transferir la energía que fluye en ellos; ecosistemas con valores cercanos a uno representan lo opuesto. Valores intermedios (0.4-0.6) representan estados óptimos del ecosistema donde se maximiza la capacidad de auto-organización (Arreguín-Sánchez 2022a).

Posteriormente, se determinó el potencial de auto-organización del ecosistema (F) con base en el indicador propuesto por Ulanowicz (2009, 2011, 2020). Este indicador es considerado como una medida de la sostenibilidad del ecosistema, es decir, qué tan resiliente es el ecosistema para soportar perturbaciones y se estimó a partir de la siguiente ecuación:

$$F = \left[\frac{e}{\log(e)} \right] a^\beta \log(a^\beta) \quad \text{Ec. 6}$$

donde a es el grado de orden del ecosistema, que representa una medida relativa del poder de organización que fluye en el ecosistema y varía entre 0 y 1; β es un parámetro de ajuste del modelo que representa la pendiente. El límite inferior de la función F es cero y el superior es uno. Particularmente, esta función describe la fracción de la actividad energética que es efectiva en la creación de un balance sostenible entre la A y el Φ . A cada valor de A/C desde 0 hasta 1 le corresponde un valor de F y de esta manera se tiene una relación teórica parabólica entre A/C vs F .

Análisis de los datos

Se analizaron tres escenarios de simulación para investigar la sostenibilidad del ecosistema sudeste del Golfo de California por medio de indicadores holísticos: 1) simulación de la capacidad de auto-organización a partir del modelo base para el periodo 2006-2011, 2) considerando las condiciones de variabilidad ambiental observada y 3) considerando el efecto del cambio climático.

En el primer escenario se utilizaron las variables forzantes usadas en el ajuste del modelo Ecosim. De forma tal que se simuló el indicador de potencial de auto-organización (F) durante un periodo de seis años (2006-2011) y se analizó su trayectoria de cambio respecto a A/C . En el segundo escenario se calcularon el límite inferior y el superior en que puede variar el indicador A/C en condiciones de estabilidad ambiental. Para ello, se usaron los valores calculados de las anomalías del indicador del PDO durante el periodo 1910-2013 y a partir de ello se determinaron periodos de estabilidad (cambios de régimen) estadísticamente diferentes, con la aplicación de una prueba t con el algoritmo *Regime Shift Detector* (Rodionov 2006). Posteriormente cuando se utilizaron los valores del PDO se eligió el periodo de estabilidad más largo (periodo 3, Fig. 4, 33 años, cambio de régimen) y sus valores fueron usados como una variable forzante en el modelo Ecosim para inducir cambios en la estructura y el funcionamiento del ecosistema. Finalmente, se realizó una simulación temporal de 33 años (del año 2012 al año 2045) de los indicadores F y A/C para identificar la trayectoria de cambio a lo largo del tiempo. En el tercer escenario se simuló el efecto del cambio climático sobre el indicador de potencial de

auto-organización del ecosistema y grado de orden (A/C) para el periodo 2006-2100. Para ello, se usaron los valores de las anomalías del PDO reportadas por Saldívar-Lucio *et al.* (2015) como indicador de cambio climático. Después, se simuló el indicador F desde el año 2006 hasta el 2100 usando como variable forzante los valores proyectados del indicador del PDO. Posteriormente, se determinaron cinco periodos de estabilidad ambiental, estadísticamente diferentes, con base en el indicador de auto-organización del ecosistema (F). Los periodos fueron identificados usando el algoritmo *Regimen Shift Detector* con un grado de variación de 10%. Por último, para evidenciar los cambios de biomasa de los grupos funcionales en función de los cambios de F como consecuencia del cambio climático, se analizaron los periodos 1 (biomasas del año 2020), periodo 2 (biomasas del año 2039) y periodo 4 (biomasas del año 2070). Después se calcularon los cambios de biomasa de los grupos funcionales para cada uno de estos periodos, usando la biomasa de éstos del modelo trófico base 2006-2007 y restándola de la biomasa de estos grupos en cada uno de los periodos.

Resultados

Ajuste del modelo Ecopath Base

El modelo generado con la plataforma Ecosim se ajustó de forma adecuada a los datos observados de abundancia relativa de los distintos grupos funcionales. La suma de cuadrados (SS) global inicial sin factores forzantes fue de 36.8 y la final (incluidos los factores forzantes) de 23.8, es decir, se redujo en 44.6%. Ésta fue usada como una medida de bondad de ajuste considerando la abundancia relativa observada de los grupos funcionales. El ajuste se realizó de manera global, es decir, se consideraron las observaciones de todos los grupos. Esto significa que para algunos grupos, el ajuste puede no ser el mejor. Tal es el caso de algunos grupos, como Ariidae (SS = 5.3) o Lutjanidae (SS = 4.3), donde la suma de cuadrados es más grande respecto al resto de los grupos (Fig. 2). La información estadística de los mejores modelos GAM probados para cada serie de CPUE se muestra en la *tabla 1*.

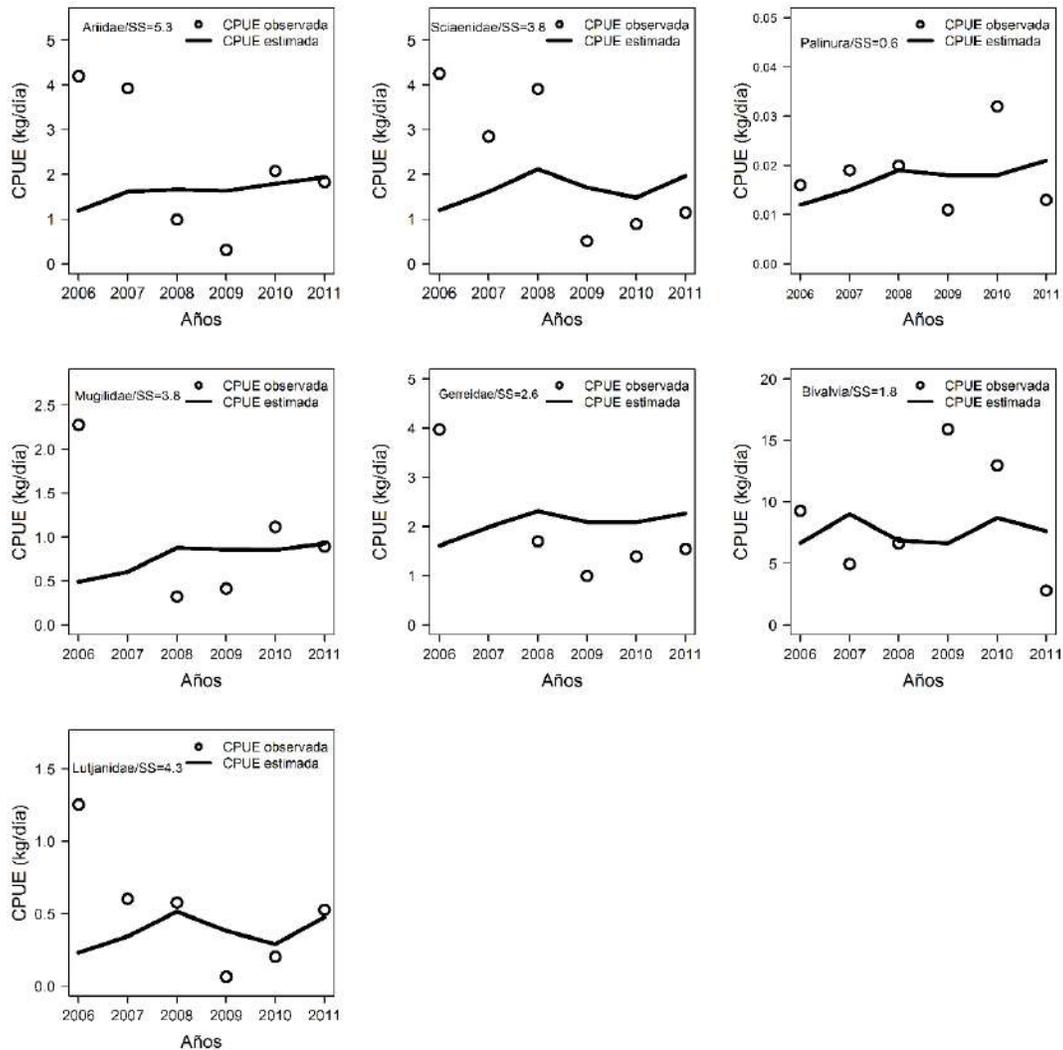


Fig. 2. Ajuste de CPUE en la plataforma Ecosim sobre los grupos funcionales de Ariidae, Sciaenidae, Palinura, Mugilidae, Gerreidae, Bivalvia y Lutjanidae. ss representa la suma de cuadrados que genera de cada grupo funcional.

Tabla 1

Modelos aditivos generalizados resultantes de la evaluación del efecto de las variables ambientales sobre los cambios en la abundancia relativa (CPUE) de una variedad de especies en el ecosistema sudeste del Golfo de California. AIC es el criterio de información de Akaike. Los mejores ajustes se muestran en negritas

Grupo funcional	Modelo	Residual Grados de libertad	Devianza Residual	p-valor	Devianza explicada %	AIC
Bandera (Ariidae)	M_0 = modelo nulo	67.9				573.4
	M_1 = CPUE ~ MEI	40.8	4.9	7.44×10^{-14} *	40	551.6
	M_2 = CPUE ~ MEI + PDO	29.2	3.8	3.92×10^{-6} *	57	539.5
	M_3 = CPUE ~ MEI + PDO + wind	19.1	5.4	< 0.0001*	72	525.7
	M_4 = CPUE ~ MEI + PDO + wind + PNA	17.9	1.6	0.15	74	525.3
	M_5 = CPUE ~ MEI + PDO + wind + PNA + SST	17.7	0.7	0.46	74	526.4

Puntos de referencia ecosistémicos para el manejo pesquero

Grupo funcional	Modelo	Residual Grados de libertad	Devianza Residual	p-valor	Devianza explicada %	AIC
	M ₆ = CPUE ~ PNA	45.7	-10.6	2.53 x 10 ⁻¹¹ *	33	560.6
	M ₇ = CPUE ~ PNA + SST	42.3	1.6	< 0.008 *	38	559.4
	M ₈ = CPUE ~ PNA + SST + NEPI	41.6	1.1	0.19	39	560.6
	M ₉ = CPUE ~ PNA + SST + NEPI + CHL-a	41.6	0.9	0.76	39	562.5
Huachinango (Lutjanidae)	M ₀ = modelo nulo	33.0	141.19			346.7
	M ₁ = CPUE ~ NEPI	26.8	94.29	6.45 x 10 ⁻⁷ *	33	340.1
	M ₂ = CPUE ~ NEPI + PNA	25.3	72.81	5.34 x 10 ⁻⁵ *	49	331.6
	M₃= CPUE ~ NEPI + PNA + SST	22.3	53.17	0.0008 *	62	324.2
	M ₄ = CPUE ~ MEI	30.4	99.66	5.89 x 10 ⁻⁶ *	29	334.9
	M ₅ = CPUE ~ MEI + CHL-a	29.5	93.76	0.03 *	34	334.5
	M ₆ = CPUE ~ MEI + CHL-a + PDO	28.5	93.24	0.48	34	336.1
Corvina (Sciaenidae)	M ₀ = modelo nulo	68.2				654.4
	M ₁ = CPUE ~ PDO	58.8	4.5	0.17	14	654.1
	M ₂ = CPUE ~ PDO + wind	53	2.3	0.14	22	652.4
	M ₃ = CPUE ~ PDO + wind+ PNA	48.2	2.05	0.16	30	650.6
	M ₄ = CPUE ~ PDO + wind + PNA + MEI	46.3	0.88	0.2	32	649.9
	M ₅ = CPUE ~ PDO + wind + PNA + MEI + NEPI	46.2	0.39	0.45	32	650.6
	M ₆ = CPUE ~ wind	60.6	-6.6	0.12	11	654.2
	M ₇ = CPUE ~ wind+ PNA	49.5	3.8	0.06	27	649.2
	M₈= CPUE ~ wind + PNA + MEI	44.2	2.4	0.18	35	647.1
	M ₉ = CPUE ~ wind + PNA + MEI + NEPI	45.7	-0.3	0.08	33	648.5
	M ₁₀ = CPUE ~ wind + PNA + MEI + NEPI + SST	42.1	3.5	0.31	38	648.1
Productores primarios	M ₀ = modelo nulo	71	40.24			130.2
	M₁= CHL-a ~ SST	70	12.26	2.2 x 10 ⁻¹⁶ *	69	41.9
	M ₂ = CHL-a ~ SST + MEI	69	10.7	0.0007 *	74	33.9
	M ₃ = CHL-a ~ SST + MEI + PNA	68	10.12	0.03 *	75	31.8
	M ₄ = CHL-a ~ SST + MEI + PNA + NEPI	58	7.32	0.02*	82	27.8
	M ₅ = CHL-a ~ SST + MEI + PNA + NEPI + PDO	56	7.09	0.33	82	28.7
	M ₆ = CHL-a ~ SST+ MEI + PNA + NEPI + PDO + wind	55	7.11		82	30.5
Langosta (Palinura)	M ₀ = modelo nulo	10.1				482.52
	M ₁ = CPUE ~ wind	6.3	6.4	2.87 x 10 ⁻⁷ *	38	474.75
	M ₂ = CPUE ~ wind + PDO	5.3	1.4	0.001 *	14	469.82
	M ₃ = CPUE ~ wind + MEI	3.7	3.7	0.001 *	63	461.62
	M₄= CPUE ~ wind + MEI + CHL-a	2.9	1.1	0.003 *	71	453.22
	M ₅ = CPUE ~ wind + MEI + CHL-a + NEPI	2.6	1.1	0.1	74	451.43
	M ₆ = CPUE ~ PDO	8.6	-12.9	2.6 x 10 ⁻⁹ *	14	477.56
	M ₇ = CPUE ~ PDO + SST	8.1	1.6	0.03 *	20	478.02
	M ₈ = CPUE ~ PDO + SST + PNA	7.9	0.9	0.17	21	479.09
	M ₉ = CPUE ~ PDO + SST + PNA + NEPI	7.9	0.9		21	481.07
Lisas (Mugilidae)	M ₀ = modelo nulo	37.0				430.01
	M₁= CPUE ~ PNA	30.8	18.1	7.6 x 10 ⁻⁶ *	54	409.71

Grupo funcional	Modelo	Residual Grados de libertad	Devianza Residual	p-valor	Devianza explicada %	AIC
	M ₂ = CPUE ~ PNA + SST	29.1	15.8	0.12	60	407.75
	M ₃ = CPUE ~ PNA + SST + MEI	26.6	13.7	0.24	65	406.83
	M ₄ = CPUE ~ PNA + SST + MEI + viento	25.4	11.7	0.09	70	403.11
	M ₅ = CPUE ~ PDO	29.9	22.6	0.002 *	42	420.74
	M ₆ = CPUE ~ PDO + wind	26.9	18.7	0.08	52	418.68
	M ₇ = CPUE ~ PDO + wind + MEI	24.7	16.2	0.15	59	417.28
	M ₈ = CPUE ~ PDO + wind + MEI + NEPI	24.7	14.6		62	413.23
Mojarras (Gerreidae)	M ₀ = modelo nulo	71.0				610.39
	M₁= CPUE ~ MEI	48.7	3.6	1.32 x 10 ⁻⁶ *	31	591.23
	M ₂ = CPUE ~ MEI + PDO	42.9	3.3	0.05	40	589.28
	M ₃ = CPUE ~ MEI + PDO + SST	41.3	0.9	0.12	42	588.68
	M ₄ = CPUE ~ MEI + PDO + SST + PNA	40.2	1.1	0.24	43	589.12
	M ₅ = CPUE ~ MEI + PDO + SST + PNA + wind	40.2	0.9	0.83	43	590.95
	M ₆ = CPUE ~ MEI + PDO + SST + PNA + wind + NEPI	40.2	0.9			592.87
Ostiones (Bivalvia)	M ₀ = modelo nulo	55	666.66			313.85
	M ₁ = CPUE ~ CHL-a	54	653.75	0.009 *	50	314.03
	M₂= CPUE ~ CHL-a + MEI	53	641.36	0.01 *	67	314.26
	M ₃ = CPUE ~ CHL-a + MEI + PDO	52	641.21	0.78	73	316.24
	M ₄ = CPUE ~ CHL-a + MEI + PDO + PNA	51	638.32	0.21	73	317.82
	M ₅ = CPUE ~ CHL-a + MEI + PDO + PNA + wind	50	638.24	0.84	83	319.81
	M ₆ = CPUE ~ CHL-a + MEI + PDO + PNA + wind + NEPI	49	637.84	0.64	84	321.75

Simulación del potencial de auto-organización durante el periodo 2006-2011 (modelo tráfico base)

El indicador de potencial de auto-organización presentó una trayectoria de cambio diferencial durante el periodo 2006-2011 (Fig. 3). Dicho indicador presentó una tendencia de cambio hacia el origen, lo que representa un estado menos organizado del ecosistema.

A pesar de ello, los niveles del indicador de potencial de auto-organización son relativamente altos ($F > 0.8$) para el periodo 2006-2011, lo que representa un alto grado de sostenibilidad del ecosistema con niveles intermedios de grado de orden, niveles donde no se pone en riesgo la sostenibilidad del ecosistema.

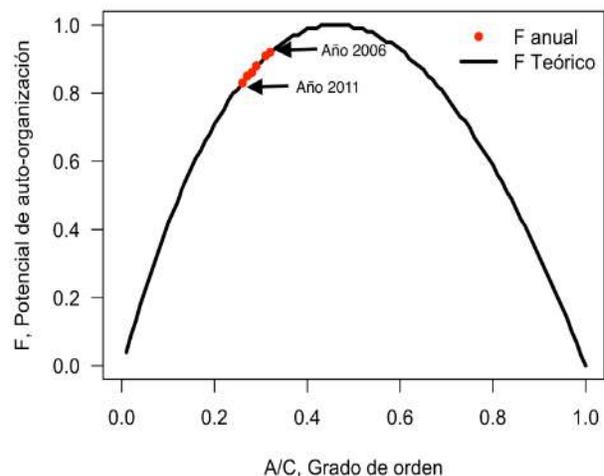


Fig. 3. Trayectoria de cambio del indicador de potencial de auto-organización y grado de orden del ecosistema en el sudeste del Golfo de California durante el periodo correspondiente a 2006-2011. La línea en negro representa la relación teórica entre el grado de orden del ecosistema y el potencial de auto-organización; mientras que los puntos en rojo, las estimaciones anuales del potencial de auto-organización y el grado de orden durante el periodo 2006-2011.

Variación natural del grado de orden del ecosistema

Con base en las anomalías del PDO durante el periodo 1910-2013 se identificaron seis periodos de estabilidad ambiental, que fueron estadísticamente diferentes entre sí (prueba *t*, $p < 0.05$; Fig. 4): 1) periodo 1, 1910-1933, 2) periodo 2, 1934-1942, 3) periodo 3, 1943-1976, 4) periodo 4, 1977-1998, 5) periodo 5, 1999-2007 y 6) periodo 6, 2008-2013 (Fig. 4). El periodo de estabilidad ambiental fue el 3, de 1943 a 1976 (33 años). En este periodo de estabilidad más largo, el grado de organización del ecosistema (*A/C*) se sugiere que puede variar entre 0.25–0.42 (Fig. 5, líneas punteadas verticales de color negro).

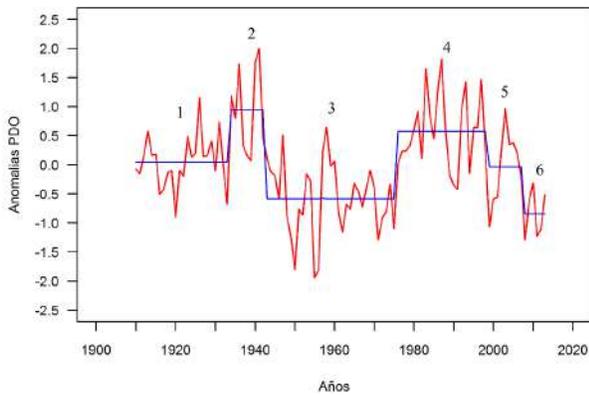


Fig. 4. Tendencia histórica de las anomalías del PDO (línea en rojo) durante el periodo de 1910-2013. La línea en azul representa los valores medios de las anomalías con un coeficiente de variación de 10%. Los números representan los periodos identificados en la serie. Las simulaciones de *A/C* en condiciones de variación natural (periodo más largo de estabilidad ambiental, 33 años) se realizaron con los valores del periodo 3.

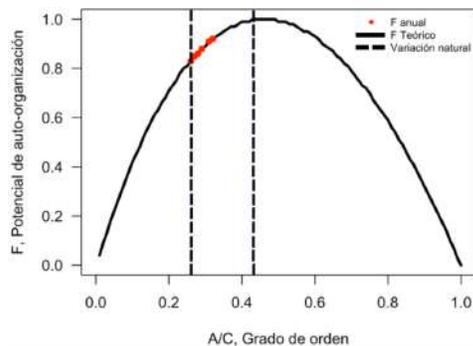


Fig. 5. Límite de variación de la capacidad de auto-organización respecto al grado de orden del ecosistema en condiciones de estabilidad ambiental (línea punteada roja; entre *A/C* = 0.25 – 0.42). Se tomó como referencia el periodo más largo de estabilidad ambiental de las anomalías del PDO, 1943-1976 (33 años).

Efecto del cambio climático en los indicadores holísticos del ecosistema

Con el efecto del cambio climático, las simulaciones del indicador de potencial de auto-organización *F* mostraron una variación que responde al comportamiento de la serie del PDO usada como un factor forzante para inducir dicho efecto (Fig. 6). Esto representa que *F* varía a lo largo del periodo correspondiente a 2006-2100 como respuesta al cambio climático. El máximo nivel de *F* fue 0.97 mientras que el mínimo de 0.83. La trayectoria de cambio del indicador de *A/C* se encontró ligeramente por fuera de la variación natural del ecosistema en condiciones de estabilidad ambiental. El análisis de estos indicadores holísticos representa que el cambio climático tiene un efecto moderado en la estructura y el funcionamiento del ecosistema sudeste del Golfo de California, y no se pone en riesgo la sostenibilidad del ecosistema en el largo. Por otro lado, se identificaron cinco periodos significativamente diferentes ($p < 0.05$) que, en términos de *F*, representan estados alternos del ecosistema: periodo 1, 2012-2032; periodo 2, 2033-2044, periodo 3, 2045-2063, periodo 4, 2064-2075 y periodo 5, 2076-2100 (Fig. 7).

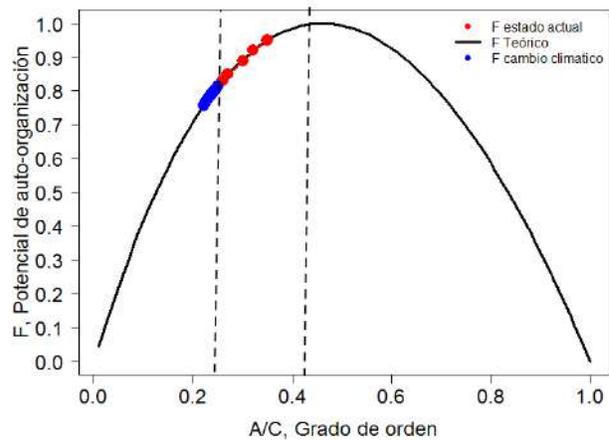


Fig. 6. Trayectoria de cambio del indicador de potencial de auto-organización (*F*) y grado de orden del ecosistema (*A/C*) en el sudeste del Golfo de California, con el efecto del cambio climático (círculos en azul). La línea punteada en negro representa la variación natural del indicador de *A/C* en condiciones ambientales estables.

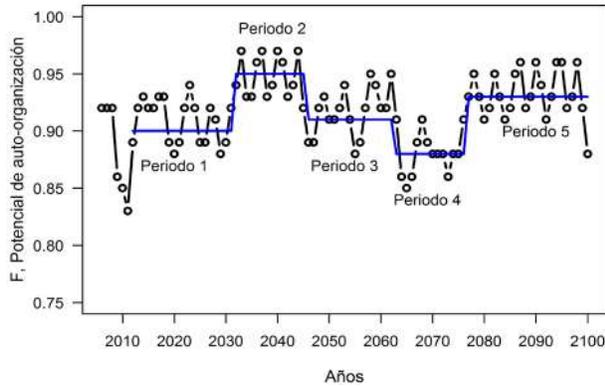


Fig. 7. Estados alternos del ecosistema con base en el comportamiento del potencial de auto-organización del ecosistema sudeste del Golfo de California a lo largo del periodo correspondiente a 2006-2100 con el efecto del cambio climático, tomando como referencia las proyecciones del PDO. La línea en azul representa estados alternos del ecosistema. Periodo 1: años 2012-2032, periodo 2: años 2033-2044, periodo 3: años 2045-2063, periodo 4: años 2065-2075 y periodo 5: años 2076-2100.

Los cambios de biomasa (a escala de diferencias de biomasa en $t \cdot km^{-2}$) entre los grupos funcionales representados para los periodos 1, 2 y 4 se muestran en la *figura 8*. Las principales diferencias se encontraron entre ámbitos tróficos intermedios a bajos. Estas diferencias son más evidentes entre los periodos 1 y 2 dado que existe mayor diferencia en el grado de auto-organización del ecosistema.

Discusión

Los resultados de este trabajo mostraron un efecto moderado del cambio climático en la estructura y el funcionamiento del ecosistema sudeste del Golfo de California. Esto demuestra la sensibilidad de los indicadores holísticos a perturbaciones externas (Ulanowicz 2011, Heymans *et al.* 2014). Las simulaciones de los indicadores de ecosistema sugieren que esta condición no pone en riesgo la sostenibilidad del ecosistema en el largo plazo. Sin embargo, como una estrategia de manejo adaptativa y para lograr la sostenibilidad de los recursos pesqueros de la zona y del propio ecosistema en el largo plazo, es recomendable reconocer estos efectos y ajustar de manera acorde las medidas de manejo necesarias (Arreguín-Sánchez 2022a, 2022b). De acuerdo con Haken (1988), en un ecosistema los procesos de auto-organización

podrían surgir cuando éste adquiere una estructura espacial, temporal o funcional sin interferencia específica de factores externos. En este trabajo y en el realizado por Arreguín-Sánchez (2014) se sugiere que, en ecosistemas marinos, no necesariamente ocurre este fenómeno y que, además, éstos pudieran lograr una configuración estructural y funcional que les permita absorber perturbaciones externas para alcanzar cierto grado de estabilidad. Es importante reconocer los supuestos con los que trabaja este tipo de modelos, lo que incrementa la incertidumbre de las simulaciones. Una de las limitaciones de la plataforma Ecosim ha sido la falta de métodos estadísticos robustos para medir el efecto de la incertidumbre de los parámetros en las predicciones (Guesnet *et al.* 2015). Por tanto, es importante considerar con cierta reserva los resultados, ya que existe cierto grado de incertidumbre en las simulaciones.

No todas las variables ni todos indicadores ambientales afectan de la misma forma a los recursos marinos (Ruiz-Barreiro *et al.* 2019). Por ello, es necesario que en este tipo de trabajos previamente se realice un ajuste temporal en la biomasa observada de algunos grupos funcionales, usando variables conocidas, como la temperatura superficial del mar. En algunos grupos, como el de productores primarios, la temperatura superficial del mar tiene una correlación negativa y significativa (Pennington y Chavez 2000), pero su relación con la abundancia de otros grupos no es del todo clara. En este trabajo se utilizaron GAM para determinar qué variables explican mejor la abundancia relativa de cada grupo funcional. Estos modelos han sido usados ampliamente para describir la distribución de especies de plantas acuáticas (Lehmann, 1998), animales terrestres (Zimmermann y Breitenmoser 2002) peces y camarones (Ruiz-Barreiro *et al.* 2019), así como de cefalópodos (Denis *et al.* 2002). Este tipo de análisis previo al ajuste del modelo Ecosim no es común, aunque ofrece una representación más real de los procesos ecológicos del ecosistema. En este trabajo se logró un buen ajuste respecto a los datos observados y estimados de la abundancia relativa mediante los modelos GAM y, sobre esta base, sólo se usaron las variables y los indicadores ambientales que mayor peso presentaron como factores forzantes en el ajuste del modelo Ecosim. A partir de ello, en el presente estudio se obtuvo

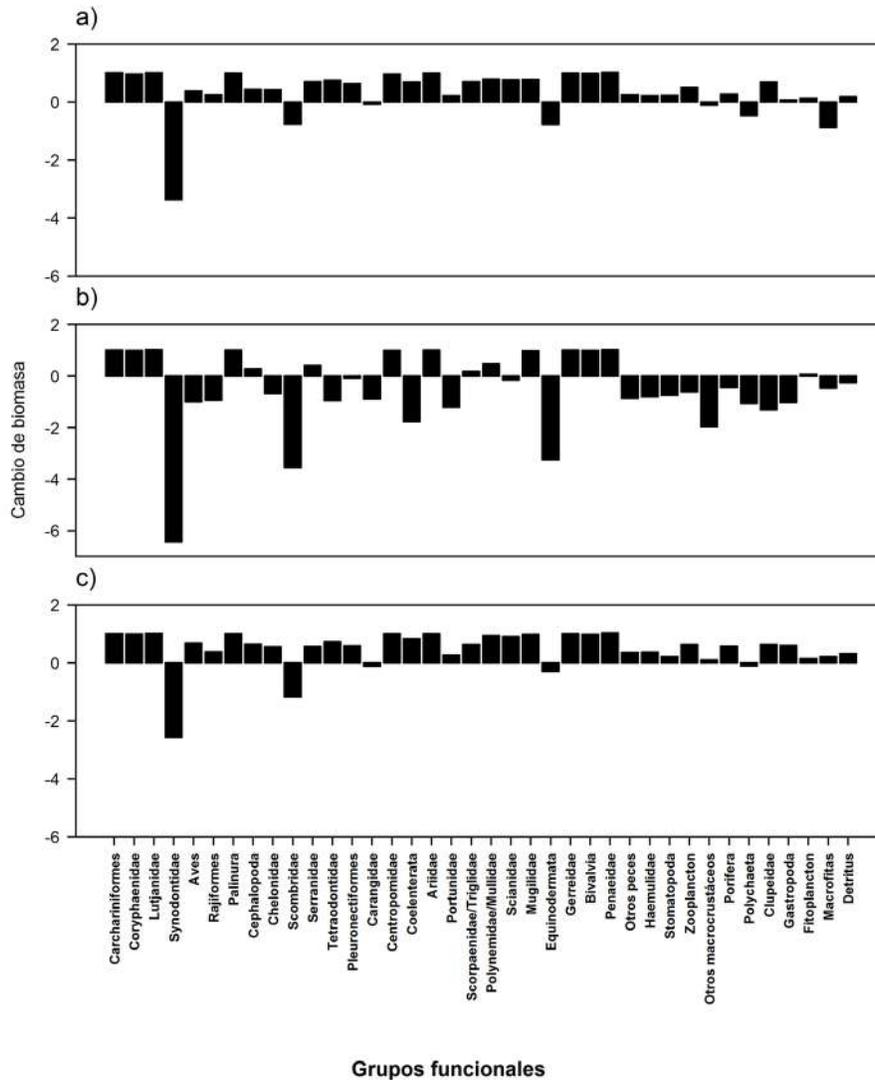


Fig. 8. Comparación de la biomasa por grupo funcional del sudeste del Golfo de California en los periodos 1 (a), 2 (b) y 4 (c) donde el indicador de potencial de auto-organización fue similar.

una certidumbre media respecto al ajuste del modelo Ecosim, dentro del cual, se considera un buen ajuste (Walters *et al.* 2008, Colléter *et al.* 2015, Heymans *et al.* 2016).

Durante el periodo 2006-2011 se obtuvieron niveles intermedios de grado de orden ($A/C=0.32-0.37$) muy similares a los reportados por Mukherjee *et al.* (2019) ($A/C=0.29$). Ulanowicz (2009) sugiere que valores intermedios de este indicador en los ecosistemas (A/C entre 0.4-0.6) podrían ser considerados adecuados u óptimos para mantener su estructura y su organización, debido a que presentan altos niveles de potencial de auto-organización (F entre 0.92-0.97). De acuerdo con estas características y con la figura 6, que muestra el límite de variación natural del grado de orden,

el ecosistema sudeste del Golfo de California dentro de una ventana de vitalidad que le permite un funcionamiento óptimo para mantener su estructura y su función estables (Zorach y Ulanowicz 2003, Ulanowicz *et al.* 2009). Los altos grados de *overhead* relativos (Φ/C) representan el potencial del sistema para responder ante perturbaciones (Tomczak *et al.* 2013, Heymans *et al.* 2014, Heymans y Tomczak 2016). Este tipo de ecosistemas, incluido el sudeste del Golfo de California, podrían estar caracterizados por ser resilientes, y a partir de ello hacer frente a distintos tipos de perturbaciones.

Con el efecto del cambio climático, Arreguín-Sánchez (2014) reportó para el Alto Golfo de California un valor mínimo de 0.6 para el indicador

de potencial de auto-organización (F) y valores menores a 0.2 en grado de orden del ecosistema (A/C). Lo anterior representa una trayectoria de cambio que sugiere una tendencia clara hacia la degradación del ecosistema o hacia un estado más vulnerable. Esta trayectoria es característica de ecosistemas poco organizados, con exceso de *overhead* y que, además, son poco eficientes para optimizar la energía que fluye en éstos (Ulanowicz *et al.* 2009). En este trabajo, a pesar de que en los años simulados con el efecto del cambio climático (2006-2100) el indicador de A/C está ligeramente por fuera de la variación natural del ecosistema (condiciones ambientales estables) (A/C entre 0.25-0.42) hacia un estado menos organizado, no se pone en riesgo su sostenibilidad derivada de que se cuenta con altos grados de capacidad de auto-organización ($F > 0.7$), que le permiten al ecosistema mantener su estructura y función estable. Ecosistemas más complejos, más eficientes para transferir la energía en la red trófica y con menor *overhead*, presentan valores cercanos a uno en A/C y valores cercanos a 0 en F (Ulanowicz 2009). Holling (1986) sugiere que los ecosistemas que se encuentran limitados en la transferencia de energía y adaptados a un entorno en particular, pudieran ser más frágiles, senescentes y propensos a colapsar, aún en perturbaciones menores. Este no es el caso del ecosistema sudeste del Golfo de California donde su trayectoria de cambio en F y A/C es hacia valores intermedios de la relación y denotan una configuración estructural y funcional cercana a la óptima en la evolución de los ecosistemas (Zorach y Ulanowicz 2003, Ulanowicz 2009). Un estado distinto del ecosistema es perjudicial o beneficioso dependiendo de su configuración y su estado inicial (natural e impactado) y de qué tipo de flujos causaron el cambio (Ludovisi y Scharler 2017). En este trabajo, los periodos encontrados en función del potencial de auto-organización (F) con el efecto del cambio climático no representan un estado perjudicial o beneficioso del mismo, sino estados alternos del ecosistema (Fig. 7). Los distintos periodos podrían sugerir la necesidad de ajustar las estrategias de manejo del ecosistema sudeste del Golfo de California a los distintos estados alternos encontrados.

Los efectos directos de una perturbación provocada por el ambiente se pueden reflejar en cambios en la biomasa de los grupos funcionales

y, por tanto, en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (Arreguín-Sánchez y Ruíz-Barreiro 2014). Éste es el caso del ecosistema sudeste del Golfo de California donde se identificó un efecto moderado del cambio climático en el funcionamiento del ecosistema, representado por los cambios de biomasa entre sus componentes en distintos periodos evaluados. Estos cambios estructurales a escala de grupos funcionales o componentes del ecosistema no representan un riesgo para la sostenibilidad del ecosistema en el largo plazo.

Los indicadores de grado de orden y el potencial de auto-organización del ecosistema parecen ser muy adecuados para caracterizar su capacidad de recuperación y de adaptación ante perturbaciones externas (Hernández-Padilla *et al.* 2021, Arreguín-Sánchez 2022a). Este tipo de indicadores holísticos ofrece información adicional a la de los indicadores usados comúnmente a escala de especies o comunidades, para tratar de medir y cuantificar la estructura y la función de los ecosistemas. Desde la perspectiva del manejo adaptativo de ecosistemas acuáticos explotados resulta necesario identificar estos cambios causados por el ambiente, y posteriormente ajustar las tasas de captura (como medida de manejo) de los recursos explotados u otros factores medibles y ajustables, con el objeto de reducir la incertidumbre asociada a las estrategias de manejo por instrumentar. Estas medidas pueden ser incorporadas para identificar si el ecosistema se conducirá hacia un estado más eficiente (en términos de grado de orden) y resiliente (*overhead*) (Ludovisi y Scharler 2017).

Los resultados del presente estudio indican que es posible usar puntos de referencia para el manejo pesquero con base en los cambios en la estructura y la función del ecosistema. En términos de manejo, los distintos estados alternos del ecosistema encontrados, la trayectoria de cambio de F y A/C con el efecto del cambio climático y la trayectoria de cambio de A/C con variación natural del ambiente, podrían servir de base en el desarrollo de puntos de referencia ecosistémicos para ajustar estrategias de manejo del ecosistema (Bentley *et al.* 2021). Estos indicadores holísticos del ecosistema son adimensionales y varían entre 0 y 1, lo que facilita la interpretación para la toma de decisiones.

La alternativa que se propone y que eventualmente podría ser de utilidad para el manejo

pesquero es el uso de indicadores holísticos del ecosistema, como el potencial de auto-organización y grado de orden, que consideran el efecto ambiental como agente externo, en el que la sostenibilidad se mide por el mantenimiento de su organización y su funcionamiento en el largo plazo (Arreguín-Sánchez 2014, 2022a, Saint-Beat *et al.* 2015), más allá de las variaciones en la abundancia de los recursos explotados. Esto implica que mientras la biomasa de los recursos puede variar de forma temporal como consecuencia del cambio climático o de alguna otra fuente de variación externa, su organización, su estructura y su función se pueden mantener estables (Arreguín-Sánchez 2014, Ulanowicz 2020). Los estudios de Arreguín-Sánchez (2014, 2022a, 2022b) y los resultados encontrados en este trabajo respaldan la propuesta de que estos indicadores holísticos podrían ser considerados como puntos de referencia ecosistémicos en términos de manejo.

El principal reto para incluir los indicadores holísticos en el manejo pesquero es aceptar un alto grado de incertidumbre en la toma de decisiones asociado a las condiciones ambientales, económicas, políticas y sociales futuras (Seijo y Caddy 2000), lo que refleja la ausencia de patrones claramente predecibles, como lo harían los modelos poblacionales en condiciones de estabilidad ambiental. Implica cambiar la noción convencional de manejo basada en poblaciones individuales por una noción holística del ecosistema con medidas de gestión adaptables a lo largo del tiempo. Por tanto, las estrategias de gestión deberían estar basadas, primero en el establecer límites de capturas de las pesquerías que permitan mantener la capacidad de auto-organización del ecosistema y, posteriormente, tomar decisiones acerca de los recursos pesqueros a escala individual (Arreguín-Sánchez 2014). Reconociendo las debilidades del manejo actual de los recursos explotados (Pikitch *et al.* 2004, Costanza *et al.* 2008), este tipo de enfoques representa una alternativa viable y complementaria para reducir la incertidumbre y para que las estrategias de manejo tengan mayores probabilidades de éxito.

Conclusiones

El ecosistema sudeste del Golfo de California mostró un efecto moderado del cambio climático, caracterizado por cambios de biomasa de los grupos funcionales principalmente en la parte intermedia de la red trófica, una ligera trayectoria de cambio hacia un estado menos organizado, pero con altos grados de capacidad de auto-organización que aseguran su persistencia en el largo plazo. El análisis de los indicadores holísticos denota una configuración estructural y funcional cercana a la óptima en la evolución de los ecosistemas, con altos grados de resiliencia, lo que les permite contender contra distintos tipos de perturbaciones (naturales o antropicas). Los distintos periodos de cambio identificados como consecuencia del cambio climático no representan estados perjudiciales o beneficios del ecosistema, sino estados alternos donde el manejo podría ser adaptable. En la medida en la que se reconozca la incertidumbre asociada a la toma de decisiones se podrá transitar hacia un manejo pesquero que incorpore indicadores holísticos de la red trófica, donde las estrategias de gestión estén basadas primero en regular la actividad pesquera para mantener una estructura y una función óptimas y posteriormente tomar decisiones relacionadas con las pesquerías.

Agradecimientos

JCHP agradece a CONACYT y a los programas IPN-BEIFI por el apoyo financiero, y FAS y MJZR agradecen el apoyo recibido de los programas EDI y COFAA a través del proyecto CONACYT-SEP (221705, 155900). Dedicado especialmente a Norineli Almanza Martínez: no te rindas y sigue luchando para alcanzar todos tus sueños.

Literatura citada

Abascal-Monroy IM, MJ Zetina-Rejón, F Escobar-Toledo, GA López-Ibarra, A Sosa-López, A Tripp-Valdez. 2016. Functional and Structural Food Web Comparison of Terminos Lagoon, Mexico in Three Periods (1980, 1998, and 2011). *Estuaries and Coasts* 39: 1282-1293. DOI: 10.1007/s12237-015-0054-0

- Aguirre-Villaseñor H, E Morales-Bojórquez, RE Morán-Angulo, J Madrid-Vera, MC Valdez-Pineda. 2006. Biological indicators for the Pacific sierra (*Scomberomorus sierra*) fishery in the southern Gulf of California, Mexico. *Ciencias marinas* 32(3): 471-484. DOI: 10.7773/cm.v32i3.1130
- Amezcuca-Castro S, E Morales-Bojórquez, F Arreguín-Sánchez, MA Luquin-Covarrubias, JA García-Borbón, AM Cisneros-Montemayor. 2019. Effects of serial depletion on the fishery management of geoduck *Panopea globosa*. *Journal of Shellfish Research* 38(3): 543-556. DOI: 10.2983/035.038.0305
- Anislado-Tolentino V, M Gallardo Cabello, F Amezcuca Linares, C Robinson Mendoza. 2008. Age and growth of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) from the Southern coast of Sinaloa, México. *Hidrobiológica* 18(1): 31-40.
- Aranceta-Garza F, F Arreguín-Sánchez, G Ponce-Díaz, JC Seijo. 2016. Natural mortality of three commercial penaeid shrimps (*Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* and *Farfantepenaeus californiensis*) of the Gulf of California using gnomonic time divisions. *Scientia Marina* 80(2): 199-206. DOI: 10.3989/scimar.04326.29A
- Arreguín-Sánchez F. 2014. Adaptabilidad y sostenibilidad: un enfoque holístico hacia el manejo de ecosistemas acuáticos explotados. *Ciencia Pesquera* 22(1): 89-101.
- Arreguín-Sánchez F. 2022a. Managing Fisheries Under a Holistic Approach. En: F Arreguín-Sánchez (ed.). *Holistic Approach to Ecosystem-Based Fisheries Management. Linking Biological Hierarchies for Sustainable Fishing*. Springer, Cham. Switzerland. 8: 99-111. DOI: 10.1007/978-3-030-96847-2_8
- Arreguín-Sánchez F. 2022b. Holistic Indicators: Theoretical Basis. En: F Arreguín-Sánchez (ed.). *Holistic Approach to Ecosystem-Based Fisheries Management. Linking Biological Hierarchies for Sustainable Fishing*. Springer, Cham. Switzerland. 5: 59-71. DOI: 10.1007/978-3-030-96847-2_5
- Arreguín-Sánchez F, TM Ruiz-Barreiro. 2014. Approaching a functional measure of vulnerability in marine ecosystems. *Ecological Indicators* 45: 130-138. DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.04.009
- Arreguín-Sánchez F, E Arcos, E Chávez. 2002. Flows of biomass and structure in an exploited ecosystem in the gulf of California, Mexico. *Ecological Modeling* 156(2-3): 167-183. DOI: 10.1016/S0304-3800(02)00159-X
- Badjeck MC, EH Allison, AS Halls, NK Dulvy. 2010. Impacts of climate variability and change on fishery-based livelihoods. *Marine Policy* 34(3): 375-383. DOI: 10.1016/j.marpol.2009.08.007
- Bentley JW, MG Lundy, D Howell, SE Beggs, A Bundy, F de Castro, CJ Fox, JJ Heymans, CP Lynam, D Pedreschi, P Schuchert, N Serpetti, J Woodlock, DG Reid. 2021. Refining fisheries advice with stock-specific ecosystem information. *Frontiers in Marine Science* 8: 602072. DOI: 10.3389/fmars.2021.602072
- Boltzmann L. 1872. Weitere Studien über das Wärmegleichgewicht unter Gasmolekülen. *Sitzungsberichte Akademie der Wissenschaften* 66: 275-370. DOI: 10.1142/9781848161337_0015
- Chabot CL, HA Hawk, LG Allen. 2015. Low contemporary effective population size detected in the Critically Endangered giant sea bass, *Stereolepis gigas*, due to fisheries overexploitation. *Fisheries Research* 172: 71-78. DOI: 10.1016/j.fishres.2015.06.015
- Christensen V, CJ Walters. 2004. Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. *Ecological Modelling* 172(2-4): 109-139. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2003.09.003
- Christensen V, CJ Walters, D Pauly. 2005. *Ecopath with Ecosim: a user's guide*. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, Canada. 154p.
- Colléter M, A Valls, J Guitton, D Gascuel, D Pauly, V Christensen. 2015. Global overview of the applications of the Ecopath with Ecosim modeling approach using the EcoBase models repository. *Ecological Modelling* 302: 42-53. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2015.01.025
- Cota-Durán A, D Petatán-Ramírez, MÁ Ojeda-Ruiz, EA Marín-Monroy. 2021. Potential Impacts of Climate Change on Shrimps Distribution of Commercial Importance in the Gulf of California. *Applied Sciences* 11(12): 5506. DOI: 10.3390/app11125506
- Costanza R, F Andrade, P Antunes, M van den Belt, D Boersma, DF Boesch, F Catarino, S Hanna, K Limburg, B Low, M Molitor, JG Pereira, S Rayner, R Santos, J Wilson, M Young. 2008. Principles for sustainable governance of the oceans. *Science* 281(5374): 198-199. DOI: 10.1126/science.281.5374.198
- Defeo O, M Castrejón, R Pérez-Castañeda, JC Castilla, NL Gutiérrez, TE Essington, C Folke. 2016. Co-management in Latin American small-scale shellfisheries: assessment from long-term case studies. *Fish and Fisheries* 17(1): 176-192. DOI: 10.1111/faf.12101

- Denis V, J Lejeune, JP Robin. 2002. Spatio-temporal analysis of commercial trawler data using General Additive models: patterns of Loliginid squid abundance in the north-east Atlantic. *ICES Journal of Marine Science* 59(3): 633-648. DOI: 10.1006/jmsc.2001.1178
- de Oliveira Leis M, R Devillers, RP Medeiros, R Chuenpagdee. 2019. Mapping fishers' perceptions of marine conservation in Brazil: An exploratory approach. *Ocean & Coastal Management* 167: 32-41. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2018.09.017
- DOF. 2018. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 11 de junio de 2018.
- Fisch NC, JR Bence, JT Myers, EK Berglund, DL Yule. 2019. A comparison of age-and size-structured assessment models applied to a stock of cisco in Thunder Bay, Ontario. *Fisheries Research* 209: 86-100. DOI: 10.1016/j.fishres.2018.09.014
- García-Morales R. 2008. Análisis de la variabilidad superficial de mesoescala en el Golfo de California y su relación con la distribución y abundancia relativa de misticetos (2005-2006). Tesis de Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos. CICIMAR-IPN. México. 115p.
- Guesnet V, G Lassalle, A Chaalali, K Kearney, B Saint-Béat, B Karimi, B Grami, S Tecchio, N Niquil, J Lobry. 2015. Incorporating food-web parameter uncertainty into Ecopath-derived ecological network indicators. *Ecological Modelling* 313: 29-40. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2015.05.036
- Haken H. 1988. Synergetics in Pattern Recognition and Associative Action. *En: H Haken (ed.). Neural and Synergetic Computers*. Springer Berlin Heidelberg. Springer Series in Synergetics 42: 2-15. DOI: 10.1007/978-3-642-74119-7_1
- Hastie T, R Tibshirani. 1986. Generalized additive models. *Statistic Science* 1(3): 297-310. DOI: 10.1214/ss/1177013604
- Hastie TJ, RJ Tibshirani. 1990. *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall. UK. 352p.
- Hernández-Padilla J, TM Ruíz-Barreiro, S Salcedo-Bojórquez, MJ Espinosa-Romero, MJ Zetina-Rejón, F Arreguín-Sánchez. 2017. The ecological role of *Opisthonema libertate* and *Cetengraulis mysticetus* on ecosystem order in the southeastern Gulf of California, Mexico. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 17(4): 713-724. DOI: 10.4194/1303-2712-v17_4_07
- Hernández-Padilla JC, MJ Zetina-Rejón, F Arreguín-Sánchez, JT Nieto-Navarro, A Hernández-López. 2018. Spatio-temporal distribution of four commercial shrimp species in the southeastern Gulf of California, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research* 46(4): 727-734. DOI: 10.3856/vol46-issue4-fulltext-10
- Hernández-Padilla JC, N Capetillo-Piñar, F Aranceta-Garza, JA Yee-Duarte, N Vélez-Arellano, I Velázquez-Abunader. 2020. Length-weight relationships of 12 marine fish species from the Pacific coast of Guatemala associated with small-scale fisheries. *Journal of Applied Ichthyology* 36(6): 863-865. DOI: 10.1111/jai.14093
- Hernández-Padilla, JC, MJ Zetina-Rejón, F Arreguín-Sánchez, P del Monte-Luna, JT Nieto-Navarro, LA Salcido-Guevara. 2021. Structure and function of the southeastern Gulf of California ecosystem during low and high sea surface temperature variability. *Regional Studies in Marine Science* 43: 101686. DOI: 10.1016/j.rsma.2021.101686
- Heymans JJ, MT Tomczak. 2016. Regime shifts in the Northern Benguela ecosystem: Challenges for management. *Ecological Modelling* 331: 151-159. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2015.10.027
- Heymans JJ, M Coll, S Libralato, L Morissette, V Christensen. 2014. Global Patterns in Ecological Indicators of Marine Food Webs: A Modelling Approach. *PloS One* 9(4): e95845. DOI: 10.1371/journal.pone.0095845
- Heymans JJ, M Coll, JS Link, S Mackinson, J Steenbeek, C Walters, V Christensen. 2016. Best practice in Ecopath with Ecosim food-web models for ecosystem-based management. *Ecological Modelling* 331: 173-184. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2015.12.007
- Hilborn R. 2004. Ecosystem-based fisheries management: the carrot or the stick? *Marine Ecology Progress Series* 274: 275-278.
- Hilborn R. 2011. Future directions in ecosystem-based fisheries management: a personal perspective. *Fisheries Research* 108(2-3): 235-239. DOI: 10.1016/j.fishres.2010.12.030
- Hirata H, RE Ulanowicz. 1984. Information theoretical analysis of ecological networks. *International journal of systems science* 15(3): 261-270.
- Holling CS. 1986. The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change. *En: W Clark, RE Munn (eds.). Sustainable Development of the Biosphere*. Cambridge University Press. UK. pp: 292-317.
- Jentoft S. 2017. Small-scale fisheries within maritime spatial planning: knowledge integration and power. *Journal of Environmental Policy & Planning* 19(3): 266-278. DOI: 10.1080/1523908X.2017.1304210

- Lehmann A. 1998. GIS modeling of submerged macrophyte distribution using Generalized Additive Models. *Plant ecology* 139(1): 113-124.
- Lluch-Belda D, P Del Monte Luna, S Lluch-Cota. 2009. 20th century variability in Gulf of California SST. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 50: 147-154.
- Lluch-Cota SE, A Parés-Sierra, VO Magaña-Rueda, F Arreguín-Sánchez, G Bazzino, H Herrera-Cervantes, D Lluch-Belda. 2010. Changing climate in the Gulf of California. *Progress in Oceanography* 87(1-4): 114-126. DOI: 10.1016/j.pocean.2010.09.007
- Lluch-Cota SE, M Tripp-Valdez, DB Lluch-Cota, D Lluch-Belda, J Verbesselt, H Herrera-Cervantes, JJ Bautista-Romero. 2013. Recent trends in sea surface temperature off Mexico. *Atmósfera* 26(4): 537-546. DOI: 10.1016/S0187-6236(13)71094-4
- Ludovisi A, UM Scharler. 2017. Towards a sounder interpretation of entropy-based indicators in ecological network analysis. *Ecological Indicators* 72: 726-737. DOI: 10.1016/j.ecolind.2016.08.014
- Luquin-Covarrubias MA, E Morales-Bojórquez, JA García-Borbón, S Amezcua-Castro, SA Pérez-Valencia, E Larios-Castro. 2020. Evidence of overfishing of geoduck clam *Panopea globosa* from a length-based stock assessment approach. *PeerJ* 8: e9069. DOI: 10.7717/peerj.9069
- Márquez-Farías JF, D Corro-Espinosa, JL Castillo-Géniz. 2005. Observations of the biology of the Pacific sharpnose shark (*Rhizoprionodon longurio*, Jordan and Gilbert, 1882), captured in southern Sinaloa, México. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 35: 107-114. DOI: 10.2960/J.v35.m506
- MacArthur R. 1955. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. *Ecology* 36(3): 533-536.
- Montague W, KW Taylor. 1968. Pentitols and insulin release by isolated rat islets of Langerhans. *Biochemical Journal* 109(3): 333-339. DOI: 10.1042/bj1090333
- Mukherjee J, S Karan, M Chakrabarty, A Banerjee, N Rakshit, S Ray. 2019. An approach towards quantification of ecosystem trophic status and health through ecological network analysis applied in Hooghly-Matla estuarine system, India. *Ecological Indicators* 100: 55-68. DOI: 10.1016/j.ecolind.2018.08.025.
- Okay TA, GA Vargo, S Mackinson, M Vasconcellos, B Mahmoudi, CA Meyer. 2004. Simulating community effects of sea floor shading by plankton blooms over the west Florida Shelf. *Ecological Modeling* 172(2-4): 339-359. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2003.09.015
- Olabarria C, JL Carballo, C Vega. 2001. Spatio-temporal changes in the trophic structure of rocky intertidal Mollusca assemblages on a tropical shore. *Ciencias Marinas* 27: 235-254. DOI: 10.7773/cm.v27i2.461
- Opitz S. 1996. Trophic interaction in caribbean coral reef. *ICLARM Technical Report* 43, 341p.
- Pennington JT, FP Chavez. 2000. Seasonal fluctuations of temperature, salinity, nitrate, chlorophyll and primary production at station H3/M1 over 1989-1996 in Monterey Bay, California. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 47(5-6): 947-973. DOI: 10.1016/S0967-0645(99)00132-0
- Petatán-Ramírez D, MA Ojeda-Ruiz, L Sánchez-Velasco, D Rivas, H Reyes-Bonilla, G Cruz-Piñón, HN Morzaria-Luna, AM Cisneros-Montemayor, W Cheubg, C Salvadeo. 2019. Potential changes in the distribution of suitable habitat for Pacific sardine (*Sardinops sagax*) under climate change scenarios. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 169-170: 104632. DOI: 10.1016/j.dsr2.2019.07.020
- Pikitch EK, C Santora, EA Babcock, A Bakun, R Bonfil, DO Conover, P Dayton, P Doukakis, D Fluharty, B Heneman, ED Houde, J Link, PA Livingston, M Mangel, MK McAllister, J Pope, KJ Sainsbury. 2004. Ecosystem-based fishery management. *Science* 305(5682): 346-347. DOI: 10.1126/science.1098222
- Ramírez-Rodríguez M, MÁ Ojeda-Ruiz. 2012. Spatial management of small-scale fisheries on the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Marine Policy* 36(1): 108-112. DOI: 10.1016/j.marpol.2011.04.003.
- Reyes-Bonilla H, HN Morzaria Luna, D Petatán Ramírez, L Vázquez Vera, G Cruz Piñón, JM Dorantes, JF Torres Origel, B Rojas Montiel, LM Torres Rodríguez, MA Cisneros Mata, A Pérez Muñoz, RE Lara Mendoza, NA López Téllez, JG Díaz Uribe, G Ingle de la Mora, MC Jiménez Quiroz, R Martínez Moreno, H Castro Garibay, JM Calderón Alvarado. 2021. *Evaluaciones de vulnerabilidad de las comunidades costeras y de cambio en la disponibilidad de los recursos pesqueros y acuícolas de la costa de México*. EDF-México/Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 98p.
- Rodionov SN. 2006. Use of prewhitening in climate regime shift detection. *Geophysical research letters* 33(12): L12707. DOI:10.1029/2006GL025904.

- Ruiz-Barreiro TM, F Arreguín-Sánchez, A González-Baheza, JC Hernández-Padilla. 2019. Effects of environmental variability on abundance of commercial marine species in the northern Gulf of California. *Scientia Marina* 83(3): 195-205. DOI: 10.3989/scimar.04883.11A
- Salas S, E Torres-Irineo, E Coronado. 2019. Towards a métier-based assessment and management approach for mixed fisheries in Southeastern Mexico. *Marine Policy* 103: 148-159. DOI: 10.1016/j.marpol.2019.02.040
- Salas S, R Chuenpagdee, JC Seijo, A Charles. 2007. Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research* 87(1): 5-16. DOI: 10.1016/j.fishres.2007.06.015
- Salcido-Guevara LA, F Arreguín-Sánchez. 2007. A benthic ecosystem model of the Sinaloa continental Shelf, Mexico. INCOFISH Ecosystem models: Transiting from Ecopath to Ecospace. *Fishery Center Research Report* 15: 170-187.
- Salvadeo CJ, D Lluch-Belda, A Gómez-Gallardo, J Urbán-Ramírez, CD MacLeod. 2010. Climate change and a poleward shift in the distribution of the Pacific white-sided dolphin in the northeastern Pacific. *Endangered Species Research* 11(1): 13-19. DOI: 10.3354/esr00252
- Saint-Béat B, D Baird, H Asmus, R Asmus, C Bacher, SR Pacella, GA Johnson, V David, AF Vézina, N Niquil. 2015. Trophic networks: How do theories link ecosystem structure and functioning to stability properties? A review. *Ecological Indicators* 52: 458-471. DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.12.017
- Saldívar-Lucio R, C Salvadeo, P del Monte-Luna, F Arreguín-Sánchez, H Villalobos, D Lluch-Belda, G Ponce-Díaz, JL Castro-Ortiz, JA Zepeda-Domínguez, F Aranceta-Garza, LC Almendarez-Hernández. 2015. Patrones históricos y escenarios térmicos futuros en mares mexicanos. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 50(2): 331-345. DOI: 10.4067/S0718-19572015000300011
- Sánchez-Santillán N, G De la Lanza-Espino. 1994. Aspectos climáticos en una laguna costera (Ejemplo de caso: Laguna Huizache y Caimanero). En: G de la Lanza-Espino, C Cáceres-Martínez (eds.). *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. pp: 199-219.
- Shannon CE, W Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. EEUU. 125p.
- Seijo JC, JF Caddy. 2000. Uncertainty in bio-economic reference points and indicators of marine fisheries. *Marine and Freshwater Research* 51(5): 477-483. DOI: 10.1071/MF99087
- Solé RV, J Bascompte. 2006. *Self-Organization in Complex Ecosystems*. Monographs in Population Biology 42. Princeton University Press. EEUU. 384p. DOI: 10.1515/9781400842933
- Tomczak MT, JJ Heymans, J Yletyinen, S Niiranen, SA Otto, T Blenckner. 2013. Ecological network indicators of ecosystem status and change in the Baltic Sea. *PLoS One* 8(10): e75439. DOI: 10.1371/journal.pone.0075439
- Torres-Irineo E, S Salas, JI Euán-Ávila, LE Palomo, DR Quijano-Quinones, E Coronado, R Joo. 2021. Spatio-Temporal Determination of Small-Scale Vessels' Fishing Grounds Using a Vessel Monitoring System in the Southeastern Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science* 8: 643318. DOI: 10.3389/fmars.2021.643318
- Tripp Valdez A. 2010. Comparación de dos enfoques metodológicos para el análisis de la estructura trófica de la ictiofauna de fondos blandos de las costas de Nayarit, México. Disertación de Tesis Doctoral, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, 131 pp.
- Trites AW. 2003. Food webs in the oceans: who eats whom and how much? En: M Sinclair, G Valdinarsson (eds.). *Responsible fisheries in the marine ecosystem*. FAO/CABI Publishing. UK. pp: 125-141. DOI: 10.1079/9780851996332.0125
- Ulanowicz RE. 1986. *Growth and Development: Ecosystem Phenomenology*. Springer-Verlag New York Inc. EEUU. 203. DOI: 10.1007/978-1-4612-4916-0
- Ulanowicz RE. 2009. The dual nature of ecosystem dynamics. *Ecological Modelling* 220(16): 1886-1892. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2009.04.015
- Ulanowicz RE. 2011. Quantitative Methods for Ecological Network Analysis and Its Application to Coastal Ecosystems. *Treatise on Estuarine and Coastal Science* 9: 35-57. DOI: 10.1016/B978-0-12-374711-2.00904-9
- Ulanowicz RE. 2020. Quantifying sustainable balance in ecosystem configurations. *Current Research in Environmental Sustainability* 1: 1-6. DOI: 10.1016/j.crsust.2019.09.001
- Ulanowicz RE, JS Norden. 1990. Symmetrical overhead in flow networks. *International Journal of Systems Science* 21(2): 429-437. DOI: 10.1080/00207729008910372
- Ulanowicz RE, SJ Goerner, B Lietaer, R Gomez. 2009. Quantifying sustainability: Resilience, efficiency and the return of information theory. *Ecological Complexity* 6(1): 27-36. DOI: 10.1016/j.ecocom.2008.10.005

- Vergara-Solana F, D Peñalosa-Martinell, D Skerritt, A Mejaes, G Ponce-Diaz, F Aranceta-Garza, F González-Laxe, JC Seijo, UR Sumaila. 2022. Volatility and vulnerability in Mexican fisheries and aquaculture: Enhancing resilience via public policy. *Marine Policy* 136: 104888. DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104888
- Walters CJ. 1986. *Adaptive Management of Renewable Resources*. Macmillan Publishers Ltd. EEUU. 374p.
- Walters C, SJD Martell, V Christensen, B Mahmoudi. 2008. An Ecosim model for exploring Gulf of Mexico ecosystem management options: implications of including multistanza life-history models for policy predictions. *Bulletin of Marine Science* 83(1): 251-271.
- Zetina-Rejón MJ, F Arreguín-Sánchez, EA Chávez. 2003. Trophic structure and flows of energy in the Huizache-Caimanero lagoon complex on the Pacific coast of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57(5-6): 803-815. DOI: 10.1016/S0272-7714(02)00410-9
- Zhang Y, Y Chen. 2007. Modeling and evaluating ecosystem in 1980s and 1990s for American lobster (*Homarus americanus*) in the Gulf of Maine. *Ecological modelling* 203(3-4): 475-489. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2006.12.019
- Zhou S, AD Smith, AE Punt, AJ Richardson, M Gibbs, EA Fulton, S Pascoe, C Bulman, P Bayliss, K Sainsbury. 2010. Ecosystem-based fisheries management requires a change to the selective fishing philosophy. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(21): 9485-9489. DOI: 10.1073/pnas.0912771107
- Zimmermann F, U Breitenmoser. 2002. A distribution model for the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the Jura Mountains, Switzerland. *En: JM Scott, PJ Heglund, FB Samson, J Haufler, ML Morrison, MG Raphael, B Wall (eds.). Predicting Species Occurrences: Issues of Accuracy and Scale*. Island Press. EEUU. pp: 653-660.
- Zorach AC, RE Ulanowicz. 2003. Quantifying the complexity of flow networks: how many roles are there? *Complexity* 8: 68-76. DOI: 10.1002/cplx.10075

Recibido: 7 de abril de 2022

Aceptado: 18 de octubre de 2022

Puntos de referencia ecosistémicos para el manejo pesquero

Anexo I

Datos de entrada del modelo trófico del ecosistema sudeste del Golfo de California, México, durante el periodo de 2006-2007 (los valores en negritas fueron estimados por la plataforma Ecopath)

Grupo funcional	Biomasa (t·km ⁻²)	P/B (año ⁻¹)	Q/B (año ⁻¹)	EE	P/Q	Capturas (t·km ⁻²)	
						Flota industrial de camarón	Flota artesanal
Carchariniformes	0.159	1.31	9.8	0.95	0.134	-	0.198
Coryphaenidae	0.395	0.846	3.432	0.693	0.247	-	-
Lutjanidae	0.211	2.045	8.522	0.487	0.24	0.1023	0.0324
Synodontidae	0.153	2.25	7.25	0.989	0.31	0.0839	-
Aves marinas	0.021	0.392	88.702	0	0.004	-	-
Rajiformes	0.376	0.942	7.023	0.521	0.134	0.1806	-
Palinura	0.011	0.929	7.577	0.915	0.123	0.0029	0.0047
Cephalopoda	11.672	0.102	2.696	0.54	0.038	0.0051	0.0539
Cheloniidae	0.06	1.202	7.275	0.747	0.165	-	-
Scombridae	0.054	4.508	17.979	0.86	0.251	0.0097	0.0355
Serranidae	0.139	1.186	11.947	0.811	0.099	0.0537	-
Tetraodontidae	0.112	1.736	9.771	0.895	0.178	0.0532	-
Pleuronectiformes	0.668	1.441	4.772	0.956	0.302	0.3131	-
Carangidae	1.036	1.66	10.4	0.878	0.16	0.4876	-
Centropomidae	0.473	1.139	5.053	0.47	0.225	0.2446	0.0084
Coelenterata	1.24	3.175	10.991	0.84	0.289	-	-
Ariidae	1.13	0.812	8.482	0.69	0.096	0.527	0.0277
Portunidae	0.927	2.559	6.585	0.815	0.389	0.8339	0.3076
Scorpaenidae/Triglidae	0.053	0.992	7.55	0.901	0.131	0.0271	-
Polynemidae/Mullidae	0.311	0.92	8.51	0.871	0.108	0.1417	-
Sciaenidae	1.105	1.046	6.226	0.693	0.168	0.5249	-
Mugilidae	0.469	0.938	16.456	0.977	0.057	0.0067	0.0621
Equinodermata	0.075	1.035	3.378	0.8	0.306	0.0056	-
Gerreidae	1.497	0.985	9.387	0.959	0.105	0.7552	0.2003
Bivalvia	5.28	2.653	10.671	0.595	0.249	-	0.0565
Penaeidae	2.487	5.261	20.217	0.821	0.26	1.925	-
Otros peces	3.104	1.543	7.407	0.889	0.208	0.3566	0.0283
Haemulidae	1.494	0.974	7.386	0.564	0.132	0.7316	-
Stomatopoda	0.028	2.319	9.339	0.937	0.248	0.0046	-
Zooplankton	22.393	18.945	87.806	0.376	0.216	-	-
Otros macrocrustáceos	5.413	1.289	6.229	0.92	0.207	0.0553	-
Porifera	0.099	1.885	4.947	0.756	0.381	-	-
Polychaeta	4.363	5.898	26.576	0.773	0.222	-	-
Clupeidae	32.600	0.907	15.117	0.871	0.06	0.0778	3.2829
Gastropoda	0.046	3.433	16.45	0.818	0.209	0.002	0.0013
Fitoplancton	59.621	35.559	-	0.752	-	-	-
Macrofitas	87.467	7.178	-	0.864	-	-	-
Detritus	4.119	-	-	0.338	-	-	-

Anexo II
Matriz depredador-presa para el modelo del ecosistema del sudeste del Golfo de California durante el periodo 2006-2007

Presas/Depredador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34				
Carehariniformes																																						
Coryphaenidae		0.028								0.022			0.016																									
Lutjanidae			0.042																																			
Synodontidae	0.165																																					
Aves marinas																																						
Rajiformes																																						
Palinura																																						
Cephalopoda	0.001	0.002	0.014	0.006	0.005	0.025		0.004		0.015		0.008	0.012	0.005		0.005			0.017	0.008				0.008			0.003	0.001								0.015		
Cheloniidae						0.029																																
Scombridae	0.099	0.005		0.001																																		
Serranidae	0.014						0.081						0.017																									
Tetraodontidae	0.052			0.038					0.019																													
Pleuronectiformes	0.024			0.05	0.115								0.05							0.073																		
Carangidae	0.439	0.076				0.126																																
Centropomidae																																						
Coleenterata												0.091				0.042																						
Artidae		0.058							0.083	0.052																												
Portunidae		0.042	0.103						0.042									0.01	0.039																			
Scorpaenidae/Trigidae		0.015																																				
Polynemidae/Mullidae		0.026	0.057			0.097																																
Sciaenidae	0.115	0.065	0.052										0.05																									
Mugilidae																																						
Equimodermata							0.04																															
Gerresidae		0.338																																				
Braconidae		0.421					0.568		0.068		0.106	0.443	0.033																									
Pernaeidae	0.004	0.042	0.114	0.075		0.288		0.072	0.052	0.391		0.083	0.015	0.542					0.114	0.611		0.306														0.042		
Otros peces	0.08			0.187	0.2	0.067			0.16	0.349	0.301		0.09	0.023	0.137				0.018	0.072		0.031														0.072		
Haemulidae	0.066																																					
Stomatopoda	0.002	0				0.015			0.001		0.001		0	0.001																							0	
Zooplancton	0.067	0.015	0.081	0.021	0.25	0.226	0.083	0.164	0.045	0.129	0.076	0.078	0.042	0.018	0.034	0.018	0.109	0.026	0.093	0.039	0.004	0.006	0.013	0.212	0.163	0.027	0.163	0.027	0.056	0.019	0.054	0.002	0.002					
Otros macrocrustáceos																																						
Porifera																																						
Polychaeta						0.22						0.105																										
Clupeidae	0.061	0.044	0.062	0.461	0.389			0.218		0.629			0.532	0.891	0.139	0.555	0.119		0.425																			
Gastropoda							0.039		0.001			0.002				0.07																						
Filoplacion																																						
Macrofitas							0.108		0.065			0.106																										
Detritus			0.061								0.056		0.095	0.012	0.142	0.215	0.172	0.346	0.4	0.624	0.492	0.116	0.711	0.344	0.556	0.834	0.872	0.913	0.152	0.733	0.084	0.126	0.998	0.887	0.858			

Anexo III
 Datos de entrada del modelo trófico del ecosistema sudeste del Golfo de California, México, durante el periodo de 2006-2007

Grupos funcionales	Biomasa	Producción/Biomasa	Consumo/Biomasa	Díeta
Carclariiformes	Calculado por Ecopath	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Márquez-Farías <i>et al.</i> (2005)
Coryphaenidae	Calculado por Ecopath	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Lutjanidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Synodontidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Aves marinas	Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> (2002)	Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> (2002)	Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> (2002)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Rajiformes	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Palinura	Calculado por Ecopath	Zeina-Rejón <i>et al.</i> (2003)	Trites (2003)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Cephalopoda	Calculado por Ecopath	Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> (2002)	Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> (2002)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Cheloniidae	Calculado por Ecopath	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)	Caillouet <i>et al.</i> (1989)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Scombridae	Calculado por Ecopath	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Serranidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Tetraodontidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Pleuronectiformes	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Carangidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Centropristidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Coelenterata	Calculado por Ecopath	Okay <i>et al.</i> (2004)	Okay <i>et al.</i> (2004)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Ariidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Portunidae	Calculado por Ecopath	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)	Zeina-Rejón <i>et al.</i> (2003)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Scorpaenidae/Trigidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Polynemidae/Mullidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Sciaenidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Mugilidae	Calculado por Ecopath	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Equinodermata	Calculado por Ecopath	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)	Opitz (1996)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Gerresidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Bivalvia	Calculado por Ecopath	Zeina-Rejón <i>et al.</i> (2003)	Zeina-Rejón <i>et al.</i> (2003)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Penaeidae	Calculado en este trabajo	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)	Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> (2002), Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Otros peces	Calculado por Ecopath	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Haemulidae	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Tripp-Valdéz (2010)
Stomatopoda	Calculado por Ecopath	Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> (2002)	Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> (2002)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Zooplankton	Calculado en este trabajo	Zeina-Rejón <i>et al.</i> (2003)	Zeina-Rejón <i>et al.</i> (2003)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Otros macrocrustáceos	Calculado por Ecopath	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007), Trites (2003)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Porifera	Calculado por Ecopath	Opitz (1996)	Opitz (1996)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Polychaeta	Calculado por Ecopath	Zeina-Rejón <i>et al.</i> (2003)	Zeina-Rejón <i>et al.</i> (2003)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Clupeidae	Calculado por Ecopath	Calculado en este trabajo	Calculado en este trabajo	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Gastropoda	Calculado por Ecopath	Zeina-Rejón <i>et al.</i> (2003)	Zeina-Rejón <i>et al.</i> (2003)	Salcido-Guevara y Arreguín-Sánchez (2007)
Fitoplancton	García-Morales (2008)			
Macrofitas	Olabarria <i>et al.</i> (2001)			
Detritus	Calculado por Ecopath			

Artículo científico

Exploración socioecológica de la pesca artesanal del sur del Golfo de México por medio del marco de análisis de gobernanza interactiva

Socio-ecological exploratory study of the artisanal fisheries from the South of Gulf of Mexico through the interactive governance framework

Eva Coronado^{*,**✉}, Ratana Chuenpagdee^{***}, Silvia Salas^{****}, Édgar Torres-Irineo^{**}, Leopoldo Palomo-Cortés^{****} y Alejandro Espinoza-Tenorio^{*}

Resumen

A escala global, los sistemas de pesca artesanal (PA) se reconocen por su complejidad socioecológica, condición que ha dificultado la colecta de información y limitado la identificación de las fortalezas y debilidades de sus estructuras de manejo y gobernanza. Este trabajo analiza el sistema de PA del sur del Golfo de México (SGM) conforme el marco analítico de gobernanza interactiva, con el objetivo de caracterizar los recursos pesqueros, el esfuerzo de pesca y las estrategias de manejo oficial, conformando una línea base que apoye la identificación de factores socioambientales que limitan la gobernanza. Los resultados de este análisis muestran que la PA del SGM aporta 10% de volumen y 12% del valor de la captura nacional, lo que incide sobre más de 150 especies, agrupadas en 10 pesquerías. En la región trabajan más de 46 mil pescadores y 12 mil embarcaciones artesanales que interactúan con flota semi-industrial. En este contexto, se identificaron problemas socioambientales, como recursos sobreexplotados, pesca ilegal, sobrecapacidad de esfuerzo (humano y en flota) y exclusión de operaciones en zonas explotación petrolera. La PA se maneja conforme un sistema jerárquico basado en decisiones oficiales centradas en el control de acceso (permisos) otorgado con base en las evaluaciones de *stocks*, pero con poca atención a los cambios en los contextos sociales y económicos. La PA en el SGM requiere evaluación y manejo con inclusión de temas socioambientales, estrecha colaboración entre todos los sectores involucrados para la toma de decisiones y la formulación de las políticas que favorezcan pesquerías sostenibles

Palabras clave: evaluación integral, manejo pesquero, gobernanza interactiva, transdisciplina, pesca sostenible.

Abstract

Worldwide artisanal fishing (AF) systems are identified by their socio-ecological complexity, in addition, in many regions lack of data is a frequent issue; under this context, it is difficult to characterize these systems and identify the strengths and weaknesses of their management and governance structures. This paper analyzes the AF system of the Southern Gulf of Mexico (SGM) following the analytical framework of interactive governance, to characterize resources, fishing efforts, and the official management strategies, forming a baseline that supports the identification of socioecological factors which strength or limit governance. The results of this exploration identified that the AF of the SGM contributes 10% of the volume and 12% of the value of the total national catch, are caught more than 150 species, clustered in 10 fisheries. More than 46 000 fishermen and 12 000 small boats coexist with the semi-industrial fleet. Socioecological

* El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche. Ave. Rancho Polígono 2-A, Col. Ciudad Industrial, 24500 Lerma, Campeche, México.

** Dirección actual: Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida-UNAM. Km 4 Carretera Mérida-Tetiz, 97357 Ucú, Yucatán, México. ✉ Autor de correspondencia ev.coronado@gmail.com.

*** Department of Geography, Memorial University of Newfoundland, St. John's, NL, A1B 3X9. Canadá.

**** CINVESTAV Merida-IPN. Km 6 Antigua Carretera a Progreso, CORDEMEX, 97310 Mérida, Yucatán, México.

problems such as overexploited resources, illegal fishing, and exclusion from fishing areas by oil companies were identified. The management system is based on official decisions focused on access control (licenses) granted based on stock assessments (considering only the biological component), but with poor attention to social and economic changes. The AF in the SGM requires integral assessment and management and close collaboration among stakeholders for the formulation of policies and decision-making that allow for achieving sustainable fisheries.

Keywords: Integral assessment, fishery management, interactive governance, transdisciplinary, sustainable fishery.

Introducción

Las pesquerías artesanales (PA) se han descrito como sistemas socioecológicos complejos, diversos y dinámicos (Chuenpagdee y Jentoft 2019). De acuerdo con Charles (2001), las PA están representadas por las interacciones entre tres subsistemas y múltiples componentes, incluido el subsistema natural, compuesto por los organismos acuáticos, el ecosistema y el ambiente físico; el subsistema humano, que incluye a los productores, así como el ambiente económico, sociocultural y el subsistema de manejo, que incluye las políticas, investigación, a las instituciones y a los tomadores de decisiones.

A pesar de que los argumentos teóricos dirigen hacia diferentes estrategias para evaluar y gestionar los sistemas de las PA, y en el contexto real los Estados y agencias internacionales han destinado décadas de esfuerzo para encontrar estrategias de manejo adecuadas para las PA, los problemas ecológicos y sociales han persistido y, en algunos casos, han aumentado (Chuenpagdee y Jentoft 2019, Berkes 2021).

Entre las primeras fallas que se evidencian para alcanzar una buena gobernanza, está la falta de información detallada acerca de las características que conforman los sistemas de las PA, incluidas la diversidad de especies y la complejidad social del sector (FAO 2020). Por otro lado, se asume que manejo y gobernanza son sinónimos y, por tanto, no se analizan de manera específica (Kooiman *et al.* 2008, Boucquey 2020, Partelow *et al.* 2020).

El manejo pesquero se ha dirigido por mucho tiempo a garantizar que una pesquería se mantenga estable a lo largo del tiempo, según los parámetros o puntos de referencia establecidos por el Estado o los tomadores de decisiones, por ejemplo, biomasa del recurso, tamaño de la flota, número de pescadores o cuota de captura (Charles 2001). Tradicionalmente, el manejo pesquero no favorece la participación de todos los actores

involucrados en la actividad, y las decisiones recaen exclusivamente en las entidades de gobierno (Johnsen 2014, Espinosa-Romero 2021).

En contraposición, el co-manejo y la gestión de recursos basada en una gobernanza interactiva han ganado atención en las últimas décadas, lo que ha favorecido la participación de todos los actores vinculados con la pesca (públicos y privados) en el proceso de toma de decisiones (Chuenpagdee y Jentoft 2019, Boucquey 2020, Berkes 2021).

La diferencia entre manejo y gobernanza no siempre es clara, dependerá de cómo y quién define los conceptos y, en especial cómo se instrumenten. Por ejemplo, el Banco Mundial define gobernanza como la manera en que se ejerce el poder en la gestión de los recursos económicos y sociales en pro del desarrollo (The World Bank 1992).¹ Mientras que Kooiman (2008) se refiere a la gobernanza interactiva como todas las intervenciones tanto públicas como privadas que se realizan para resolver problemas comunes y crear oportunidades sociales

En este contexto, la gobernanza como concepto operativamente cobra importancia socioecológica con relación a la PA, en especialmente en años recientes con la publicación de instrumentos tales como las directrices voluntarias para la sustentabilidad de la pesca de pequeña escala (FAO 2015), los objetivos del desarrollo sostenible y la agenda 2030 (Naciones Unidas México 2021) y la proclamación por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas del año 2022 como año internacional de la Pesca y Acuicultura artesanales (FAO 2022). En este marco, algunos autores refieren que las lentas aceptación e incorporación de estos instrumentos a las políticas nacionales, mostradas en algunas regiones se debe, no sólo a la falta de compromiso de los gobiernos, sino también

1. The World Bank. 1992. Governance and Development. The World Bank. EEUU. 72p.

a las dificultades que enfrentan para conocer sus sistemas de las PA, dimensionar el valor sociológico y el involucramiento de todos los actores en la toma de decisiones; estas acciones son necesarias para fortalecer sus estructuras de manejo y gobernanza (Jentoft *et al.* 2017, Berkes 2021).

La premisa anterior proporciona el contexto para este trabajo, que analiza conforme el marco analítico de gobernanza interactiva el sistema de las PA del sur del Golfo de México en el ámbito estatal (Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Para ello, se plantean las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los recursos que se capturan y la magnitud del esfuerzo pesquero asignado?, ¿cuáles los esquemas y arreglos institucionales asociados al manejo de las PA?, ¿cuáles los factores que limitan o apoyan la gobernanza en la región, desde la perspectiva de actores clave? con la finalidad de responder las preguntas anteriores, se planteó como objetivo caracterizar el socioecosistema de las PA del SGM, incluidos atributos clave de los subsistemas natural, social y de manejo comunes para la región. La caracterización fue desarrollada con diferentes fuentes de información provenientes de registros oficiales entre 2000 y 2020. Los hallazgos son discutidos en orden de proponer acciones que contribuyan a mejorar la gobernanza de esta región de México.

Materiales y métodos

Área de estudio

En esta investigación, el área de estudio se concentra en cuatro entidades federativas (Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo) que se refieren a lo largo del documento como el SGM (Fig. 1). La delimitación se da con base en las políticas públicas en materia de pesca que considerarán el enfoque territorial para el establecimiento de marcos legales e institucionales y clasifican cuatro regiones pesqueras en México (Gobierno de México 2020).² La región pesquera 3, conocida

como Golfo de México y Mar Caribe, incluye a los estados considerados en este estudio.

El SGM es una zona de alta productividad caracterizada por las interacciones entre procesos terrestres y marinos que convergen y afectan la dinámica en la zona costera, y cuenta con importantes aportes de nutrientes provenientes de las descargas de ríos, como el sistema Grijalva-Usumacinta (Uribe-Martínez *et al.* 2019, Ramos-Muñoz y Espinoza-Tenorio 2020). La región también se caracteriza por una combinación de factores geomorfológicos, edáficos y ecológicos que resultan en el desarrollo de diversos ecosistemas (Islebe *et al.* 2015), entre los que se destacan los manglares, lagunas costeras, zonas de pastizales y arrecifes de coral de barrera, superficiales y profundos.

Las características referidas fomentan condiciones idóneas para una gran diversidad de taxones marinos que han favorecido las actividades de pesca comercial. En esta región se han descrito alrededor de 5 000 especies de vegetación acuática e invertebrados marinos, incluidas 550 especies de algas marinas, 63 de corales, 50 de esponjas de mar, 200 de equinodermos, 3 500 de microorganismos bentónicos (González-Solis *et al.* 2018). Se han reportado unas 600 especies de peces pelágicos, rayas y tiburones (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón 2011).

Fuentes de información

El desarrollo de esta investigación se realizó en cuatro etapas: 1) Caracterización del sistema de las PA; 2) Delimitación de la estructura de gobernanza; 3) Identificación de los factores que favorecen o limitan la gobernanza con base en el análisis de la estructura del sistema de gobierno y la perspectiva de actores clave; y 4) Discusión de los hallazgos. La información colectada del SGM proviene de fuentes primarias y secundarias que abarcan el periodo entre 2000-2020.

Fuentes secundarias: se realizó una revisión de documentos oficiales enfocados en el manejo pesquero, estadísticas y esfuerzo pesquero obtenidos de repositorios en línea. La documentación consultada incluye la Carta Nacional Pesquera (DOF 2022a), anuarios estadísticos de pesca y acuicultura (CONAPESCA 2019) y los planes de manejo pesquero para cada una de las pesquerías del SGM (Tabla 1).

2. Gobierno de México. 2020. Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020-2024. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/att>

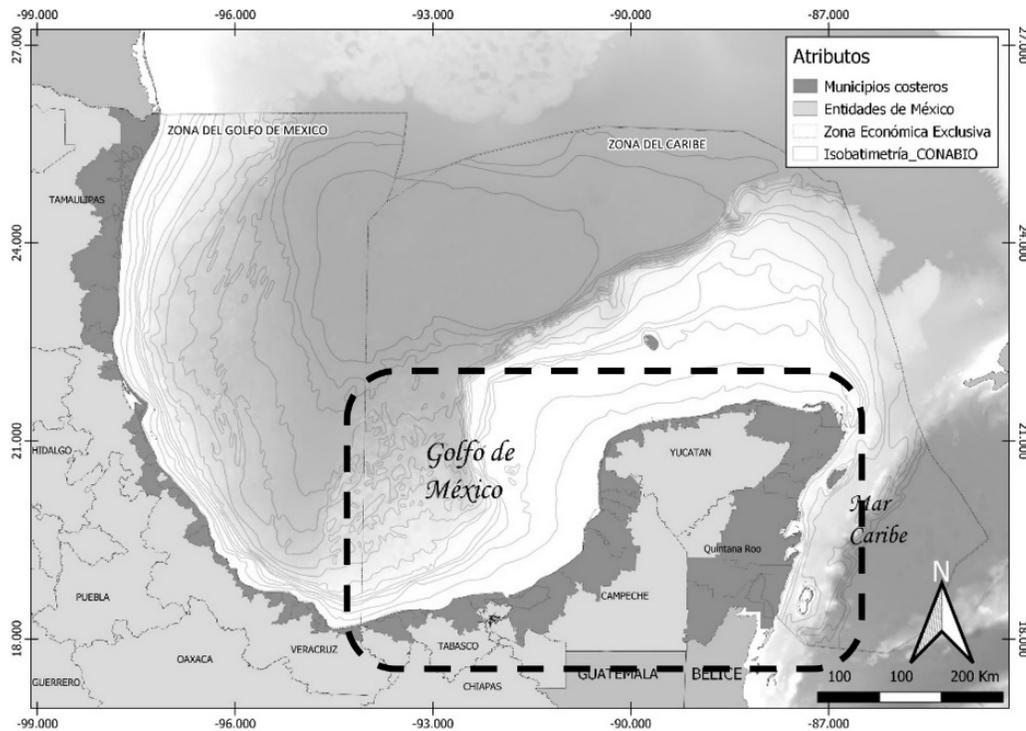


Fig. 1. Sur del Golfo de México, en la línea punteada se enmarcan los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Fuentes primarias: La información referente a la percepción de los actores sociales (productores y líderes pesqueros) sobre la situación de las PA proviene de 45 entrevistas realizadas a representantes del sector pesquero de los estados del SGM. La herramienta aplicada fue una encuesta de opinión sobre las fortalezas y debilidades del sector pesquero artesanal. Las técnicas de análisis de contenido (Weber 1990)³ se utilizaron para el manejo de la información; aquellas respuestas mencionadas por 50% del grupo fueron consideradas como los factores que, desde la percepción de los actores, son una fortaleza o debilidad del sistema de las PA.

Caracterización del sistema pesquero

Etapa 1. Para la caracterización del sistema pesquero se siguió el esquema de Charles (2001), donde se definen atributos para cada subsistema que constituyen el sistema pesquero (natural, so-

cial y manejo). El criterio para seleccionar dichos atributos se basó en la información disponible para todos los estados. Para *subsistema natural* se incluyó información del número de pesquerías en la región, número de especies capturadas, volumen y valor de la captura. En términos del *subsistema social* se incluyó el número de pescadores, embarcaciones y grupos pesqueros. Para el *subsistema de manejo* se incluyó el número de planes de manejo vigentes para las pesquerías identificadas, el número de instituciones involucradas y número de especies sobre las que hay acciones o manejo específico. Los datos recopilados permitieron la integración de matrices de información base del sistema pesquero y dieron pauta a la etapa 2.

Delimitación de la estructura de gobernanza del sistema pesquero

Etapa 2. Para la caracterización de la estructura de gobernanza se siguió el marco de análisis de gobernanza interactiva (Kooiman *et al.* 2008, Chuenpagdee y Jentoft 2009). La teoría plantea que los sistemas sociales/productivos están conformados por tres componentes: el *sistema a ser gobernado*, constituido por variables de orden

3. Weber R. 1990. Basic Content Analysis. 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States of America: SAGE Publications, Inc.

natural y social; *el sistema de gobierno* (marco normativo e instituciones) y *las interacciones* entre ambos componentes. A su vez, cada componente tiene cuatro propiedades: diversidad (heterogeneidad de elementos del sistema), complejidad (relaciones e interdependencias entre componentes), dinamismo (los cambios ocurren durante el tiempo en que esto sucede) y escala (dimensiones especiales o temporales del sistema). El tipo de manejo puede ser automanejo, comanejo o sistema jerárquico, donde la organización y la operación dependen de un organismo, del cual los actores participantes resultan ser subordinados (Chuenpagdee y Jentoft 2019).

La caracterización del sistema que será gobernado (subsistema natural y social) se construyó con base en las variables identificadas en la etapa 1. Para analizar el sistema de gobierno se identificaron variables cuantitativas, como el número de dependencias a escala federal, pero también las características cualitativas (responsabilidades de cada dependencia).

Para analizar las interacciones entre subsistemas fueron consideradas características cualitativas, como instrumentos y acciones identificados dentro del sistema de gobierno que tuvieran incidencia directa sobre el sistema para ser gobernado (subsistemas natural y social). Por ejemplo, si existían actividades de vinculación en la toma de decisiones entre gobierno y usuarios (pescadores), o si alguna normativa tenía repercusión directa en los subsistemas natural y social, se construyó un esquema de interacciones de gobierno y sistema para ser gobernado.

Análisis de la gobernanza

Etapa 3. Para analizar las características de la gobernanza del sistema de las PA del SGM se analizaron las características cualitativas del sistema pesquero y el esquema de las interacciones identificadas entre el sistema de gobierno y el sistema para ser gobernado, desarrollados en la etapa 2, que permitió discutir aspectos sobre la diversidad (heterogeneidad de pesquerías y especies), la complejidad (relaciones sociales) y el dinamismo (natural y social). También se elaboró una tabla comparativa de la percepción de los actores entrevistados, donde se registran fortalezas y debilidades del sistema pesquero y se construyó una

matriz de gobernabilidad como representación de los hallazgos de la gobernanza de la región. Finalmente, se discuten las características generales del sistema socioecológico de las PA y los factores que influyen en la gobernanza.

Resultados

Caracterización del sistema de pesca artesanal

- El sistema natural: Los recursos pesqueros
En el SGM, entre 2000-2019, el volumen promedio de producción pesquera (flotas artesanal e industrial) y acuícola fue de 141 mil toneladas anuales. En 2018 (año previo al inicio de la pandemia por COVID19), la región aportó cerca de 180 mil toneladas distribuidas entre los cuatro estados del SGM (Fig. 2), que representaron aproximadamente 10% de la producción nacional con un valor cercano a los 6 mil millones de pesos (12% del valor nacional de ingreso por pesca).

La flota artesanal incide sobre 10 diferentes pesquerías de acuerdo con la Carta Nacional Pesquera (DOF 2022a), las cuales aportan diferentes volumen y valor (Tabla 1). Estas pesquerías en conjunto integran una mezcla de cerca de 150 especies de importancia comercial. En general, los artes de pesca y los métodos empleados son diversos y están adaptados a los grupos de especies objetivo y pesquería específica.

La diversidad y la complejidad taxonómica de las especies en las que incide la PA son altas, ya que incluyen desde equinodermos (como el pepino de mar), crustáceos (como la langosta), moluscos (como el pulpo), peces de diferentes ámbitos tróficos (herbívoros, forrajeros y carnívoros), hasta depredadores tope (tiburones) (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón 2011).

- El sistema social: esfuerzo pesquero
En 2020, la población del SGM era de aproximadamente 7.5 millones de habitantes y más de 70% de ellos vivía en comunidades costeras o a menos de 20 km de la costa (INEGI).⁴

4. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

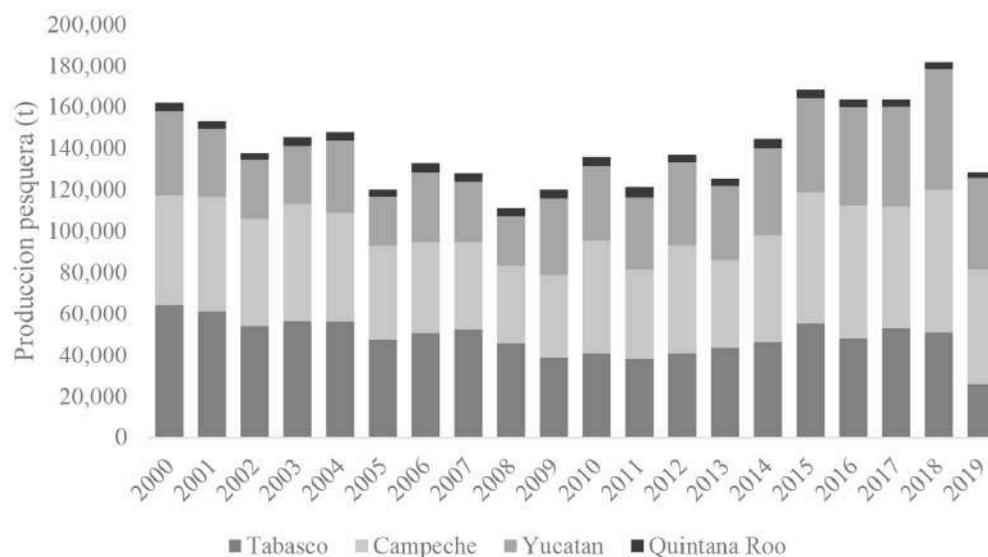


Fig. 2. Volumen histórico desembarcado a escala estatal en el sur del Golfo de México (Fuente: CONAPESCA 2019).

Tabla 1
Pesquerías sobre las que incide la flota artesanal en el sur del Golfo de México, se reegistran los artes de pesca asociados y planes de manejo específicos

Pesquería	Familia (Núm.)	Especie (Núm.)	Volumen promedio de producción 2018 (t)	Arte de pesca (Código) ^a	Referencia
Escama	32	110	150 572	2,3,4,5,6,7,8, 10,11,12,13, 14,15,20,23	(DOF 2014b)
Pulpo	1	2	52 769	22, 23	(DOF 2014c)
Camarón	1	7	23 760	1, 18	(DOF 2014d)
Caracol	4	7	9 588	12,14,15	(DOF 2014e)
Langosta	1	2	1 068	12,14,15	(DOF 2014f)
Tiburón	7	19	12 449	2, 6	(DOF 2022b)
Cangrejo y Jaiba	1	2	17 037	16, 17	(DOF 1974)
Pepino de mar	2	2	1 197	12, 14	(DOF 2015)
Cangrejo moro	1	1		16, 19	(DOF 2010)
Ostión	1	2	40 229	15, 21	(DOF 2017)

1) redes camaronerías; 2) redes tiburonerías; 3) redes agalleras; 4) redes estuarinas; 5) palangre pelágico; 6) líneas con anzuelos largos demersales; 7) líneas de mano, anzuelos pequeños; 8) líneas con anzuelos medianos para pelágicos; 9) línea y anzuelo para calamar; 10) curricán de estuario; 11) curricán pelágico; 12) SCUBA (colecta manual); 13) SCUBA (arpón o gancho); 14) bBuceo con compresor; 15) buceo libre; 16) Nasas cangrejerías; 17) Redes de inmersión; 18) Nasas camaronerías; 19) Trampa para cangrejo; 20) pesca con mosca, caña; 21) colecta manual; 22) jimbas: arte endémico de la PY, varas de madera a las que se atan seis o siete cuerdas para colgar cangrejo; 23) alijo: pequeñas embarcaciones sin motor de madera.

Con relación a la población pesquera, hasta 2019, en la región se contabilizaban más de 46 mil pescadores y 14 mil embarcaciones, 95% de esta fuerza laboral forma parte del sector artesanal de acuerdo con registros oficiales (Tabla 2). Además, se ha estimado que, por cada persona participante en actividades de captura, por lo menos hay cinco empleos

asociados en procesos de pre-captura (reparación de lanchas y motores, proveedores de insumos de artes de pesca) y post-captura (procesamiento, transporte y comercialización), en los que participan hombres, mujeres y jóvenes que inician su vida laboral asociada a la pesca (Coronado *et al.* 2020, Espinoza-Tenorio *et al.* 2022).

A lo largo de la línea costera del SGM, la infraestructura portuaria varía entre estados y puertos pesqueros, siendo Campeche y Yucatán las entidades con mayores áreas de atraque destinadas a la flota artesanal, en contraste con el estado de Tabasco, que tiene menor espacio de atraque, pero registra mayor número de embarcaciones artesanales (Tabla 2).

La PA coexiste con tres de los sectores económicos más relevantes para la economía nacional: la pesca semi-industrial (principalmente en Yucatán), la industria petrolera (Campeche y Tabasco) y el sector turístico (Quintana Roo y se está expandiendo a todos los estados), que históricamente han excluido o limitado áreas tradicionales de pesca y zonas de arribo, a las embarcaciones que operan en las PA. Por ejemplo, el estado de Yucatán alberga 76% del total de las embarcaciones semi-industriales y 45% de las plantas

pesqueras de productos del mar registradas para el SGM (Tabla 2); prácticamente 100% de estas embarcaciones y empresas se ubica en la comunidad de Progreso, el puerto pesquero más importante del SGM, y donde la PA se ha visto reducida sustancialmente, dadas las actividades industrial, de turismo y comercio.

En el estado de Quintana Roo, el esfuerzo pesquero es bajo en términos de número de pescadores, embarcaciones y volumen de captura, en comparación con los otros estados del SGM, y predominan las embarcaciones destinadas a actividades turísticas y de pesca deportiva, que interactúan en las mismas áreas donde opera la flota artesanal. En los estados de Tabasco y Campeche, la PA coexiste con la industria petrolera, ya que las áreas de pesca están cercanas a las plataformas en zonas con restricciones de acceso o exclusión para la flota pesquera artesanal (Tabla 2).

Tabla 2
Características demográficas y del sector pesquero del sur del Golfo de México

Características/ referencias	Tabasco	Campeche	Yucatán	Quintana Roo	SGM
Línea de costa (km)	200	425	340	1 176	2 141
Población total del estado ^a	2 454 295	948 459	2 199 618	1 709 479	7 311 851
Población de pescadores registrados ^b	14 255	12 135	16 936	2 910	46 236
Población estimada en actividades de pre y post captura ^c n= población registrada en la captura x (5)	71 275	60 675	84 680	14 550	231 180
Número de embarcaciones semi-industriales (12-25 m) ^b	24	116	527	29	696
Número de embarcaciones artesanales (7-12 m) ^b	4 375	3 401	3 974	889	12 639
Longitud de atraque total del estado (km) ^b	2	17	10	2	31
Longitud de atraque para flota artesanal (km) ^b	2	14	8	2	26
Volumen estatal de captura (t) ^{b,d,e}	50 902	66 969	53 428	3 188	174 487
Valor total de la captura (Miles de pesos) ^c	835 874	1 830 799	2 402 116	181 839	5 250 628
Número de plantas pesqueras ^c	5	26	48	29	108
Posición nacional (volumen) ^c	12	1	9	21	43
Posición nacional (valor) ^c	12	8	5	20	45
Número de embarcaciones turísticas/peca deportiva (7-12 m) ^f	310	394	2 244	8 937	11 885
Presencia de plataformas petroleras cercanas a la zona costera (con áreas de exclusión para la flota artesanal) ^{g,h}	SI	SI	NO	NO	
Principal recurso pesquero ^c	Ostión y bagre	Pulpo y caracol	Pulpo y mero	Pulpo y langosta	

<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

CONAPESCA (2019)

Coronado *et al.* (2020)

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/151083/Anuarios_Pesqueros_2008.compressed.pdf

<https://datos.gob.mx/busca/dataset/produccion-pesquera>

<https://www.gob.mx/puertosymarinamercante/acciones-y-programas/direccion-general-de-marina-mercante> (estadísticas)

Ramos-Muñoz *et al.* (2019)

<https://produccion.hidrocarburos.gob.mx/>

- El sistema de gobierno
Como en todo el país, las PA en el SGM se rigen por un sistema de gobierno jerárquico de arriba hacia abajo (*top-down*, en inglés). A pesar de que a partir del año 2010 la elaboración de los planes de manejo pesquero para las principales pesquerías comenzó a ser consultiva y se integró la participación de la academia y de actores locales, la normativa y los instrumentos de manejo siguen siendo definidos e instrumentados por las instancias de gobierno. En términos de instituciones relacionadas con el manejo y la evaluación de la PA, hasta 2018, la agencia federal responsable de la gestión de la pesca era la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) que, a partir de 2019 se convirtió en la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), en coordinación con la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) y el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) (Fig. 3).

La CONAPESCA es responsable de la integración y el mantenimiento de los registros de pesca, las estadísticas generales y la instrumentación de estrategias de manejo. Los análisis del stock pesquero y las recomendaciones de manejo son coordinados por el INAPESCA, en algunos casos en colaboración con el sector académico. Los resultados de los estudios desarrollados por el INAPESCA se reportan en la Carta Nacional Pesquera (CNP), que sirve como base científica para orientar a los tomadores de decisiones en manejo pesquero (Fig. 3). Las normas oficiales mexicanas (NOM) y la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS) también respaldan la gestión de la pesca en México.

Las estrategias de control para las diferentes pesquerías están definidas en los planes de manejo pesquero respectivos e incluyen restricciones al esfuerzo de pesca, por medio del número de licencias de pesca autorizadas, embarcaciones, pescadores y especificaciones de artes de pesca.

Como se ilustra en la *tabla 3*, el periodo de veda, los límites de las cuotas y la talla mínima se aplican a las especies que están mejor evaluadas; aunque no en todos los casos los sustentos técnicos han sido actualizados. En

algunos casos, toda una pesquería (que involucra varias especies) se ha manejado con la información disponible para una única especie, por ejemplo, la pesquería de escama incluye 99 especies, pero las principales regulaciones se basan exclusivamente en las herramientas de manejo definidas para el mero rojo *Epinephelus morio* (Valenciennes 1828) y el robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch 1792).

En otros casos, como en el del pulpo, su esquema de manejo incluye la definición de una cuota de captura, que involucra a tres estados y las dos especies. El gobierno mexicano estableció un régimen de cuota, con un promedio de aproximadamente 17 000 t en la última década (Tabla 3). Sin embargo, el volumen promedio descargado ha variado ampliamente y alcanzado capturas de hasta 35 000 t. Si bien esta pesquería se venía considerando como la más sana regionalmente, empieza a mostrar problemas tales como el uso de métodos de pesca no permitidos y la pesca ilegal. Las limitaciones financieras y técnicas no permiten esquemas de monitoreo amplio que cubran a las especies involucradas y vigilancia que reduzca los problemas referidos.

Entre los esquemas de manejo enfocados a las PA, el gobierno mexicano promueve esfuerzos de conservación como el desarrollo y la instrumentación de zonas de refugio pesquero (DOF 2014a). Además, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) supervisa la gestión de 19 áreas naturales protegidas (ANP) entre las que se incluyen áreas marinas donde opera la flota artesanal.

La mayoría de las ANP tiene en su plan de manejo, la delimitación de áreas para la conservación y áreas donde es posible realizar actividades extractivas y recreativas, como la PA y el turismo. Los instrumentos de manejo empleados en las ANP donde se realizan actividades de pesca comercial son coordinados por la SEMARNAT a través de la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y la CONAPESCA (Fig. 3) que, a su vez, establecen acciones para el cumplimiento y la vigilancia de las actividades de pesca si inciden en las ANP.

En general, la estructura de gobierno y manejo de los recursos pesqueros en el SGM se basa en decisiones centradas en el control de acceso

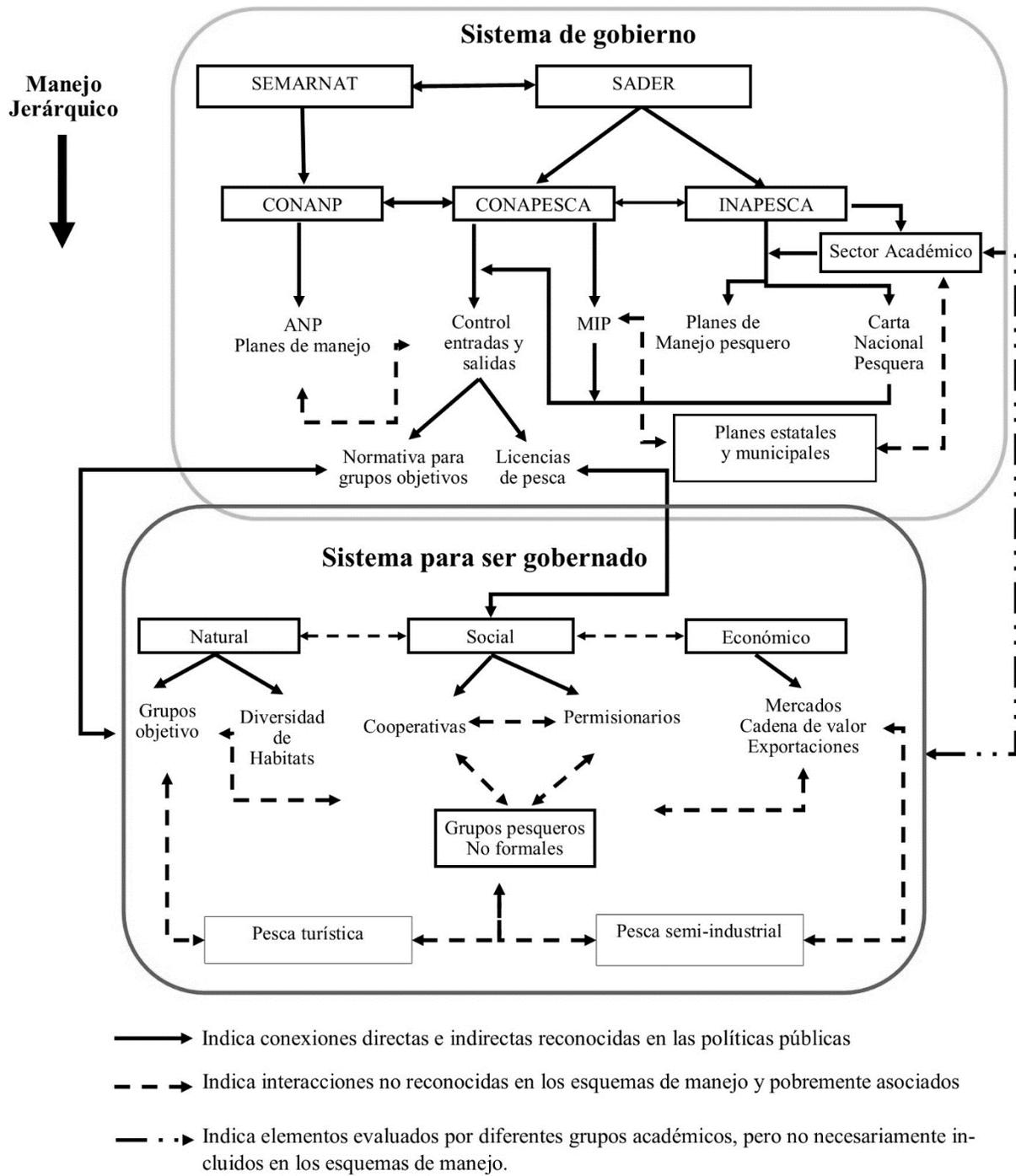


Fig. 3. Representación esquemática del sistema de gobierno de la pesca de pequeña escala, el *Sistema para ser gobernado*, y sus interacciones en la península de Yucatán. Sistemas de gobierno. Instituciones federales responsables de la ordenación pesquera en México. Siglas y acrónimos: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA), Programas de Implementación y Manejo (MIP). *Sistema para ser gobernado*. Principales elementos descritos en este estudio (elaboración propia, adaptado de Galindo-Cortes *et al.* 2019 y Espinoza-Tenorio *et al.* 2011).

Tabla 3
Estrategias de manejo establecidas para las pesquerías de pequeña escala en el SGM

Pesquería (Grupo objetivo)	Veda (Días en promedio/años)	Cuota ^b (t)	Talla mínima ^c	Estado del recurso ^d	Referencia
Escama	30	RP	<i>Epinephelus morio</i> 36.3 cm (LT) <i>Centropomus undecimalis</i>	D	(DOF 2014b)
Pulpo	195	~17 000	<i>Octopus maya</i> 11 cm (ML) <i>Octopus vulgaris</i> 11 cm (ML)	MS	(DOF 2014c)
Camarón	180	RP	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	D	(DOF 2014d)
Caracol	210	RP	<i>Pleuroploca gigantea</i> 30 cm (LT) <i>Strombus costatus</i> 18 cm (LT) <i>Strombus gigas</i> 20 cm (LT) <i>Busycon perversum</i> 22 cm (LT)	D MS	(DOF 2014e)
Langosta ^a	120	RP	<i>Panulirus argus</i> 22.3 cm (LT)		(DOF 2014f)
Tiburón	90	RP		MS	(DOF 2022b)
Cangrejo	45	RP	<i>Callinectes</i> sp. 110 mm (LT)	MS	(DOF 1974)
Pepino de mar ^a	350	~650	<i>Isostichopus badionotus</i> 23 cm (LT)	MS	(DOF 2015)
Cangrejo moro	45	RP	<i>Mennippe mercenaria</i> 70 mm (CL)	D	(DOF 2010)

Restricción de límites espaciales definidos en el plan de manejo

Puntos de referencia sugeridos (RP)

Longitud total (LT), Longitud del manto (ML); Longitud de la quela (CL)

Deteriorado (D); Máximo sustentable (MS)

(por medio de licencias) tomadas con base en las evaluaciones de *stocks* de las principales especies objetivo (componente biológico), pero con pocas especificaciones de manejo enfocadas en variables sociales y económicas. Asimismo, desde la perspectiva de los usuarios entrevistados hacen falta cambios que

permitan fortalecer o limitar la efectividad del manejo y acciones de gobernanza del sistema pesquero (Tabla 4).

Las características del sistema de PA en el SGM se resumen en la matriz de gobernabilidad (Tabla 5). Todas las propiedades identificadas en el sistema que será gobernado

Tabla 4
Percepción de los actores entrevistados sobre las fortalezas y debilidades del sistema pesquero artesanal del sur del golfo de México

Fortalezas Acciones que favorecen la gobernanza	Limitaciones Acciones que ponen en riesgo la gobernanza
<ul style="list-style-type: none"> Las confederaciones pesqueras están bien establecidas y cuentan con representantes que apoyan al sector y tienen interacción con instituciones de gobierno. La región cuenta con productos de alto valor que son exportados y en conjunto algunas empresas han iniciado procesos de certificación (por ejemplo, pulpo y huachinango) La presencia de universidad y organizaciones de la sociedad civil ha favorecido la instrumentación de proyectos con beneficios para el sector pesquero. En Progreso, Yuc. se concentran empresas donde los grupos pesqueros de los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo entregan sus productos y se abastecen de insumo, esto ayuda a disminuir costos y búsqueda de puntos de venta mayoristas. 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de coordinación entre instituciones de gobierno para organizar acciones conjuntas de inspección y vigilancia. Pérdida de capacidades de las dependencias ante la disminución de personal, la falta de presupuesto y equipo. Poca interacción y coordinación entre gobierno y sector productivo cuando se formulan estrategias de manejo y reglas de operación. Los actores que participan en las actividades de post captura no son reconocidos oficialmente y por tanto no pueden recibir apoyos. Pesca ilegal, no reportada, no regulada Poca regulación, poco control y registro de la movilidad de los pescadores. Poca información y pocos estudios de la cadena de valor y trazabilidad de los recursos pesqueros de la región.

(entornos natural y social) se consideran de alto grado, por ejemplo, alta diversidad, complejidad, dinámica y delimitación de escalas difíciles de establecer en cada pesquería, en especial para los recursos migratorios, como el jurel y las corvinas. Condiciones similares se consideran para el sistema social, donde se contemplan gran diversidad de usuarios, complejidad de sus dinámicas e interacciones y la movilidad social de la actividad que resulta difícil de medir y evaluar.

El sistema de gobierno también representa alta diversidad y complejidad (en términos del número de instituciones y dependencias involucradas y sus características internas), con múltiples problemas operativos, por lo que se le ubica en un alto grado en este sentido; pero con dinamismo y escala medios, ya que la estructura institucional federal se mantiene estable, en general, durante un periodo de seis años, correspondiente al periodo de mandato del gobierno federal en México.

Las características descritas en el sistema pesquero analizado muestran en general baja gobernabilidad del sistema que será gobernado, lo que plantea desafíos para la gobernanza de las PA en la zona de estudio.

Tabla 5

Matriz de gobernabilidad que resume las propiedades del sistema de la pesca artesanal del sur del Golfo de México

Propiedad	Sistema para ser gobernado		Sistema de gobierno
	Natural	Social	
Diversidad	Alto	Alto	Alto
Complejidad	Alto	Alto	Alto
Dinámica	Alto	Alto	Medio
Escala	Alto	Alto	Media
Gobernabilidad	Bajo	Bajo	Medio

Discusión

En el ámbito mundial son prioridad el incremento de la sensibilización acerca de la contribución que las PA hacen al desarrollo tanto social como económico, así como la necesidad de entender la dinámica asociada al manejo de los recursos que se explotan y las condiciones de los actores que participan en la actividad, ya que influyen

en las decisiones y acciones de gobernanza (FAO 2022). Esto demanda el desarrollo de investigaciones desde un enfoque integral. Este trabajo se alinea con dicho enfoque y permitió caracterizar el socioecosistema de PA del SGM y su esquema de gobernanza, presentando las condiciones del sistema pesquero en términos de los subsistemas para ser gobernados (ambiental y social) y el sistema de gobierno con los marcos legales e institucionales establecidos. Los resultados del análisis efectuado ayudaron a identificar condiciones que favorecen y limitan la gobernanza de la PA.

Condiciones que limitan la gobernanza de los subsistemas natural y social

En general, las características descritas (la diversidad, la dinámica y la escala) del sistema que será gobernado (subsistemas natural y social) asociado con la PA del SGM presenta grandes desafíos para el manejo y la gobernanza.

Las características del sistema natural de la PA muestran, por un lado, el gran número de especies sobre las que se incide. Esta condición dificulta la evaluación de los diversos *stocks* sujetos a presión de pesca y la evaluación oficial se restringe a pocas especies, menos de 5% de las especies registradas en los desembarcos, en muchos casos dependiendo del valor de la captura (Galindo-Cortes *et al.* 2019, Salas *et al.* 2019b, Ramos-Miranda *et al.* 2021). La limitada información disponible tiende a usarse para sustentar la toma de decisiones relativa a los procesos de explotación y manejo de todos los recursos.

Si bien la mayoría de las pesquerías y las especies que las representan tiene esquemas de manejo, la realidad es que algunas de las especies objetivo más importantes económicamente, entre éstas, el camarón, el pulpo maya, el mero rojo y el huachinango, están en proceso de deterioro o sobreexplotados, a pesar de ser las mejores estudiadas en aspectos biológicos y de evaluación del *stock* (Giménez-Hurtado *et al.* 2005, Avendaño *et al.* 2019, DOF 2022a).

El comportamiento de las capturas y el deterioro de las poblaciones en los últimos 20 años, si bien pudieran ser consecuencia de la sobrepesca, también podrían deberse a una combinación de factores socioambientales tales como: 1) La baja capacidad del gobierno para ejecutar la ley y

sancionar a quien la quebrante y los huecos legales por falta de coordinación institucional (Espinoza-Romero 2021); 2) Incumplimiento de las medidas de manejo por parte de los productores (Goldman 2001, Partelow *et al.* 2020); 3) Cambios en la abundancia de los recursos dadas las adaptaciones al cambio climático y el deterioro del hábitat por factores antrópicos (Arreguín-Sánchez 2019, Salas *et al.* 2019a); 4) Preferencias de los consumidores y su desconocimiento de las normativas, que estimulan el comercio de productos en temporada de veda o de tallas mínimas; 5) Vacíos de información dentro de las cadenas de valor y poca trazabilidad, que pudieran ser consecuencia de subestimación de capturas y del esfuerzo pesquero (Coronado *et al.* 2020). En conjunto, todas estas condiciones dificultan el cumplimiento de las estrategias de manejo actuales y limita la gobernanza. En este panorama, se dificulta la instrumentación de normas y reglamentos adaptados al contexto local, que apoyen la sostenibilidad general de la PA (Galindo-Cortes *et al.* 2019, Coronado 2020, Espinoza-Romero 2021).

Cabe resaltar, además, cómo los cambios históricos en los arreglos institucionales han reducido las capacidades operativas en general, con las implicaciones respectivas en el sector pesquero (Espinoza-Romero 2021). Los cambios de responsables y la pérdida de capacidades técnicas, humanas y financieras han contribuido a la falta de continuidad de programas de manejo, vacíos legales y reducción de capacidades. Por lo tanto, el sistema de gobierno se ve afectado y su capacidad restringida ante el tamaño de la población que tiene que controlar y la dinámica social actual; por lo que se deben reconocer contextos socioeconómicos, además del estado de los recursos y sus ecosistemas, dado el ambiente socioambiental y político incierto y dinámico.

En el SGM hay 1 320 unidades económicas (cooperativas y grupos privados, regionalmente conocidos como permisionarios) reportadas oficialmente, que participan en la PA (CONAPESCA 2019); y la mayoría de los más de 46 000 pescadores está ligada a estas unidades económicas. Las comunidades pesqueras, ante sus contextos particulares, pueden responder de distintas maneras a los mismos esquemas de manejo y, por tanto, evidenciar fortalezas o limitaciones diferentes en términos de gobernanza. Donde hay cooperativas

bien organizadas, existen oportunidades de procesos de cooperación, lo que puede ser favorecido si permisionarios influyentes apoyan acciones de gestión participativa. Algunos estudios que han analizado sus dinámicas sociales y los acuerdos de cooperación entre actores (Pedroza 2013, Coronado *et al.* 2020), revelan que hay una alta dependencia entre actores, en especial entre los permisionarios y los pescadores empleados.

Entre los problemas comunes reportados en el SGM, que en general se presentan para toda la PA en México, está la pesca de especies durante sus temporadas de veda, volúmenes de desembarque que exceden la cuota (aplicable a los grupos objetivo con veda y/o cuota) y la presencia de pescadores libres que operan en embarcaciones no reguladas, es decir, no asociadas a ningún permiso de pesca. Estas actividades son realizadas tanto por grupos de pescadores informales, como por algunos de los formales (Cisneros-Montemayor *et al.* 2013, Pedroza 2013).

Uno de los principales conflictos sociales en el sistema de PA ha sido la presencia de nuevos actores (jóvenes y mujeres) y la movilidad continua de los pescadores entre las comunidades del SGM, lo que ha provocado cambios en el sistema de redes sociales, en las estructuras comunitarias y limitaciones para la cuantificación del esfuerzo (Fraga *et al.* 2009, Espinoza-Tenorio *et al.* 2022). Esta situación fue reportada en las entrevistas, donde se destaca que los movimientos se dan principalmente entre pescadores de Campeche y Tabasco que han llegado a comunidades de Yucatán. Sin embargo, no existen datos oficiales en cuanto a la migración de pescadores.

Otro punto importante que resaltar en torno a las problemáticas sociales que limitan la gobernanza es la interacción entre la flota artesanal y la industria petrolera en áreas de pesca de Campeche y Tabasco. Diversos trabajos han explorado el contexto histórico de la estructuración de la industria petrolera en México y, más recientemente, los conflictos asociados a la asociación pesca-petróleo (Ramos-Muñoz y Espinoza-Tenorio 2020, Salazar-De la Cruz *et al.* 2020). Estos estudios destacan que la coexistencia pesca-petróleo ha traído graves problemas socioambientales, incluidos los de contaminación y deterioro de hábitat, además de socioeconómicos ligados al establecimiento de zonas de exclusión de pesca por parte de la industria

petrolera. Dichos conflictos se han incrementado en la última década y hasta el día de hoy no se presentan soluciones a estas situaciones.

Otro factor que limita la gobernanza tiene que ver con los arreglos institucionales donde la coordinación entre las instituciones es poca o nula y el involucramiento de los productores pesqueros para la toma de decisiones es pobre, como, por ejemplo, en la organización de la vigilancia en las áreas costeras y marinas. La falta de presupuesto y de personal en las instituciones y la limitada capacidad de acción de los miembros de las comunidades para controlar las acciones de ilegalidad han sido reportadas por varios autores (Espinoza-Tenorio *et al.* 2011, Galindo-Cortes *et al.* 2019, Salas *et al.* 2019a) e identificadas a través de las entrevistas en este estudio.

Resulta evidente que las interacciones y problemáticas descritas agregan más complejidad al sistema y pueden aumentar los conflictos al incrementarse el número y la diversidad de usuarios del sistema, lo que reduce la gobernanza general del sistema, por tanto, se requieren arreglos institucionales nuevos y dinámicos que se vayan adaptando a la complejidad y los cambios de los sistemas socioecológicos pesqueros.

Manejo y gobernanza del sistema de pesquerías artesanales

En todo México, incluido el SGM, la disparidad de las reglas establecidas en los subsistemas naturales y sociales es evidente. El subsistema social no se evalúa y registra al mismo nivel que el sistema natural y las reglas de manejo no consideran explícitamente a los usuarios y sus interacciones, situación que ha sido reportada previamente en trabajos que abordan la complejidad de la gobernanza pesquera en México (Coronado 2020, Espinosa-Romero 2021). Desde la perspectiva de la gobernanza interactiva, el incumplimiento de las estrategias de manejo y la pesca ilegal se pueden ver como una manifestación de disidencia por parte del sistema social, o la falta de atención por parte del sistema gobernante, como resultado de una interacción inadecuada (Goldman 2001, Kooiman 2008, Chuenpagdee y Jentoft 2019, Partelow *et al.* 2020).

Desde la perspectiva del manejo pesquero, el incumplimiento de las estrategias de manejo y la

pesca ilegal existente son caminos hacia la sobre-explotación y el deterioro de las poblaciones de importancia comercial, que terminan causando externalidades negativas como conflictos sociales y pérdidas económicas (Johnsen 2014, Boucquey 2020, Partelow *et al.* 2020). Ambas perspectivas (gobernanza y manejo) parecen explicar la causa y las consecuencias de los problemas descritos en el sistema de PA en el SGM. Sin embargo, las problemáticas identificadas también abren oportunidades para tomar acciones.

Como lo sugieren Chuenpagdee y Jentoft (2019), los problemas no necesariamente se solucionan, pero evidencian la necesidad de acciones y estimulan iniciativas y reformas por parte del gobierno y los actores clave, dirigiéndose a un rediseño institucional, la innovación organizativa y el desarrollo de nuevas herramientas de manejo y de procesos de interacción entre las instituciones y los usuarios. Por lo tanto, para lograr efectividad en el manejo y una buena gobernanza del sistema pesquero, las nuevas perspectivas deben redefinir las relaciones entre los gobiernos y la sociedad e integrar elementos ambientales, humanísticos y sociales a los esquemas de manejo. Sólo de esta manera será posible desarrollar iniciativas integrales en un contexto de gobernanza interactiva que sea políticamente informado y socialmente inclusivo (Johnsen 2014, Partelow *et al.* 2020, Espinosa-Romero 2021).

Reflexiones finales: de la gobernanza analítica a la operativa

La transición hacia un sistema de evaluación y manejo holístico y una gobernanza efectiva en un sistema productivo requiere confianza entre las partes interesadas (Berkes 2021). También exige el intercambio de información confiable para la toma de decisiones informada que permitan la instrumentación de acciones en el marco de la gobernanza interactiva (Galindo-Cortes *et al.* 2019, Coronado 2020, Espinosa-Romero 2021). Esto parece fácil de entender desde la perspectiva teórica y resulta viable de plasmar en el marco de los planes estratégicos estatales y nacionales, pero realmente es difícil de lograr en la práctica a cualquier escala.

Para alcanzar una gobernanza efectiva y un manejo eficaz se requiere contar con una línea

base de información sobre el sistema, innovación para la evaluación y el monitoreo, así como estrategias de manejo adaptativas de acuerdo con las condiciones que imperen (Chuenpagdee y Jentoft 2019). La transición hacia el uso de herramientas cuantitativas requiere poder medir cambios en el sistema con una visión multidimensional y multivariada, lo que resulta un desafío, ya que precisa datos de alta calidad y metodologías adaptativas; el uso de la tecnología y las nuevas dinámicas de uso de redes sociales, que son manejadas en muchos casos por pescadores, también ofrecen oportunidades de avance. Existen muchos repositorios de datos que pueden ser usados tomando ventaja de herramientas de manejo de datos y evaluaciones que pueden ser sistematizadas para el desarrollo de tipologías, monitoreo y manejo (Chuenpagdee *et al.* 2019, Coronado 2020).

La caracterización socioecológica del sistema de manejo y gobernanza de PA del SGM generado en este trabajo resultó un desafío metodológico y un reto en cuanto al manejo de información. Sin embargo, representa una contribución inicial para entender la complejidad del sistema de PA y una guía para identificar problemas y buscar soluciones. Se reconoce que la gobernanza pesquera tiene que ver con narrativas que permitan entender el uso y la demanda de poder en el entorno (Boucquey 2020), y estos entornos pueden analizarse desde una escala micro (comunidades) hasta una macro (regional) en los procesos de generar políticas pesqueras, esquemas y herramientas de manejo y, en general, una gobernanza interactiva y dinámica en continuo cambio.

Reconocemos que la gobernanza interactiva no es una panacea, pero los resultados permiten formular sugerencias acerca de dónde comenzar a trabajar si el interés es resolver problemas específicos y buscar la sostenibilidad y la gobernanza de la pesca artesanal en el SGM. Los resultados presentados en este trabajo pueden servir como una base para futuros estudios, por ejemplo, evaluaciones de gobernanza a escala de las comunidades; análisis de interacciones institucionales en territorios de coexistencia, por ejemplo, pesca-petróleo o pesca-turismo. También se pueden desarrollar índices de gobernabilidad o indicadores de sustentabilidad que permitan conocer el contexto y la viabilidad de las PA en el SGM.

Agradecimientos

Este trabajo se preparó durante la estancia postdoctoral del primer autor en ECOSUR, financiada por CONACYT (Núm. 267970) y asociada al proyecto “La desafiante coexistencia de los sistemas socio-ecológicos acoplados; las industrias de la pesca y petróleo en la Sonda de Campeche”. Y fue apoyado por Too Big To Ignore: Global Partnership for Small-Scale Fisheries Research (grant number 895-2011-1011) y el proyecto “Caracterización de la pesca artesanal de la Península de Yucatán” (CB252215). Los autores agradecen los comentarios de los árbitros anónimos que apoyaron la integración de la versión final de este documento.

Literatura citada

- Arreguín-Sánchez F, E Arcos-Huitrón. 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica* 21(3): 431-462.
- Avenidaño O, I Velázquez-Abunader, C Fernández-Jardón, LE Ángeles-González, A Hernández-Flores, Á Guerra. 2019. Biomass and distribution of the red octopus (*Octopus maya*) in the north-east of the Campeche Bank. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 99(6): 1317-1323, DOI: 10.1017/S0025315419000419
- Berkes F. 2021. *Toward A New Social Contract: Community-based Resource Management and Small-scale Fisheries*. TBTI Global. 301p.
- Boucquey N. 2020. The “nature” of fisheries governance: narratives of environment, politics, and power and their implications for changing seascapes. *Journal of Political Ecology* 27(1): 169-189. DOI: 10.2458/v26i1.23248
- Charles AT. 2001. *Sustainable Fishery Systems*. Wiley-Blackwell. UK. 384p.
- Chuenpagdee R, S Jentoft. 2009. Governability Assessment for Fisheries and Coastal Systems: A Reality Check. *Human Ecology* 37(1): 109-120. DOI: 10.1007/s10745-008-9212-3
- Chuenpagdee R, S Jentoft (eds.). 2019. *Transdisciplinarity for Small-Scale Fisheries Governance: Analysis and Practice*. MARE Publication Series Publisher Springer 21. Switzerland. 502p. DOI: 10.1007/978-3-319-94938-3
- Chuenpagdee R, D Rocklin, D Bishop, M Hynes, R Greene, MR Lorenzi, R Devillers. 2019. The

- global information system on small-scale fisheries (ISSF): A crowdsourced knowledge platform. *Marine Policy* 101: 158-166. DOI: 10.1016/j.marpol.2017.06.018
- Cisneros-Montemayor AM, MA Cisneros-Mata, S Harper, D Pauly. 2013. Extent and implications of IUU catch in Mexico's marine fisheries. *Marine Policy* 39: 283-288. DOI: 10.1016/j.marpol.2012.12.003
- CONAPESCA, 2019. *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2018*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México 290p.
- Coronado E. 2020. Análisis transdisciplinario de las pesquerías de pequeña escala: tipología comunitaria, cadena de valor y gobernabilidad. Tesis doctoral. CINVESTAV- IPN. México. 209p.
- Coronado E, S Salas, MF Cepeda-González, R Chuenpagdee. 2020. Who's who in the value chain for the Mexican octopus fishery: Mapping the production chain. *Marine Policy* 118: 104013. DOI: 10.1016/j.marpol.2020.104013
- DOF. 1974. Acuerdo por el que se fija la talla mínima legal para la explotación de la jaiba en el Golfo de México. *Diario Oficial de la Federación*. México. 18 de marzo de 1974.
- DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-045-PESC-2007, Pesca responsable para ordenar el aprovechamiento de la especie de cangrejo moro (*Menippe mercenaria*), en las aguas de jurisdicción federal del estado de Campeche. Especificaciones para su aprovechamiento. *Diario Oficial de la Federación*. México. 30 de septiembre de 2015.
- DOF. 2014a. Norma Oficial Mexicana NOM-049/SAG/PESC-2014, Que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*. México. 14 de abril de 2014.
- DOF. 2014b. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de Mero (*Epinephelus morio*) y especies asociadas en la Península de Yucatán. *Diario Oficial de la Federación*. México. 25 de noviembre de 2014.
- DOF. 2014c. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de pulpo (*O. Maya* y *O. vulgaris*) del Golfo de México y Mar Caribe. *Diario Oficial de la Federación*. México. 28 de febrero de 2014.
- DOF. 2014d. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) en las costas de los estados de Campeche y Tabasco. *Diario Oficial de la Federación*. México. 31 de marzo de 2014.
- DOF. 2014e. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de las especies de caracol pateburro o tomburro (*Turbinella angulata*); sacabocado o lix (*Busycon perversum*); rojo o chacpel (*Pleuroploca gigantea*); campechana (*Fasciolaria tulipa*); blanco o lanceta (*Strombus costatus*); canelo o boxeador (*Strombus pugilis*); molón o nolón (*Melongena melongena*) y chivita o noloncito (*Melogenes corona bispinosa*) del litoral del Estado de Campeche. *Diario Oficial de la Federación*. México. 25 de marzo de 2014.
- DOF. 2014f. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*Panulirus argus*) de la Península de Yucatán. *Diario Oficial de la Federación*. México. 13 de marzo de 2014.
- DOF. 2015. Acuerdo por el que se da a conocer el plan de manejo pesquero de pepino de mar café (*Isostichopus badionotus*) y lápiz (*Holothuria floridana*) en la península de Yucatán. *Diario Oficial de la Federación*. México. 15 de mayo de 2015.
- DOF. 2017. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SAG/PESC-2016, Para regular el aprovechamiento de ostión (*Crassostrea virginica*) en los sistemas lagunarios estuarinos del Estado de Tabasco. *Diario Oficial de la Federación*. México. 26 de enero de 2015.
- DOF. 2022a. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 26 de julio de 2022.
- DOF. 2022b. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de Tiburones y Rayas del Golfo de México y Mar Caribe. *Diario Oficial de la Federación*. México. 9 de junio de 2022.
- Espinosa-Romero MJ. 2021. The Shadow of Hierarchy in Marine Fisheries Governance. Doctoral Thesis. Maastricht University. Boekenplan. Netherlands. 193p. DOI: 10.26481/dis.20210622me
- Espinoza-Tenorio A, I Espejel, M Wolff. 2011. Capacity building to achieve sustainable fisheries management in Mexico. *Ocean & Coastal Management* 54(10): 731-741. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2011.07.001
- Espinoza-Tenorio A, RG Ehuán-Noh, GA Cuevas-Gómez, NE Narchi, DE Ramos-Muñoz, FJ Fernández Rivera-Melo, A Saldívar-Moreno, JA Zepeda-Domínguez, JC Pérez-Jiménez, AO Iiveto-Andrade, J Torre. 2022. Between uncertainty and hope: young leaders as agents of change in sustainable small-scale fisheries. *Ambio* 51(5): 1287-1301. DOI: 10.1007/s13280-021-01639-2

- FAO. 2015. *Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries in the Context of Food Security and Poverty Eradication*. FAO. Rome, Italy. 35p.
- FAO. 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020: La sostenibilidad en acción. FAO. Rome, Italy. 243p.
- FAO. 2022. Año Internacional de la Pesca y la Acuicultura Artesanales. Plan de acción mundial. Roma, Italia. 30p.
- Fraga J, S Salas, G Mexicano-Cíntora. 2009. La pesca en Yucatán: de la abundancia a la escasez, a la fragilidad de las estructuras institucionales. *En: J Fraga, GJ Villalobos, S Doyon, A García (eds.). Descentralización y manejo ambiental, gobernanza costera en México*. Plaza y Valdés Editores. México. pp: 179-201.
- Galindo-Cortes G, L Jiménez-Badillo, C Meiners. 2019. Moving from Stock Assessment to Fisheries Management in Mexico: The Finfish Fisheries from the Southern Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *En: S Salas, MJ Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin American and The Caribbean*. Springer International Publishing. MARE Publication Series. Switzerland. 19: 243-263. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0_11
- Giménez-Hurtado E, R Coyula-Pérez-Puelles, SE Lluch-Cota, AA González-Yañez, V Moreno-García, R Burgos de la Rosa. 2005. Historical biomass, fishing mortality, and recruitment trends of the Campeche Bank red grouper (*Epinephelus morio*). *Fisheries Research* 71(3): 267-277. DOI: 10.1016/j.fishres.2004.09.001
- Goldman M. 2001. Constructing an Environmental State: Eco-Governmentality and Other Transnational Practices of a 'Green' World Bank. *Social Problems* 48(4): 499-523. DOI: 10.1525/sp.2001.48.4.499
- González-Solis A, D Torruco, ÁD Torruco-González. 2018. Biodiversidad de macroalgas en arrecifes coralinos de la Sonda de Campeche, el Caribe Mexicano y Belice. *Gayana. Botánica* 75(1): 501-511. DOI: 10.4067/S0717-66432018000100501
- Islebe GA, S Calmé, JL León-Cortés, B Schmook (eds.). 2015. *Biodiversity and Conservation of the Yucatán Peninsula*. Springer International Publishing. Switzerland. 401p.
- Jentoft S, R Chuenpagdee, MJ Barragán-Paladines, N Franz (eds.). 2017. *The small-scale fisheries guidelines: global implementation*. MARE Publication Series Publisher Springer 14. Switzerland. 880p. DOI: 10.1007/978-3-319-55074-9
- Johnsen JP. 2014. Is fisheries governance possible? *Fish and Fisheries* 15(3): 428-444. DOI: 10.1111/faf.12024
- Kooiman J. 2008. Exploring the Concept of Governability. *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice* 10(2): 171-190. DOI: 10.1080/1387698080202810
- Kooiman J, M Bavinck, R Chuenpagdee, R Mahon, R Pullin. 2008. Interactive governance and governability: an introduction. *Journal of Transdisciplinary Environmental Studies* 7(1): 1-11.
- Partelow S, A Schlüter, D Armitage, M Bavinck, K Carlisle, R Gruby, A-K. Hornidge, M Le Tissier, J Pittman, AM Song, LP Sousa, N Văidianu, K Van Assche. 2020. Environmental governance theories: a review and application to coastal systems. *Ecology and Society* 25(4): 19. DOI: 10.5751/ES-12067-250419
- Pedroza C. 2013. Middlemen, informal trading, and its linkages with IUU fishing activities in the port of Progreso, Mexico. *Marine Policy* 39: 135-143. DOI: 10.1016/j.marpol.2012.10.011
- Ramos-Miranda J, MA Cabrera, S Salas, JA López-Rocha, D Flores-Hernández. 2021. *Especies comerciales de la pesca artesanal en la península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Campeche/ CINESTAV Mérida-IPN/UNAM. México. 204p.
- Ramos-Muñoz DE, A Espinoza-Tenorio. 2020. ¿Cooperar o no cooperar? Crónica del dilema por el espacio compartido del Golfo de México. *Cadernos de Estudos Sociais* 35(2). DOI: 10.33148/CES25954091v35n2(2020)1955
- Salas S, MJ Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). 2019a. *Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin American and The Caribbean*. Springer International Publishing. MARE Publication Series 19. Switzerland. 574p. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0
- Salas S, E Torres-Irineo, E Coronado. 2019b. Towards a métier-based assessment and management approach for mixed fisheries in Southeastern Mexico. *Marine Policy* 103: 148-159. DOI: 10.1016/j.marpol.2019.02.040
- Salazar-De la Cruz C, JA Zepeda-Domínguez, A Espinoza-Tenorio, D Ramos-Muñoz. 2020. Governance networks in marine spaces where fisheries and oil coexist: Tabasco, México. *The Extractive Industries and Society* 7(2): 676-685. DOI: 10.1016/j.exis.2020.03.012.
- Naciones Unidas México. 2021. *Mexico, partnership landscape assessment*. 2030 Agenda Partnership Accelerator. México. 36p.
- Uribe-Martínez A, R Aguirre-Gómez, J Zavala-Hidalgo, R Ressi, E Cuevas. 2019. Unidades

oceanográficas del Golfo de México y áreas
adyacentes: La integración mensual de las

características biofísicas superficiales. *Geofísica
Internacional* 58(4): 295-315.

Recibido: 30 de abril de 2022.

Aceptado: 20 de octubre de 2022

Artículo de fondo

Pesca artesanal en México: contexto y realidades

Artisanal fishing in Mexico: context and realities

María Georgina Gluyas-Millán*✉ y Casimiro Quiñonez-Velázquez**

Resumen

Se investigó acerca del uso y la sostenibilidad de los recursos pesqueros de la pesca artesanal (PA) en México. El objetivo fue conocer su estatus y su contribución a la seguridad alimentaria. Se llevaron a cabo una revisión documental y un análisis de la Carta Nacional Pesquera (CNP). La PA se identificó por el uso de embarcaciones < 10.5 m eslora. Se reconocieron 66 pesquerías de peces e invertebrados, 65.2% en el Pacífico y 34.8% en el Golfo de México. La CNP se actualizó cada 3.6 años entre 2000 y 2018. De las pesquerías, 30% se actualizó en tres ocasiones y 21% en dos; en promedio, 46% registró estatus al máximo sustentable. La captura del mayor número de EA (especies asociadas) ocurrió en pesquerías de peces y se asoció al uso de redes de pesca de baja selectividad. El menor número de EA fue en invertebrados, se asoció a pesca por buceo. El acceso a la PA es por medio de permisos por especie, por grupo de peces y para escama en general. El 48.8% de la producción de la PA ($\approx 287\ 153$ t/año), está disponible para consumo humano directo, el resto va al mercado global. Acciones para alcanzar la sustentabilidad en la PA son: mejorar la selectividad con mayores adecuaciones técnicas en redes para captura de peces y definir dónde, cómo y cuándo operarlas en un contexto de regionalización y/o estableciendo umbrales de incidentalidad de EA; así como generar conocimiento de la *disponibilidad*, el *acceso* y la *utilización* de la producción pesquera del resto de los componentes de la pesca para saber con certeza su aportación a la seguridad alimentaria. **Palabras clave:** pesca artesanal, artes de pesca, Carta Nacional Pesquera, seguridad alimentaria, México.

Abstract

The use and sustainability of the fishing resources of artisanal fisheries (PA) in Mexico were investigated. The objective was to know their status and contribution to food security. A documentary review, an analysis of the National Fisheries Charter (CNP) and own observations were carried out. The PA was identified by the use of vessels < 10.5 m length. Sixty-six fish and invertebrate fisheries were recognized, 65.2% in the Pacific and 34.8% in the Gulf of Mexico and Caribbean. The CNP was updated every 3.6 years between 2000 and 2018. Thirty percent of the fisheries were updated three times and 21% twice; 46% of the PA registered maximum sustainable status. The capture of the largest number of associated species (EA) occurred in finfish fisheries and was associated with the use of low selectivity fishing nets. The lowest number of EA was in invertebrate's fisheries, it was associated with diving fishing. Access to the PA is through permits by species, by group of fish and for a general fish permit. The general fish permit predominates. Forty-nine percent of the PA production ($\approx 287\ 152$ t/year) is available for direct human consumption, the rest goes to the global market. Actions to achieve sustainability in the PA are: improve selectivity with technical adaptations in nets to capture fish, and define where, how and when to operate them, in a context of regionalization and/or establishing thresholds for EA bycatch; and generate knowledge of the availability, access and utilization at the time of the production of the rest of the components of the fish to know its total contribution to food security in Mexico.

Keywords: artisanal fishing, fishing gear, National Fisheries Charter, food security, Mexico.

Introducción

En el marco del Año Internacional de la Pesca y la Acuicultura Artesanales 2022,¹ declarado por la ONU para reconocer su importancia en la Seguridad Alimentaria y el desarrollo sostenible, se presenta esta investigación con el objetivo de revisar y analizar el uso de los recursos de la pesca artesanal (PA) de México y su sostenibilidad

* Consultora independiente. ✉ Autor responsable de la correspondencia: ggluyas@yahoo.com.mx.

** Departamento de Pesquerías, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, BCS, México.

1. <https://www.fao.org/artisanal-fisheries-aquaculture-2022/home/es/>

para responder a las siguientes preguntas: ¿Cuál es el estatus de la PA y su aporte a la seguridad alimentaria de los mexicanos?, ¿cómo puede fortalecerse? En México, la PA se lleva a cabo en embarcaciones menores (<10.5 m eslora). El RNPA² y el PNPA 2020-2024³ (DOF 2020) reconocen que en México intervienen 74 286 embarcaciones menores en la PA, que aportan 588 428 t/año, lo que representa 38% del promedio de la producción total de 2013 a 2017 (1 548 496 t). Participan 223 mil pescadores y sus familias, que representan 70% del total de la población pesquera. La contribución de la pesca y la acuicultura al PIB agropecuario en 2018 fue de 2.5%, equivalente a 0.08% del PIB nacional (PNPA). Como actividad económica, la pesca y la acuicultura ocupan el séptimo lugar por el número de personas que trabajan en ella. La participación de la mujer es baja, aunque no se dispone de una cifra precisa y actualizada; para 2018, el INEGI⁴ reporta que de 213 246 personas que trabajan en la pesca, la mujer representó 12%. Mientras que, a escala global, la FAO (2021) reporta que en 2019 las mujeres representaban alrededor de 15% del total de 61.04 millones de personas dedicadas a la pesca y la acuicultura.

En este trabajo se examinan y analizan cinco versiones públicas de la Carta Nacional Pesquera (CNP), que es una de las principales herramientas jurídicas vinculantes para la autoridad, que orienta el aprovechamiento de los recursos pesqueros. Está ligada al control del esfuerzo de pesca (Art. 33 LGPAS,⁵ DOF 2007) y a la resolución de solicitudes de permisos de pesca. La CNP es la presentación cartográfica y escrita que contiene el inventario de los recursos pesqueros susceptibles de aprovechamiento, determinación del esfuerzo pesquero por especie o grupo de especies por área y previsiones para su conservación (DOF 2018). De ahí que el objetivo del presente trabajo está alineado con la LGPAS, el PNPA y el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 14 *Vida Submarina* (FAO).⁶

Corresponde al Estado la responsabilidad de conducir la pesca a la sustentabilidad, que perdure en el tiempo sin afectar a las generaciones futuras (arts. 25, 27, 48 Constitución Mexicana, DOF 2021). Para ello cuenta con la CONAPESCA⁷ (DOF 2001), que administra, regula, fomenta y vigila que se alcance ese estado, apoyada por la evidencia científica y tecnológica generada por el INAPESCA⁸ (Art. 29 LGPAS, DOF 2007), institución pública de investigación pesquera que se apoya en una Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura para fortalecerla (Art. 31 LGPAS, DOF 2007). También se dispone de leyes y de un amplio marco normativo y jurídico,⁹ para regular la pesca, entre los que destaca la LGPAS. Sin omitir que las organizaciones no gubernamentales han contribuido con políticas públicas y acciones enfocadas a promover y apoyar procesos de certificación de pesquerías, buenas prácticas y capacitación, así como a desalentar subsidios dañinos (Espinosa-Romero *et al.* 2017, Cisneros-Montemayor y Cisneros-Mata 2018). Entonces, se tienen diversos instrumentos jurídicos para aplicarse y una estructura sólida de instituciones enfocadas a lograr la sostenibilidad en los recursos pesqueros. No obstante, quedan desafíos.

Respecto al uso de los recursos pesqueros, lo deseable es que contribuyan a la alimentación de la población para no exponerla a inseguridad alimentaria; lo anterior tiene grandes costos que se asocian a la pérdida de productividad, menor aprovechamiento del potencial humano y síntomas de exclusión social (FAO *et al.* 2019, 2020). Mientras que tener seguridad alimentaria es que todas las personas puedan acceder, en todo momento, a alimentos suficientes y aceptables para una vida sana y activa (FAO *et al.* 2022). De ahí que la seguridad alimentaria se define como *disponibilidad, acceso económico y físico, utilización* de los alimentos y su estabilidad en el tiempo, en tanto que la inseguridad alimentaria es no tener acceso a suficientes alimentos nutricionalmente adecuados y seguros de manera continua para una vida activa y saludable (FAO *et al.* 2019).

2. RNPA: Sistema de Estadística y Registro Pesquero y Acuícola de la CONAPESCA
3. PNPA 2020-2024: Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020-2024.
4. INEGI <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/pesca/default.aspx?tema=e>
5. LGPAS: Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable
6. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/goal-14/>

7. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca
8. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
9. LXV Legislatura Camara de Diputados. Biblioteca. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/dof.htm>

Se desconoce con exactitud qué tanto de la PA de México va a cada mercado (global y nacional), su disponibilidad física, el acceso económico a ella, su utilización y qué tan estables son esas dimensiones. La FAO (2021) señala que el camarón, la langosta, el langostino, el calamar, los tunidos, los picudos y la merluza son los principales productos, de diferentes países, que se comercializan en el mercado global. En México, la langosta, el langostino y una parte de la producción de camarón provienen de la PA. En este trabajo creamos una referencia empírica para conocer *la disponibilidad física* de la PA para consumo humano directo y así saber su contribución a la seguridad alimentaria.

En cuanto a la sostenibilidad en la PA, se deben adoptar medidas de manejo viables, de mediano y largo plazos, que logren mantener el nivel poblacional de las especies objetivo (EO) en, cercano a, o por encima del nivel donde se obtiene el mayor rendimiento, sin afectar el ecosistema (Cochrane 2005, DOF 2018). De ahí que el aprovechamiento de los recursos pesqueros debe ser compatible con su capacidad de renovación y su disponibilidad (Art. 17-III LGPAS, DOF 2007) vinculadas a la capacidad de carga del ambiente (Odum 1970, Margalef 1998). Lo anterior lleva la atención a los límites de las poblaciones, pues con esos límites se establecen puntos de referencia que guían hacia un estado deseado (Caddy y Mahon 1996). Disponer y valerse de ellos es fortalecer el manejo y lograr la sustentabilidad. Cada población tiene sus características de productividad, como: captura promedio de los últimos años; captura potencial actual o captura biológicamente aceptable, rendimiento potencial a largo plazo o máximo rendimiento sostenible, máxima captura promedio a largo plazo, nivel del *stock* con relación al máximo rendimiento sostenible, entre otras (NMFS 1996). Corresponde a la investigación contribuir con el conocimiento y el uso de esas características, incluidas las evaluaciones del recurso, para sopesar su estatus. Se esperaría una dependencia sana entre el cumplimiento de esa investigación y su aplicación al manejo y en el ordenamiento. Sin embargo, en el caso de los peces de la PA, debido a que se captura gran variedad de especies distintas a las EO (Espino-Barr 2000, Cochrane 2005), sus evaluaciones son complejas y poco viables, dado que implican desafíos

técnicos, de cobertura geográfica, económicos y de personal calificado. Situación común en las zonas tropicales y subtropicales (Horwood y Cushing 1978). En México, gran cantidad de especies de peces se distribuye a lo largo de 11 mil km de litoral (Castro Aguirre 1978, Castro Aguirre *et al.* 1999, DOF 2000) de ambientes tropicales, subtropicales y surgencias. Se pueden capturar alrededor de 445 especies de peces en ambos litorales (DOF 2000, 2004, 2006, 2012), pero no todas se registran (Ramírez-Rodríguez y Hernández-Herrera 2010) ni son EO. La mayoría de las pesquerías no evaluadas, con pocos datos, dominadas por pesca múltiple, se encuentra en zonas tropicales y subtropicales (Hilborn *et al.* 2020). En tales casos, se adoptan medidas regulatorias como: el uso, la operación y el control de artes de pesca, esfuerzo de pesca, periodo y zona de pesca, vedas y tallas. Mientras que los recursos de la PA que son factibles de evaluar son los invertebrados como: abulón, almejas, caracoles, pepino de mar, langosta, erizo, principalmente.

Entonces, para alcanzar el objetivo y responder a las preguntas iniciales, se llevaron a cabo una revisión y un análisis documental, si bien destaca la CNP, en México se complementó con observaciones propias.

Materiales y métodos

Para responder a las preguntas ¿cuál es el estatus de la PA y cuál su aporte a la seguridad alimentaria de la población mexicana? y ¿cómo puede fortalecerse?, se llevaron a cabo una revisión y un análisis de fuentes de información diversa y de cinco versiones públicas de la CNP (DOF 2000, 2004, 2006, 2012 y 2018). Como primer resultado se ofrecen una descripción de las características de la PA y una revisión de la sostenibilidad; enseguida, se presenta una revisión y un análisis de las fichas técnicas de cada pesquería de la CNP por año, para obtener datos y disponer de la siguiente información: 1) Pesquerías de la PA que utilizan embarcaciones <10.5 m eslora; 2) Periodicidad de actualización de la CNP y de cada pesquería hasta el año 2018; 3) Variación del estatus de las pesquerías, con base en el registro del último año de actualización; 4) Medidas de manejo aplicadas en la PA; 5) Número de EO y EA (especies asociadas o

pesca incidental) por pesquería y su relación con la tecnología de pesca; 6) Acceso al recurso y 7) El aporte de la producción de la PA a la seguridad alimentaria.

Para conocer la contribución de la PA a la seguridad alimentaria de México se tomó su producción PA como disponibilidad física de alimento, una medición indirecta del suministro. De acuerdo con la FAO (2020), es una referencia de la cantidad disponible para el consumo humano y no del consumo efectivo de alimentos consumidos, que se mide con encuestas de consumo por individuo o por hogares. No toda la producción de la PA está disponible para consumirse en México, una parte llega a mercados globales (CONAPESCA 2018).¹⁰ El enfoque fue conocer cuánto de la producción de la PA va a esos mercados y cuánto estaría disponible para la población mexicana. Se construyó una referencia empírica en la que se definieron tres categorías de las pesquerías de la PA: A= de 75 a 100% de la producción se exporta; B= de 50 a 75% de la producción se exporta y C= <50% se exporta. Cada pesquería se clasificó con esos criterios; los grupos de peces se incluyeron en el concepto *escama*. La clasificación se basó en el conocimiento práctico, la experiencia, la observación y en registros de exportación de la CONAPESCA (2018). Conforme la premisa de que las pesquerías de alto valor tienen alta demanda en el mercado global, por ejemplo, abulón, erizo, caracol, almejas, pepino de mar y algunas especies de peces. Una vez clasificadas las pesquerías, se calculó el porcentaje de cada categoría (A, B y C) por litoral y total. A partir de la producción total de la PA ≈ 588 428 t/año peso vivo (RNPA, PNPA 2020-2024), se estimó $PA_{disponible}$, que es la fracción de la PA después de la fracción que se exportó.

$$PA_{disponible} = PA \cdot ((x-100)/100) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde: x es el porcentaje máximo alcanzado en las categorías A, B y C.

Con $PA_{disponible}$ se estimó consumo per cápita. No se considera consumo aparente porque no incluye la producción pesquera que se importa, pero es un consumo representativo de la

producción de la PA. Se asume que existe acceso económico y físico a $PA_{disponible}$ y que se distribuye de forma homogénea en poblaciones objetivo, como: población total (PT), población rural (PR) y población pesquera y su familia (PPF). El tamaño de PT y PR se tomó del INEGI, el tamaño de PP y PPF del PNPA 2020-2024 y el número de personas por familia (3.6) del Consejo Nacional de Población.¹¹

No se incluyó el camarón por ser una pesquería secuencial: es PA en esteros y lagunas costeras; y pesca de altura con embarcaciones mayores (García-Juárez 2009, García-Borbón 2019) y producto de acuicultura. Se requiere un análisis integral de las tres actividades, lo que está fuera del alcance de este trabajo. No obstante, se considera que es una pesquería bien regulada y manejada, con normas oficiales mexicanas que consideran vedas temporales y espaciales, restricción de esfuerzo de pesca y reglamentación de artes de pesca (Sierra-Rodríguez *et al.* 2001, INP 2016¹²). Además, para reducir el impacto del arrastre en la captura incidental, México participa, a través del INAPESCA, en el Programa REBYC-FAO,¹³ trabaja en pruebas y adaptaciones tecnológicas a los artes de pesca y operaciones en embarcaciones mayores. Mientras que el gobierno de México, vía la CONAPESCA, lleva a cabo un programa para reducir la captura incidental de tortugas marinas con uso de excluidores en barcos camaróneros y ha recuperado su certificación para exportar el camarón a Estados Unidos.¹⁴

Resultados

Como resultado de la revisión documental, del análisis de las cinco versiones de la CNP y de observaciones propias, se obtienen las siguientes características de la PA.

10. CONAPESCA. 2018. Comercio exterior de acuicultura y pesca 2018. <http://www.gob.mx/CONAPESCA/documentos/estadisticas-pesquera-y-acuicola-de-mexico>

11. <http://www.gob.mx/conapo/articulos/la-composicion-de-las-familias-y-hogares-mexicanos-se-ha-trasformado-en-las-recientes-decadas-como-como-resultado-de-cambios-demograficos?>
 12. INP. 2016. Evaluación y manejo de la pesquería de camarón del Pacífico mexicano. Instituto Nacional de Pesca. México. 42p. <https://fisheryprogress.org/sites/default/files/indicators-documents/INAPESCA%202016%200.pdf>
 13. <https://www.fao.org/in-action/rebyc-2/61889/61964/es/>
 14. <https://www.gob.mx/CONAPESCA/articulos/mexico-conservacion-certificacion-del-camaron-para-exportar-a-estados-unidos?idiom=es>

Características de la pesca artesanal en México

Características

La PA es una de las estructuras del sector pesquero, junto con la pesca industrial y la acuicultura. Se trata de una actividad poco tecnificada que se lleva a cabo en embarcaciones menores¹⁵ (<10.5 m), de baja autonomía. En México participan alrededor de 223 000 pescadores con 74 286 de estas embarcaciones (SEMARNAT)¹⁶ que ofrecen fuentes de empleo directas e indirectas con alta incidencia en las economías locales. También provee alimento a la población costera y una parte va a mercados globales. Aunque no existe una estadística definitiva, se estima que la PA emplea a 90% de los pescadores del mundo, aporta cerca de la mitad de la producción pesquera global, abastece a los países en desarrollo (ONU, Asamblea 2012, citado en Bjorndal *et al.* 2014) con la mayor parte del pescado que ahí se consume y a países desarrollados con una parte importante, aún no evaluada, de pescado y marisco. En México, la PA permanece como actividad primaria en la zona costera, donde también se observa, con mayor frecuencia, la pesca deportiva, desarrollo de marinas y actividades subacuáticas. Se reconoce la PA de subsistencia, que utiliza cayucos de madera, sin cubierta, a remo, en la que participan el propietario y su familia, en zonas de pesca que están cerca de su hogar; la captura la destinan a su propio consumo y a la venta local en fresco. Otra PA utiliza motor fuera de borda, con trabajadores a bordo distintos al propietario o socio de cooperativa. Su captura se destina a los mercados local, nacional y global.

Zonas de operación

La PA opera cerca de la costa, en zonas de alta productividad escasamente impactadas, como esteros, lagunas costeras, canales, marismas, islas, boca-barras, desembocaduras de ríos, manglares,

pastizales, bosques de macroalgas, *bajos*, arrecifes, perfiles de playa de roca y arena (DOF 2000, 2004, 2006, 2012, 2018). Sitios donde, no obstante el desarrollo y el progreso industrial, habitacional, turístico y/o agroindustrial, aún puede llevarse a cabo. La PA es una actividad fuertemente ligada al desarrollo de la zona costera, que en algún momento puede desplazarla o integrarla.

Composición de la captura de la PA

La PA captura especies de algas (sargazo, *Macrocystis* spp.), invertebrados de los phyla Cnidaria (agua mala o bola de cañón), Equinodermata (erizo, estrella de mar, pepino de mar), Arthropoda (langosta, langostino, jaiba, camarón), Mollusca (caracoles, almejas, calamar, pulpo, abulón) y de peces. La langostilla aparece en la CNP, pero no se aprovecha.

Pesca artesanal

Es pesca comercial¹⁷ (DOF 1999); actividad primaria sostenida con el uso de recursos naturales renovables, recursos de propiedad común, como los pesqueros.¹⁸ Su producción se comercializa, por lo general, sin pasar por un proceso de transformación que agregue valor, se vende directamente como materia prima obtenida de la naturaleza a bajo precio. CONAPESCA (2020) registra valores (precio de playa) de pesquerías de la PA como pulpo, langosta, erizo y jaiba a \$4.50, \$27.60, \$38.90 y \$2.20 por kilogramo, respectivamente. Mientras que el valor del mismo volumen en los mercados nacional y/o internacional puede aumentar entre 26 y 66 veces. En ese sentido, se considera que es una actividad extractiva. Al tratarse de materia prima, su valor no presenta amplias variaciones y la inversión para pescar es constante, de ahí que su precio sea bajo, varíe poco y tenga poca probabilidad de aumentar. Por otro lado, en las etapas de transformación y comercialización de la cadena de valor se pueden alcanzar mayores

15. Unidad de pesca con o sin motor fuera de borda y con eslora máxima total de 10.5 metros; con o sin sistema de conservación de la captura a base de hielo y con una autonomía de 3 días como máximo. LGPAS. Art.4-XVII
16. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/aproot/dgeia_mce/html/RECUADROS_INT_GLOS/D3_MARES/D3_MARES01/D3_R_MARES01_01.html

17. Es la captura y extracción que se efectúa con propósitos de beneficio económico Art. 4-XXVIII LGPAS
18. Las especies acuáticas, sus productos y subproductos, obtenidos mediante su cultivo o extracción o captura, en su estado natural (Art. 4-XXXIX LGPAS).

ganancias porque se agrega valor (congelado, cocido, ahumado, salado, enlatado, harina y aceite de pescado) y se pactan precios de acuerdo con la demanda. La participación de los pescadores de la PA en las dos últimas etapas de la cadena de valor es escasa. La gran mayoría controla la etapa de captura. La participación de la mujer es relevante en las etapas de procesamiento (plantas industriales) y comercialización; ahí, donde por lo regular no participan los productores de la PA, es visible. Existe una excepción en la PA mexicana, donde los pescadores controlan toda la cadena de valor. Un ejemplo exitoso que se resume a continuación.

Experiencia de éxito en la PA

Ejemplificaremos con el trabajo colectivo de ocho cooperativas *sui generis* de PA establecidas en la costa occidental de la península de Baja California que pertenecen a la Federación Regional de Cooperativas de la Industria Pesquera Baja California. Poseen concesiones temporales por área para aprovechar recursos bentónicos de alto valor y gran demanda en el mercado global. Cada cooperativa mantiene el control de toda la cadena de valor (captura, procesamiento y comercialización, incluidos proveedores y prestadores de servicios). Son dueños de los medios de producción y las ganancias se distribuyen entre fortalecer su organización, sus medios de producción, sus socios y la comunidad costera que ellos mismos crearon hace más de ochenta años. Cumplen con responsabilidad social. Las decisiones internas de cada cooperativa se toman de manera colectiva en asambleas, privilegiando el interés del bien común, que es la clave del éxito. El respeto y el cumplimiento de los derechos y obligaciones de sus concesiones han resultado en una pesca sustentable. La PA de langosta roja del Pacífico (*Panulirus interruptus*) ha sido la primera pesquería artesanal del mundo certificada como sustentable por el MSC¹⁹ en 2004 y 2022, indicador de un adecuado manejo (Vega-Velázquez 2006).

Revisión y análisis de las pesquerías de la PA

Los resultados de la revisión y análisis de la CNP (DOF 2000, 2004, 2006, 2012 y 2018, Arreguín-Sánchez *et al.* 2006, Beléndez-Moreno *et al.* 2014) se muestran en las tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Se destaca lo siguiente:

Pesquerías de la PA

Se identificó un total de 66 pesquerías en la PA de México. En el litoral del Pacífico, 43 representaron 65.1% del total; 14 son pesquerías de grupos de peces y 29 de invertebrados y tiburones costeros. En el litoral del Golfo de México y el Caribe, 23 pesquerías que representan 34.8% del total; 11 pertenecen a grupos de peces y 12 a invertebrados y tiburones costeros (Tablas 1a y b y 2a y b).

Actualización de la CNP

La CNP se actualizó cada 3.6 años entre 2000 y 2018. La primera CNP, en 2000, incluyó las pesquerías con altos rendimientos, valor y con más resultados de investigación. Posteriormente, se incorporó nueva información, como pesquerías no incluidas, zonas de pesca de menor producción por pesquería y entidad federativa, actualización del estatus, medidas de manejo, capturas, nuevos grupos de peces y EO, EA, especificaciones en artes de pesca, incorporación de normas aplicables en materia de preservación, protección y aprovechamiento de los recursos pesqueros, entre otras (Tablas 1a y b y 2a y b). Destaca la desagregación de información por especie de invertebrados y de algunos grupos de peces, se ofrece información de algunas especies, su estatus en algunas zonas de pesca. Respecto al número de veces que se actualizó cada pesquería (Tabla 3), se encontró que 44.8% de las pesquerías de invertebrados del litoral del Pacífico se actualizó en dos ocasiones y 20.7% en cuatro; mientras que en el litoral del Golfo de México 25% se actualizó en dos ocasiones y 25% en cinco. De las pesquerías de grupos de peces del litoral del Pacífico, 71.4% se actualizó en tres ocasiones y 21.4% en una. En el Golfo de México, 54.5% se actualizó cinco veces y 27.3% tres. Para el total de pesquerías por litoral, en el Pacífico 34.9% se actualizó tres veces y en el Golfo de México 39.1%, cinco veces. Si se juntan todas

19. Marine Stewardship Council <http://www.msc.org>

Tabla 1a

Estatus y EO por pesquería de la PA/año. 1 en deterioro, 2 al máximo sostenible, 3 con potencial, 4 en recuperación, 5 no determinado, 6 suspendida, *acceso por medio de concesiones y permisos

		Estatus			Océano Pacífico	Número de especies objetivo (EO)				
2000	2004	2006	2012	2018		2000	2004	2006	2012	2018
1	1	---	¹ 1,4	1	Abulón *	4	5	---	5	5
2	2	² 2,3	2,3	---	Algas Gelidium, BC, BCS macroalgas	2	3	3	4	---
³ 1,2	⁴ 1,2	---	---	---	Almejas	514	16	---	---	---
---	---	---	⁶ 4,1,1,3	⁷ 2	Callo de hacha	---	---	---	4	4
---	---	---	⁸ 2, 1	⁹ 1,2,5	Almeja catarina	---	---	---	1	1
---	---	---	¹⁰ 2,1,	2,5	Almeja chocolata	---	---	---	2	2
---	---	---	2,3	¹¹ 2,3	Almeja generosa *	---	---	---	2	2
---	---	---	2	---	Mano de león	---	---	---	1	---
---	---	---	1,2	---	Pata de mula	---	---	---	3	---
---	---	---	2,3	2	Almeja roñosa	---	---	---	2	2
3	2	---	3	2	Calamar gigante	1	1	---	1	1
2	2,3	---	---	---	Cangrejo costa Occidental BC, BCS	5	6	---	---	---
---	2	---	2	---	Estrella de mar	---	9	---	3	---
---	3	---	---	---	Langostilla	---	1	---	---	---
---	2	---	2	2	Ostión	---	5	---	4	4
---	1,3	---	2,3	2	Pepino de mar	---	1	---	1	1
---	2	---	---	2,3	Pulpo	---	6	---	---	3
---	3	---	2,3,1	---	Sargazo	---	1	---	4	---
---	2	---	---	---	Tiburones costeros	---	18	---	---	---
---	---	5	5	---	Langostino	---	---	2	6	---
2	2,1,4,5	2,1,4,5	---	2,1	Caracol panocha *	2	4	5	---	2
1	1	---	1,3	1,3	Erizo BC *	2	2	---	2	2
5	2,3	---	2,3	2, 3	Jaiba del Pacífico	3	3	---	3	3
2,3	2,1,5	---	2,1,5	2	Langosta del Pacífico *	3	3	---	4	4
2	2	---	3	---	Mejillón	2	2	---	2	---
3	3	---	---	---	Dorado Océano Pacífico	1	1	---	---	---
---	---	2	---	---	Tiburones Golfo de Tehuantepec	---	---	19	---	---
---	---	---	5	2,5	Bola de cañón, medusa	---	---	---	1	1
---	---	---	1,4	1,4,5	Caracol chino y rosa	---	---	---	2	2
---	2	---	2	---	Estrella de mar	---	9	---	3	---
5	2	2	---	---	Tiburones oceánicos 2000 y Tiburones costeros 2004	14	18	20	---	---
---	---	---	---	---	Escama del Pacífico	221	194	207	---	---

Elaboración propia. ¹Abulón negro, chino y rojo 1; azul y amarillo 4, ²Sargazo rojo 2; pelo de cochi y fideo 3, ³En BCS 1; BC, Son y Sin 2, ⁴En BCS y Sin 1; Son y BC 2, ⁵Almeja burra, pismo, catarina, y callo de árbol en protección especial (NOM-059-ECOL-1993) su aprovechamiento requiere evaluación (2000), ⁶*Atrina oldroydii*-4; *Atrina tuberculosa* 1; *Atrina maura* y *Pinna rugosa* 1 en Bahía Magdalena y Bahía Almejas BCS, ⁷En BCS 2, ⁸En BCS (Bahías Magdalena y Almejas) 2; resto 1, ⁹En BCS y BC 2; Son 5; ¹⁰Estatus variable, ¹¹En BC, BCS y Son 2; Sin y Nay pesca de fomento.

Tabla 1b

Estatus y EO por pesquería de la PA por año. 1 en deterioro; 2 al máximo sostenible; 3 con potencial, 4 en recuperación, 5 no determinado, 6 suspendida

		Estatus			Golfo de México y Caribe		Número de especies objetivo (EO)				
2000	2004	2006	2012	2018		2000	2004	2006	2012	2018	
5	5	5	5	---	Escama Golfo de México y Caribe	214	214	208	174	---	
1 ²	2	---	---	---	Cangrejo Golfo de México	3	3	---	---	---	
---	---	2	2,1	---	Langostino	---	---	3	3	---	
---	---	---	5	---	Pepino de mar	---	---	---	4	---	
---	---	2	---	---	Cangrejo marino	---	---	1	---	---	
---	---	1	1	---	Cangrejo semi-terrestre	---	---	2	2	---	
² 2, 1	2,1	³ 1	⁴ 2,3	⁵ 2,1	Caracol Golfo de México y Caribe	10	10	10	9	4	
⁶ 2,3	2,3	⁷ 2,3	2	2	Jaiba Golfo de México	6	8	8	6	6	
2,1	2,1	2, 1	2	---	Langosta del Caribe	4	4	4	1	---	
2	2,3	---	2,3	2	Pulpo - Golfo de México	2	2	---	2	2	
2	2	2	2	2	Tiburones Golfo de México	15	20	20	9	7	
---	3, 6	2,6	1,2	---	Almeja	---	5	5	5	---	
---	2	2	⁸ 2,3	---	Ostión	---	2	2	2	---	

Elaboración propia. 1En Campeche y Veracruz 2, 2En Banco Cozumel 2; en banco Chinchorro 1, 3Banco de Campeche y Banco Chinchorro 1, 4Caracol tomburro y trompillo 2; Caracol rosado, blanco, rojo y campechana 3, 5Caracol tomburro y trompillo 2; Caracol rosado, blanco y campechana 1, 6En Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche 2; Yucatán y Q. Roo 3, 7Tamaulipas, Veracruz y Campeche 2; Yucatán y Q. Roo 3, 8En Veracruz, Tabasco y Campeche 2; en Tamaulipas 3.

Tabla 2a

Manejo, acceso y estatus por grupos de especies de peces del litoral del Pacífico: ppe = permisos de pesca de escama por estado; pp-sp= permiso por especie o grupo de especies; área de pesca, sistemas de captura. Estatus: 1 en deterioro; 2 al máximo sostenible; 3 con potencial de desarrollo, 4 en recuperación, 5 no determinado, 6 suspendida

Grupos de peces marinos/ Océano Pacífico	Manejo, acceso y estatus				
	2000	2004	2006	2012	2018
Baquetas, cabrillas y verdillos	En BCS pp-cabrilla, área de pesca, sistemas de captura, BCS y Gro 3, resto entidades 2	En BCS 2 pp-cabrilla, área de pesca, sistemas de captura, 2	En BCS y Son-2 ppcabrilla, área de pesca, sistemas de captura	---	---
Verdillo	---	---	---	---	ppe
Corvinas y berrugas	ppe 2	ppe 2	ppe 2	---	---
Huachinango y pargos	BCS 3 ppe, resto 2	ppe 2	ppe 2	---	---
Jureles y medregales	BC, BCS, Son, Col, Mich, Gro y Oax 3, resto 2, ppe	BCS, Col, Oax-3, resto-2; ppe	ppe 2	---	---
Lenguados	BCS, BC, Son y Sin 2, ppe	ppe 2	ppe 2	---	---
Lisas	pp-lisa 1	pp-lisa 2	pp-lisa 2	---	---
Pierna y conejo	ppe 2	ppe 2	ppe 2	---	---
Rayas y mantas	---	ppe 2	ppe 2	---	---
Robalos	ppe 2	ppe 1	ppe 1	---	---
Sierras	Gro 1, resto 2, ppe	ppe 2	ppe 2	---	---
Barrilete negro y bonito	---	---	---	ppe 3	---
Curvina golfina	---	---	---	pp-curvina 2	pp-curvina2
Rocotes	---	---	---	ppe 2	---

Elaboración propia.

Tabla 2b

Manejo, acceso y estatus de grupos de especies de peces del litoral del Golfo de México y mar Caribe. ppe = permisos de pesca escama por estado; pp-sp = permiso por especie objetivo o grupo de especies; área de pesca, sistemas de captura. Estatus: 1 en deterioro; 2 al máximo sostenible; 3 con potencial de desarrollo, 4 en recuperación, 5 no determinado, 6 suspendida

Grupos de peces marinos/ Golfo de México y mar Caribe	Manejo, acceso y estatus				
	2000	2004	2006	2012	2018
Armado y xlavita	Yuc 3 y Camp 2, zona de pesca y arte de pesca; ppe	Yuc 2 y Camp 3, área de pesca, ppe	ppe, 2	---	---
Bagre (2000, 2018) bandera y bagre (2004, 2006), bagre marino del Golfo de México (2012)	Tab 3, Ver y Camp 2, ppe	Tab 2, zonas y artes de pesca, ppe	zonas de pesca y arte de pesca, ppe, 2	ppe, zonas de pesca y arte de pesca, bandera (Tab y Camp 2), bagre (Tamps y Ver 2), resto 5	ppe, 2
Corvina o trucha de mar	zona de pesca y arte de pesca, ppe, 2	---	zona de pesca y arte de pesca, ppe, 2	ppe, 2	---
Huachinango y pargos	zona de pesca y arte de pesca, ppe, 2	zona de pesca y arte de pesca, ppe, 2	zona de pesca y arte de pesca, ppe, 1	artes de pesca, Yuc, Camp, Ver 1, Tamps, Q Roo y Tab 2, ppe	Tamps, Ver, Camp, Yuc 1, Tab 2, ppe
Jurel y cojinuda	---	ppe, 2	ppe; 2	zonas de pesca y arte de pesca; ppe; 2	ppe; 2
Lisa y lebrancha	pp-lisa, 2	pp-lisa 2 en todo el Golfo de México	pp-lisa, talla mínima, veda, arte de pesca y luz de malla; Tamps 2 (ambas spp), Ver lisa 1 y lebrancha 2	pp-lisa, veda por especie, talla mínima, luz de malla diferenciada, Tamps 2 (ambas spp), Ver <i>M. cephalus</i> 1, <i>M. curema</i> 2	ppe 2
Rayas del Golfo de México	---	ppe 2 y pp-tiburón 2, zonas y artes de pesca	---	ppe y pp-tiburón, 2	ppe 2 y pp-tiburón 2
Mero, cherna y abadejo; mero y negrilla (2018)	ppe 1	ppe 1, zonas y artes de pesca	ppe 1, zonas y artes de pesca, veda	ppe 1, veda, talla mínima, prohibido uso de redes de enmalle y figsas	ppe, 1
Robalo y chucumite	ppe 2	ppe, 2, zonas y artes de pesca	ppe 2, zona de pesca y arte de pesca, Tab. y Camp no reglamentado	ppe 2, veda en algunas zonas	ppe 2, zona de pesca todo el Golfo y mar Caribe
Sardina	ppe 2	ppe, 2, zonas y artes de pesca	ppe 5, zona de pesca y arte de pesca, potencial fuera de la costa	ppe 2, zona de pesca y arte de pesca	---
Sierra y peto	ppe 2	ppe, 2, zonas y artes de pesca	ppe 2, zona de pesca y arte de pesca	ppe 2, ambas especies	ppe 2

Elaboración propia.

las pesquerías, 30.3% y 25%, se actualizaron en tres y en dos ocasiones, respectivamente.

Tabla 3

Porcentaje de actualizaciones de pesquerías de invertebrados y grupo de peces de la PA del litoral del Pacífico y Golfo de México y mar Caribe en las cinco versiones de la Carta Nacional Pesquera

Pesquerías/ Número de actualizaciones	%					Número de pesquerías
	1	2	3	4	5	
Invertebrados litoral Pacífico	17.2	44.8	17.2	20.7	0	29
Grupos de peces litoral Pacífico	21.4	7.1	71.4	0	0	14
Invertebrados Golfo de México y Caribe	16.7	25.0	16.7	16.7	25.0	12
Grupo Peces Golfo de México y Caribe	0	0	27.3	18.2	54.5	11
Total Pacífico	18.6	32.6	34.9	14.0	0	43
Total Golfo de México y Caribe	8.7	13.0	21.7	17.4	39.1	23
Total pesquerías	15.2	25.8	30.3	15.2	13.6	66

Elaboración propia.

Variación del estatus

El estatus de los recursos pesqueros se reconoce en la CNP como: 1) en deterioro; 2) al máximo sostenible; 3) con potencial de desarrollo; 4) en recuperación; 5) no determinado y 6) suspendido. La variación del estatus de las 66 pesquerías entre 2000 y 2018 (Tabla 4) mostró que en todos los años predominaron pesquerías al máximo sustentable y variaron de 37.9% a 52.9%; en tanto que aquellas en deterioro, de 17.7% a 22.4%. Pesquerías con potencial de desarrollo representaron de 9.4% a 25.9% del total. El estatus no determinado varió de 8.6% a 12.5% y el estatus suspendida, de 2.2% a 3.1%. En las pesquerías de grupos de peces predominó el estatus al máximo sustentable en todos los años, 85% y 90% en ambos litorales, respectivamente; estatus vigente en las principales zonas de pesca (Tablas 2a y b). Es

importante resaltar que la distribución de grupos de peces va más allá de las zonas para las que se emiten medidas de manejo e, incluso, comprende zonas que abarcan más de una entidad federativa, entidades para las que no se dispone de información, lo que también se observa en pesquerías de invertebrados.

Tabla 4

Variación del estatus/año en porcentaje de las pesquerías de la PA. Estatus: 1 en deterioro; 2 al máximo sostenible; 3 con potencial de desarrollo, 4 en recuperación, 5 no determinado, 6 suspendida

Estatus/año	2000	2004	2006	2012	2018	Promedio
	(%)					(%)
1	20.8	17.7	21.9	22.4	20.6	20.7
2	50.0	44.4	46.9	37.9	52.9	46.4
3	16.7	20.00	9.4	25.9	11.8	16.7
4	0.0	8.8	6.3	5.2	2.9	4.7
5	12.5	6.6	12.5	8.6	11.8	10.4
6	0.0	2.2	3.1	0.0	0.0	1.1

Elaboración propia.

Acceso y manejo

El acceso a los recursos de la PA depende de permisos de pesca, ya sea por especie, como en el caso de los invertebrados; para escama en general, en la mayoría peces; para grupos de especies de escama, como algunas especies; y concesiones (Tabla 2a y b). Los permisos pueden ser por cooperativa y/o por pescador individual y por recurso. Entre los instrumentos de manejo están: zona de pesca, sistemas de captura, cuotas de captura, talla mínima, periodo de veda y control de esfuerzo de pesca, entre los más importantes. Si bien la CNP, en todas sus versiones, recomienda no incrementar el esfuerzo de pesca para la mayoría de las pesquerías, también indica que el esfuerzo depende de la disponibilidad del recurso; en algunos casos no se ofrece una cifra o un intervalo de esfuerzo de pesca y, en otros, se presenta el esfuerzo únicamente para la zona de pesca principal. También hay casos en que se indica que está cerrado el padrón de usuarios del recurso.

Grupos de peces y artes de pesca

La CNP registra 14 y 11 grupos de peces en el litoral del Pacífico y el Golfo de México y el Caribe,

respectivamente (Tabla 2a y b). No obstante, también se registra que los permisos por grupo de peces son únicamente para tres de ellos en el litoral del Pacífico (cabrilla, lisa y curvina) y tres en el Golfo de México y el Caribe (rayas-tiburones y lisa) (Tablas 2a y b), para el resto de los grupos de peces se mantiene permisos de pesca para *escama en general*, situación que dificulta el seguimiento, el manejo y el ordenamiento. En ese escenario, el control del esfuerzo de pesca sería efectivo en 21% y 18% de las pesquerías de peces en cada litoral; en aquellas pesquerías con permisos por especie, y no en aquellas con permisos de *escama en general*. Por ello, en la CNP 2018 se proponen las siguientes agrupaciones de peces *a priori*, atendiendo a criterios tomados de acuerdo con las zonas donde habitan, como: *a)* escama de esteros y línea de costa, *b)* escama de fondo y *c)* escama pelágica. Los resultados de respetar esas agrupaciones para el manejo y el ordenamiento están pendiente de conocerse. También se encontró que no en todas las fichas técnicas de grupos de peces de la CNP se especifican las características óptimas de los artes de pesca y sus operaciones espacio-temporales. Esto es: dónde, cómo, con qué y cuándo pescar la(s) EO.

Especies objetivo y especies asociadas

La pesquería de peces se caracterizó por el mayor número de EO y EA respecto a aquellas de invertebrados (Tablas 1a y b). En todas las pesquerías, el número de EO varió de una a 23. En invertebrados, de una a 10 y en grupos de peces, de dos a 23. Mientras que las EA, variaron de cinco a 46 por pesquería. El mayor número se registró en el huachinango y el pargo del litoral de Pacífico y del Golfo de México, 40 y 46 EA, respectivamente (Tabla 5). Esa pesquería utiliza embarcaciones mayo-

res, de mediana escala y menores, diversos artes de pesca de diferentes características, en distintas zonas y estaciones del año. Es difícil distinguir de cuál flota proviene la mayor incidencia de EA, de cuál arte de pesca, cuándo y dónde ocurre, cuáles especies y sus tamaños, aun cuando en la CNP 2012 se indica la zona de origen de algunas EA. En contraste, la cantidad de EA en la pesca de invertebrados es de nula a escasa (Tablas 1a y b y 5). Esto indica la mayor selectividad en pesquerías de invertebrados y menor en peces. La mayor incidencia de EA se asoció al uso de redes como artes de pesca. Mientras que, en invertebrados, a la captura por buceo; una pesca selectiva de bajo impacto. En pesca por buceo, las EO están, por lo general, expuestas y visibles; dado que se trata de una acción consciente, voluntaria y dirigida, no debería haber pesca incidental.

Destino de la PA y disponibilidad

La clasificación de las pesquerías de la PA de acuerdo con el porcentaje que destinan de su producción al mercado global (Tablas 6 y 7), indicó que 51.2% son categoría A, 25.5% B y 23.3% C. Más de la mitad de las pesquerías destina como mínimo 75% de su producción al mercado global. En el litoral del Pacífico, existe el mayor número de pesquerías categoría A (60%) de mayores valor y demanda en el mercado global. Mientras que en el Golfo de México, la distribución de las tres categorías es más homogénea. Se tomó 51.2% como el mayor porcentaje alcanzado por las categorías (Tabla 7) y se estimó que 301 275 t de la PA se exportan, por lo que restan 287 153 t que quedan disponibles para consumo en México ($PA_{\text{disponible}}$). Al distribuir esa producción en diferentes tamaños de población (Tabla 8), el consumo varió de 2.2 a 358.8 kg/persona/año.

Tabla 5

Número de especies objetivo (EO) y especies asociadas (EA) por pesquería de grupo de peces/año del litoral del Pacífico

<i>Peces marinos Océano Pacífico</i>	2000		2004		2006		2012		2018	
	EO	EA								
Baquetas, cabrillas y verdillo	16	24	8	25	15	18	---	---	---	---
Corvinas y berrugata	15	8	15	8	18	8	---	---	---	---
Huachinango y pargos	10	40	10	3	10	40	---	---	---	---
Jureles y medregal	7	13	9	11	9	11	---	---	---	---
Lenguados	8	7	8	7	8	7	---	---	---	---
Lisas	3	32	3	32	3	33	---	---	---	---
Pierna y conejo	2	12	2	12	3	12	---	---	---	---
Rayas y mantas	---	---	17	10	19	10	---	---	---	---
Robalos	5	26	5	26	5	26	---	---	---	---
Sierras	2	24	2	24	2	25	---	---	---	---
Barrilete negro y bonito	---	---	---	---	---	---	2	8	---	---
Curvina golfina	---	---	---	---	---	---	1	5	1	5
Rocotes	---	---	---	---	---	---	23	16	---	---
verdillo	---	---	---	---	---	---	---	---	2	25
<i>Peces marinos Golfo de México y Caribe</i>	EO	EA								
Armado y xlavita	2	9	2	9	2	10	---	---	---	---
Bagre (2000, 2018), bandera y bagre (2004, 2006), bagre marino del Golfo de México (2012)	4	10	4	10	1	13	2	14	2	16
Corvina o trucha de mar	3	17	---	---	3	27	3	21	---	---
Huachinango y pargos	14	36	13	29	14	40	13	46	3	35
Jurel y cojinuda	---	---	3	34	3	35	3	38	3	41
Lisa y lebrancha	2	16	2	16	2	18	2	15	2	15
Mero, chernas y abadejo	15	17	15	15	15	17	15	17	2	32
Rayas del Golfo de México	---	---	11	16	12	1	5	13	5	1
Robalo y chucumite	3	19	3	10	3	18	3	27	3	27
Sardina	5	8	5	8	5	8	5	8	---	---
Sierra y peto	2	20	2	26	2	29	3	25	3	32

Elaboración propia.

Tabla 6

Pesquerías del litoral del Pacífico, del Golfo de México y Caribe y destino. A = de 75 a 100% de la producción se exporta; B = de 50 a 75% de la producción se exporta; C = <50% se exporta. --- no se aprovecha

<i>Pesquerías Litoral Pacífico</i>	Destino
Abulón	A
Algas <i>Gelidium</i> -BC-BCS-macroalgas	A
Almejas	A
Callo de hacha	A
Almeja catarina	A
Almeja chocolata	B
Almeja generosa	A
Mano de león	A
Pata de mula	C
Almeja roñosa	C
Calamar gigante**	A

<i>Pesquerías Litoral Pacífico</i>	Destino
Cangrejo costa occidental de BC y BCS	A
Estrella de mar	A
Langostilla	---
Ostión	C
Pepino de mar	A
Pulpo	B
Sargazo	A
Tiburones costeros	C
Langostino	B
Caracol panocha	A
Erizo BC	A
Jaiba BC (lagunas y aguas marinas)	A
Langosta del Pacífico	A
Mejillón	B
Dorado del Pacífico	C
Tiburones oceánicos-Pacífico (2000), Tiburones costeros (2004)	C

<i>Pesquerías Litoral Pacífico</i>	<i>Destino</i>
Tiburones Golfo de Tehuantepec	B
Escama del Pacífico	B
Bola de cañón, medusa o aguamala	A
Caracol chino y rosa	A
Barrilete negro y bonito	C
Curvina golfina	A
Rocotes	A
Verdillo	A
<i>Pesquerías Golfo de México y Caribe</i>	<i>Destino</i>
Escama Golfo de México y Caribe	B
Cangrejo Golfo de México	B
Cangrejo marino	B
Cangrejo semi-terrestre	C
Caracol Golfo de México y Caribe	A
Jaiba Golfo de México	B
Langosta del Caribe	A
Pulpo-Golfo de México	A
Tiburones-Golfo de México	B
Almeja	C
Ostión	C
Langostino	C
Pepino de mar	A

Elaboración propia.

Tabla 7

Clasificación del destino de las pesquerías de la PA de acuerdo a las categorías: A = de 75 a 100% de su producción que se exporta; B = de 50 a 75% se exporta; C = <50% se exporta; n = número de pesquerías. $PA_{disponible} = 287\ 152\ t$ quitando lo que se exporta

	<i>Litoral del Pacífico</i>	<i>Golfo de México y mar Caribe</i>	<i>Ambos litorales</i>
	<i>n=30</i>	<i>n=13</i>	<i>n=43</i>
<i>Destino</i>	<i>(%)</i>	<i>(%)</i>	<i>(%)</i>
A	60	30.8	51.2
B	20	38.4	25.6
C	20	30.8	23.3

Elaboración propia.

Tabla 8

Acceso a la $PA_{disponible}$ a diferentes poblaciones objetivo (PT, PR, PP, PPF) asumiendo distribución homogénea: PT = Población Total; PR = Población Rural; PP = Población Pesquera; PPF = Población Pesquera y su Familia

<i>Población objetivo</i>	<i>Consumo probable de $PA_{disponible}$ kg/persona/año</i>
PR	11.5
PT	2.2
PPF	358.8

Elaboración propia. $PA_{disponible} = 287\ 152\ t$ producción de PA disponible después de quitar lo que se exporta; PT: 128 000 000 personas (p); PR: 24 844 052 p; PP: 222 858 p; PPF: $(PP * 3.6) = 800\ 288\ p$.

Discusión

Sostenibilidad

La sostenibilidad de los recursos pesqueros – mantenerlos a largo plazo sin agotarlos – está ligada a la relación entre el aprovechamiento y la capacidad de renovación del recurso (Art. 17-III LGPAS, DOF 2007), con particular atención en el componente biológico (Hilborn *et al.* 2015). En este caso, el método para valorar la sostenibilidad de la PA fue revisar y analizar el estatus oficial de los recursos y su manejo de acuerdo con la CNP. No obstante, la sustentabilidad tiene varios componentes: el recurso, el ecosistema, los usuarios y el gobierno (leyes, reglas, normas y decretos que tutelan los recursos) (Ostrom 2009) y factores externos, tales como clima, mercado y actividades antropogénicas, que influirán en la dinámica del sistema. Otra perspectiva de la sostenibilidad es atender las condiciones justas en que se lleva a cabo la pesca, como: trabajo y pago justo, que no participen menores de edad, condiciones de seguridad, sin tráfico humano, libre de violencia y de trabajo forzado (Bukhardt 1989 y Gibson 2006, citados en FAO 2020). Otros esquemas hacia la sustentabilidad son: el código de conducta de la pesca responsable (CCPR) (FAO 1995), el enfoque ecosistémico de la pesca (EEP) adoptado por la FAO en consulta técnica en Reykjavik (FAO 2003, 2006), directrices voluntarias para asegurar la pesca sostenible de pequeña escala (FAO 2015), sistemas socioecológicos (SSE) complejos y transición al EEP (Berkes y Folke 1998, Defeo y Vasconcelos 2020, FAO 2020). Mientras que, para evaluar la sustentabilidad, Caddy (2000) propuso el CCPR como vía para valorar la investigación pesquera. En esa misma línea, Ramírez-Rodríguez y Hernández-Herrera (2010) realizaron encuestas para medir el cumplimiento de los principios de sustentabilidad del CCPR en el Golfo de California, para la pesca de altura y la PA. Encontraron que se cumple medianamente y que es útil evaluar su observancia a escala regional. Para profundizar en el concepto de sustentabilidad en las pesquerías, se recomienda consultar la revisión de Hilborn *et al.* (2015).

PA, EA, artes de pesca y sus efectos

Aun cuando la CNP indique que más de 85% de los grupos de peces mantienen el estatus al máximo sustentable (Tabla 2a y b y 4), las pesquerías de peces presentan los mayores desafíos. Se trata de pesca múltiple en la que se utiliza una amplia variedad de artes de pesca de variable selectividad (DOF 2000, 2004, 2006, 2012, Sánchez Palafox *et al.* 2000), que resulta en alta incidencia de EA (Tablas 5a y b). Capturan hasta 445 especies de peces (DOF 2000, 2012) de amplia distribución. Sus sistemas de pesca son más complejos que aquellos para invertebrados. La alta incidencia de EA, además de representar la biodiversidad de zonas tropicales y subtropicales, está asociada al uso de artes de pesca de baja selectividad. Ésta es una debilidad con oportunidad de transformarse, un desafío y un área de oportunidad para mejorar los artes de pesca por medio de investigación científica y tecnológica. En la PA de peces se identificaron dos herramientas de manejo claves para la sustentabilidad: el uso de artes de pesca selectivos (dónde, cómo y cuándo operarlos) y el control del esfuerzo de pesca con enfoque regional, como recomienda el PNPA 2020-2024. Sin descartar que la creación *ad hoc* de fichas técnicas de grupos de especies afines de peces (EO) en la CNP, facilitaría el manejo y el ordenamiento por medio de permisos de pesca por grupo de especies, en lugar de permisos de *escama en general*. Más aún si se transita hacia la compatibilidad de registros de producción de las mismas especies de invertebrados, algas, especies de peces y grupos de especies de peces afines de la CNP, en los *avisos de arribo*.²⁰

Un caso emblemático es el del uso redes para capturar EO de escama (*sic*) en el alto Golfo de California y evitar EA, como la vaquita marina y el pez totoaba, especies prioritarias, sujetas a protección y conservación (DOF 2012, 2018, CITES²¹). Mantener acceso a la pesca a comunidades costeras y al mismo tiempo prevenir la captura incidental de las especies mencionadas, son desafíos desde hace más de 30 años. Vázquez-León (2019) encuentra que, en el hábitat de esas especies, entre 1970 y

2018 han ocurrido procesos repetitivos de instrumentación de políticas públicas centradas en factores ecológicos y que el gobierno ha activado, en repetidas ocasiones, mecanismos de restricción y compensación, sin conocer ni evaluar su trascendencia. Destaca que se han permitido, suspendido y nuevamente permitido redes de pesca para peces y otras acciones. A partir de 2021 se han instrumentado estrategias distintas para resolver el dilema de conservar y aprovechar sin afectar, y aún están por verse los resultados. La intención es, precisamente, evitar en lo posible captura de EA en la PA al mejorar la selectividad de las redes, el método de pesca y evitar áreas y/o periodos del año donde haya mayor riesgo de captura incidental. Un desafío permanente en la PA de peces.

En otros casos, conocer la preferencia de profundidad y hábitat de especies asociadas al fondo, por ejemplo, en pesca con anzuelo se puede evitar su captura como EA y dirigir la pesca a EO (Rodríguez-Valencia y Cisneros-Mata 2006, Santana-Hernández *et al.* 2006, Santana-Hernández y Valdez-Flores 2008, Santana-Hernández *et al.* 2008, Watson y Bigelow 2014). Es preciso que los artes de pesca operen de manera apropiada para que la regulación funcione, lo que adquiere importancia cuando se observa que pueden afectar al ecosistema (Eyo y Akpati 1995, Santana-Hernández *et al.* 2008). Cada pesquería con sus EO, arte de pesca, hábitat y estación del año, tiene sus propias EA (Hall 1994, Hall *et al.* 2000); así, la cifra de la PA de 445 EA da una idea, pero se desconoce el arte de pesca que se utilizó, la zona y el periodo de captura, tallas y en qué proporción ocurre la relación EO: EA en número o peso. Una alternativa es definir un porcentaje de *captura incidental* de EA en *condiciones óptimas*; aunque, en la práctica, podría ser complejo verificar ese porcentaje. También se ha valorado utilizar las EA agregándoles valor. Hall (1994, 1996) sugiere adoptar un objetivo de manejo de las EA, lo que plantea la disyuntiva económica de enfocar esfuerzos para reducir la captura de EA, aumentar el desembarque del EA, incrementar su utilización (Kelleher 2005), un balance de ambas, y/o continuar mejorando la selectividad y la eficiencia de los artes de pesca. De acuerdo con Kelleher (2008), se requiere pesca selectiva y prohibir o reducir al mínimo los descartes, lo que se logra con ciencia y tecnología aplicada. Al disminuir las EA,

20. Reporte de embarcaciones menores de volúmenes de captura por especie durante una jornada de pesca.

21. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndice I.

disminuyen los descartes, se mantiene continuidad de la PA y se alcanzan condiciones sustentables a largo plazo. El manejo y la mitigación de las EA es un problema mayor que enfrenta la pesca industrial, después de la sustentabilidad de las poblaciones (Hall y Mainprize 2005). Si bien se refieren a la pesca industrial, donde la tasa de descartes es mayor que en la PA (Kelleher 2005, 2008), en la PA de peces ocurre la misma situación. Al respecto, la FAO (2011) reitera el objetivo de minimizar la captura y la mortalidad de especies que no se utilicen y que no tengan el tamaño permitido. Sabemos que los artes de pesca tradicionales se han desarrollado en el tiempo para adaptarlos a condiciones locales, a la EO y a su tamaño óptimo (Boopendranat 2012), como las trampas para langosta roja del Pacífico (Vega-Velázquez 1993, De la Rosa-Pacheco y Ramírez-Rodríguez 1996, Vega-Velázquez *et al.* 1996) y otras especies (Krouse y Thomas 1974, Frusher y Hoening 2001).

Otro impacto a la selectividad se relaciona con el grado de productividad de las especies, que debería ser compatible en las EO, agrupar especies del mismo nivel trófico para no sobrepescar una cuando hay otra especie que se puede aprovechar también (FAO 2020). En una perspectiva diferente a la del rendimiento máximo sostenible, García *et al.* (2012) proponen que el manejo de la pesca multiespecífica se enfoque en las propiedades de la comunidad, modelar el ecosistema para determinar patrones de mortalidad y selectividad –lo llaman *captura balanceada (CB)*–; no restringir la remoción de descartes (EA) y que éstos sean parte de la estrategia de manejo. Las perspectivas de selectividad van de una escala de *stock* a una escala integrada de impactos y productividad en el ecosistema. García *et al.* (2012) y Kolding *et al.* (2016) definen *CB* como: “una estrategia que distribuye la presión de pesca a través de los niveles tróficos”. Un enfoque robusto y de aplicación práctica compleja y, si bien ha habido avances en cuanto a entender las bases teóricas y la factibilidad de aplicar *CB*, continúa el debate (Kolding *et al.* 2016) y están por verse los beneficios potenciales y de aplicación práctica. Otra perspectiva es la de relacionar la selectividad con la sustentabilidad, donde prevalece saber qué tanto se afecta al ecosistema y hasta cuánto se permitiría esa afectación (Hilborn *et al.* 2015), más que enfocarse en rendimientos a largo plazo. Como se observa, hay

diferentes enfoques de manejo de la pesca múltiple de peces, dada su complejidad. La perspectiva que se identifica en este trabajo implica comprender las interacciones tecnológicas tales como: las características de los artes de pesca, su efectividad en las especies objetivo y los descartes. Todo ello implica trabajo experimental, pruebas para evaluar las especies en un contexto multiespecífico.

El control del esfuerzo de pesca es otra vía para reducir pesca incidental, menos esfuerzo, menos EA y EO. De ahí que ser explícitos en el esfuerzo de pesca, en las características de los artes de pesca y que los permisos sean por grupo de peces en lugar de *escama en general*, favorecerá el manejo, la regulación, el monitoreo y el seguimiento en tareas de inspección. Este escenario desalentará, prevendrá y eliminará prácticas pesqueras ilegales. El no incremento del esfuerzo de pesca ha sido una recomendación recurrente plasmada en la CNP, así como la de continuar con la elaboración y la publicación de normas oficiales que regulen las pesquerías, como indica el Art. 3 del Reglamento de la Ley de Pesca (DOF 1999). Documento que, si bien demanda actualización, está vigente y regula situaciones específicas como ésta.

La regulación para ordenar actividades productivas, de personas y por el bien común, se hace con normas, leyes y reglas. Cuando hay apego a su cumplimiento se genera orden, se propicia un ambiente de respeto que contribuye a una convivencia armónica. No obstante, la evasión es algo que ocurre, de ahí que sea importante el seguimiento y la aplicación de reglas. Cuando no hay restricciones administrativas en una pesquería, ni se limita la cantidad de pescadores ni la captura total permisible, ocurre sobrepesca (Anderson *et al.* 2019, FAO 2020). Si las reglas u otros preceptos no son obligatorios, entonces es probable que los usuarios no los cumplan (FAO 2020: 18). El ejemplo exitoso de PA de langosta se caracteriza por la corresponsabilidad (de usuarios y de autoridad que precautela el recurso) y el cumplimiento de derechos y obligaciones emanados de disposiciones jurídicas.

Estatus

Durante 18 años, de 2000 a 2018, la CNP se actualizó cada 3.6 años y 33% de las pesquerías se puso al día en tres ocasiones, cuando la LGPAS señala

actualizarla cada año. Es evidente que un año no ha sido suficiente para disponer de información, analizar, actualizar, revisar y publicar la CNP. De ahí la necesidad de valorar ajustar el periodo de actualización de la Carta. El conocimiento del estatus y otros componentes de las pesquerías es clave, tanto para la formulación de políticas sólidas, como para evaluar el desempeño de los sistemas de manejo de la pesca (FAO 2021). No obstante, aun con el retraso en la actualización de la CNP, se cumple con el ODS 14 y sus indicadores.

Mantener el promedio de 46.4% de las pesquerías de la PA al máximo sustentable (Tabla 4), sugiere condiciones de sostenibilidad. No así para el 20.7% de aquellas en deterioro, como es el caso de algunos invertebrados que son accesibles, longevos y de baja movilidad, características que los hacen vulnerables, por ejemplo, el abulón (DOF 2000, 2004, 2012, 2018, Gluyas-Millán y Talavera-Maya 2003). Lo anterior, sin omitir que la pesca ilegal y las variaciones ambientales a corto y largo plazos (El Niño y el cambio climático) son factores que, junto con el manejo, influyen en el estatus y en ocasiones es difícil discriminarlos. No obstante, aunque el estatus sea afectado por varios factores, incluido el ambiente, el elemento clave para mantener poblaciones saludables es el manejo del *stock* (FAO 2020: 51). Así, entonces, para las pesquerías en deterioro (Tabla 4), su recuperación y su conservación estarán implícitas en su manejo *ad hoc*.

Si se pone en contexto a 20.7% de pesquerías en deterioro (Tabla 4), la FAO (2020) señala que 34% de los principales *stocks* evaluados en el mundo está en estado de sobrepesca como resultado de afrontar exceso de esfuerzo de pesca, subsidios, acceso abierto (en el sentido de no haber restricciones administrativas, leyes, normas, acuerdos para controlar la pesca), contaminación marina y cambio climático. Ahora bien, si el *proceso* de aprovechamiento es sustentable, si el país tiene un sólido sistema de manejo respaldado en la mejor ciencia, entonces, y aun así el estatus no es el mejor, se puede recuperar modificando el manejo (FAO 2020). De ahí que la sustentabilidad en el *proceso* (manejo pesquero) es un medio para alcanzar la sustentabilidad en el *estatus* (abundancia de la población) (Hilborn *et al.* 2015, FAO 2020). Perspectiva que valora los *procesos*, en este caso, el *proceso* de investigación en el manejo para alcanzar el estado deseado. Un

enfoque para analizar casos, desagregando los procesos, por ejemplo, la PA de abulón, no obstante tener: 1) Un esquema completo de investigación y manejo (Sierra-Rodríguez *et al.* 2006); 2) Que ofrece predicciones cuantitativas y opciones para elegir escenarios de aprovechamiento considerando aspectos sociales y económicos; 3) Un plan de recuperación de poblaciones desde 1996 (DOF 2012); y 4) usuarios con corresponsabilidad en el manejo (DOF 2018) (sustentabilidad en el *proceso*), se registra en deterioro desde 1996 (Morales-Bojórquez *et al.* 2008, DOF 2018). Ello, sin omitir que las CNP 2012 y 2018 refieren eventos ambientales desfavorables, como factor causal (*sic*). Entonces, alcanzar la sustentabilidad en el *estatus* del abulón (abundancia) podría tomar un tiempo similar al de su longevidad (≈ 26 años), de ahí que hasta conocer la abundancia de 2014 a 2022 se podrá evaluar la sustentabilidad de su *estatus*. No obstante que se trata de un *proceso* para lograr el máximo sustentable, lo importante también es conocer la respuesta de la población a acciones de manejo, aprender a identificarlas e instrumentarlas cuando se requieran (Hilborn *et al.* 2020). Ese conocimiento es útil para los planes de manejo, que incluyen una amplia variedad de acciones y eventualidades (Caddy 2011). Saber cómo proceder en el manejo permite un enfoque a largo plazo. Sin embargo, ante un sistema dinámico y eventualidades, no se descarta tomar decisiones de corto plazo.

Otro factor que influye en el estatus son los *subsidios*, pues promueven el exceso de capacidad de pesca (FAO 1993, Sumaila *et al.* 2016). El retiro de subsidios dañinos es una política global que inició alrededor de 2000 (OMC),²² promovida por la OECD,²³ la FAO en el ODS-14.6 e impulsada por las ONG²⁴ mediante políticas públicas. Se trata de eliminar subvenciones a la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y aquellas que contribuyen a la sobrecapacidad y la sobrepesca. En México, los subsidios del gobierno federal para ese fin se suspendieron en 2019, cumpliendo con el ODS 14.6. En su lugar se otorgan diversos apoyos

22. Organización Mundial de Comercio. https://www.wto.org/spanish/tratop_s/rulesneg_s/fish_s/fish_s.htm

23. Organización para la Cooperación y el Desarrollo. Organización global.

24. Organizaciones No Gubernamentales

directos de programas sociales²⁵ a las familias de pescadores. Únicamente permanece Bienpesca, un apoyo directo al fomento de la pesca.

Respecto al acceso al aprovechamiento de los recursos de la PA, depende del tipo de recurso, su productividad y sus normativas. De ahí la importancia de los padrones de usuarios por pesquería, región y zona de pesca, como parte del ordenamiento. Las comunidades locales asentadas en la zona costera (Art. 2-V LGPAS), los pueblos indígenas y minorías étnicas, por sus actuaciones recurrentes y prácticas sociales en un lugar y por sus derechos de acceso legítimo (consuetudinario), tienen prioridad de acceso a los recursos pesqueros.

Seguridad alimentaria

La PA produce alimento que contribuye a la seguridad alimentaria y nutricional, además de proveer fuentes de trabajo (FAO 2021). No obstante, el hambre en el mundo ha aumentado, reflejándose desigualdades entre países y dentro de ellos; según previsiones, 8% de la población mundial seguirá padeciendo hambre en 2030 (FAO *et al.* 2022). La seguridad alimentaria se define como la *disponibilidad* física, el *acceso* económico y físico, la *utilización* de los alimentos y la estabilidad de éstos en el tiempo; mientras que inseguridad alimentaria es no tener acceso a suficientes alimentos nutricionalmente adecuados y seguros de manera continua para una vida activa y saludable (FAO *et al.* 2019). Exponerse a inseguridad alimentaria contribuye a deficiencia de micronutrientes en niños, anemia en mujeres en edad reproductiva, retraso de crecimiento infantil y obesidad en adultos (FAO *et al.* 2019). Un objetivo del PNPA 2020-2024 es precisamente “contribuir como actividad de pesca y acuacultura a la seguridad alimentaria prioritariamente a la población ubicada en zonas rurales conocer y promover la contribución de la pesca a la Seguridad Alimentaria”. Los resultados (Tabla 8) indican que la distribución de $PA_{disponible}$ a la población total (2.2 kg/persona/año) es baja. En contraste, la FAO (2021) reporta para 2017 un consumo promedio de productos pesqueros de: 10.5, 22.4 y 20.3 kg/

per/año para Latinoamérica y el Caribe (ALC), Norte América y el mundo, respectivamente. Haciendo una simplificación, nuestro resultado (2.2 kg/persona/año de PA) representaría 21% del consumo promedio de ALC (10.5 kg/per/año). Se esperaría alcanzar ese promedio al incorporar la disponibilidad de la producción de la pesca industrial, acuacultura e importación. También, determinar el acceso al pescado según el precio, el gasto y el ingreso por hogar. Ya que el gasto de los hogares mexicanos destinado a alimentos, entre ellos el pescado, varía de 25% a 50% de los ingresos, entre menos ingresos, destinan más porcentaje a alimentos (FAO 2019). Entonces, a partir de un entendimiento integral de la *disponibilidad*, el *acceso* y la *utilización* en el tiempo de la producción pesquera, se conocerá con certeza la aportación de la producción pesquera total a la seguridad alimentaria de México, que será útil para sustentar acciones para fortalecerla. Esto es parte de las medidas y estrategias para potenciar la función de los sistemas alimentarios en la alimentación de la población, desafío ahora llamado Transformación Azul (FAO 2022b); con ello se promueve la necesidad de incluir alimentos acuáticos en las estrategias nacionales en materia de seguridad alimentaria y nutrición, sensibilizar a los consumidores con respecto a sus beneficios, aumentar la disponibilidad y mejorar el acceso. Atendiendo tal recomendación, México ha incluido el atún, recurso de la pesca industrial, en un grupo de alimentos básicos para tener seguridad alimentaria.

Conclusiones

La sustentabilidad de la PA de grupo de peces puede alcanzarse mediante la regulación con especificaciones técnicas adecuadas de las redes de pesca. Esto implica mejoras en sus características físicas, de operación óptima, por zona, región y época del año de acuerdo con la(s) EO y/o definir umbrales de incidentalidad de EA en cada pesquería. separa ello es necesario hacer pruebas tecnológicas experimentales. Acciones para regular y reducir EA, facilitar monitoreo, inspección, cumplimiento de medidas de manejo y ofrecer condiciones que faciliten un ordenamiento y un aprovechamiento sustentable a mediano y largo

25. Programas Sociales Gobierno de México. <https://presidente.gob.mx/secciones/programas-sociales/>

plazos, considerando la regionalización propuesta en el PNPA 2020-2024.

La PA contribuye con una $PA_{disponible}$ para consumo humano directo de alrededor de 287 152 t peso vivo. Asumiendo acceso económico y físico en el tiempo y la distribución homogénea en la población total mexicana, se alcanzaría un consumo de 2.2 kg/persona/año.

Con el conocimiento de la *disponibilidad*, el *acceso* y la *utilización* en el tiempo de los componentes de la producción pesquera industrial, acuicultura e importación, además de la PA que aquí se presenta, se conocerá con mayor certeza la contribución de cada componente de la pesca al consumo total de alimentos acuáticos y se identificará el proceso que requiera fortalecerse para alcanzar la seguridad alimentaria. Trabajo que puede incluir adaptación al contexto, fortalecimiento de servicios y capacidades del sector, como una red de frío, ya que el pescado es un alimento altamente perecedero que requiere preservar su calidad y sus atributos nutricionales.¹

Literatura citada

- Anderson CM, MJ Krigbaum, MC Arostegui, ML Feddern, JZ Koehn, PT Kuriyama, C Morrisett, CI Allen Akselrud, MJ Davis, C. Flamenco, A. Fuller, L Qi, KN McElroy, M Pons, J Sanders. 2019. How commercial fishing effort is managed. *Fish and Fisheries* 20: 268-285. DOI: 1111/faf.12339.
- Arreguín Sánchez F, LFJ Beléndez Moreno, I Méndez Gómez-Humarán, R Solana Sansores, C Rangel Dávalos (eds.). 2006. *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo*. Instituto Nacional de Pesca-SAGARPA. 560p.
- Beléndez-Moreno LFJ, E Espino Barr, G Galindo Córtez, MT Gaspar-Dillanes, L Huibodoro Campos, E Morales Bojórquez (eds.). 2014. *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo*. Instituto Nacional de Pesca. México. 462p.
- Berkes F, C Folke (eds.). 1998. *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press. EEUU. 459p.
- Bjorndal T, A Child, A Leam. 2014. Value chain dynamics and the small-scale sector: policy recommendations for small-scale fisheries and aquaculture trade. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* 581: 112p.
- Boopendranat MR. 2012. Basic principles of fishing gear design and classification. *En: SN Thomas, L Edwin, P Pravin, MP Remesan, PM Ashraf, M Baiju, VR Madhu (eds.). Fish harvesting systems for resource conservation*. Central Institute of Fisheries Technology. India. 11: 125-151.
- Caddy J. 2000. The code of conduct for responsible fisheries as a basis for evaluating fisheries research: A suggested operational procedure. *Journal of Fisheries Research* (48): 205-211. DOI: 10.1016/S0165-7836(00)00230-7
- Caddy J. 2011. Sustainability indicators for fisheries: their use in fisheries management. Part II. *Ciencia Pesquera* 19(1): 73-100.
- Caddy J, R Mahon. 1996. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. *FAO Documento Técnico de Pesca* 347: 109p.
- Castro-Aguirre JL. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento de Pesca, Dirección General del Instituto Nacional de Pesca, México. *Serie Científica*. 19: 1-296.
- Castro-Aguirre JL, LH Espinosa Pérez, J Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. IPN/LIMUSA. México. 711p.
- Cisneros-Montemayor MA, MA Cisneros-Mata. 2018. A medio siglo de manejo pesquero en el noroeste de México, el futuro de la pesca como sistema socioecológico. *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad* 153: 99-127. DOI: 10.24901/rehs.v39i153.392
- Cochrane KL. 2005. *Guía del administrador pesquero*. Medidas de ordenamiento y su aplicación. *FAO Documento Técnico de Pesca* 424: 231p.
- CONAPESCA. 2020. *Anuario estadístico de Acuicultura y Pesca 2020*. SADER. México. 291p.
- Defeo O, M Vasconcelos. 2020. Transición hacia un enfoque ecosistémico de la pesca. Lecciones aprendidas de pesquerías de América del Sur. *FAO Documento técnico de pesca y acuicultura* 668: 146p. DOI: 10.4060/cb2229es
- De La Rosa Pacheco R, M Ramírez Rodríguez. 1996. Ventanas de escape en trampas para la captura de la langosta roja, *Punulirus interruptus*, en Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 22(2): 235-243.
- DOF. 1999. Reglamento de la Ley de Pesca. *Diario Oficial de la Federación*. México. 29 de septiembre de 1999.
- DOF. 2000. Acuerdo por el que se aprueba la Carta Nacional Pesquera. Anexo del Acuerdo por el que se aprueba la Carta Nacional Pesquera.

- Diario Oficial de la Federación*. México. 17 de agosto de 2000.
- DOF. 2001. Decreto por el que se crea la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. *Diario Oficial de la Federación*. México. 5 de junio de 2001.
- DOF. 2004. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 15 de marzo de 2004.
- DOF. 2006. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 25 de agosto de 2006.
- DOF. 2007. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. *Diario Oficial de la Federación*. México. 17 de julio 2007.
- DOF. 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 24 de agosto de 2012.
- DOF. 2018. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 6 de noviembre de 2018.
- DOF. 2020. Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020-2024. *Diario Oficial de la Federación*. México. 30 de diciembre de 2020.
- DOF. 2021. Constitución de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma. *Diario Oficial de la Federación*. México. 28 de mayo 2021.
- Espino-Barr E. 2000. Criterios biológicos para la administración de la pesca mutiespecífica artesanal de la costa de Colima, México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Universidad de Colima. México. 144p.
- Espinosa-Romero MJ, J Torre, JA Zepeda, FJ Vergara Solana, S Fulton. 2017. Civil Society Contributions to the Implementation of the Small-Scale Fisheries Guidelines in Mexico. *En: S Jentoft, R Chuenpagdee, MJ Barragán-Paladines, N Franz (eds.). Small-Scale Fisheries Guidelines*. MARE Publication Series 14: 423-449. DOI: 10.1007/978-3-319-55074-9_20
- Eyo JE, CI Akpati. 1995. Fishing gears and methods. *En: HMG Ezenwaji, NM Inyang, EC Orji (eds.). Proceedings of the UNDP-Sponsored Training Workshop on Artisanal Fisheries Development*. Held at University of Nigeria, Nsukka, October 29-November 12, 1995. pp: 143-159.
- FAO. 1993. Fisheries Department. Marine fisheries and the law of the sea: a decade of change. *FAO Fisheries Circular* 853: 66p.
- FAO. 1995. *Código de conducta para la pesca responsable*. FAO. Roma. 46p.
- FAO. 2003. La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. *FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable* 4(2): 133p.
- FAO. 2006. *Aplicación práctica del enfoque de ecosistemas en la pesca*. FAO. Roma. 85p.
- FAO. 2011. Report of the technical consultation to develop international guidelines on bycatch management and reduction of discards. *FAO Fisheries and Aquaculture Report* 957: 32p.
- FAO. 2015. *Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza*. FAO. Roma. 23p.
- FAO. 2019. *El sistema alimentario en México. Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible*. FAO. México. 68p.
- FAO. 2020. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. FAO. Roma. 224p. DOI: 10.4060/ca9229en
- FAO. 2021. *Estadísticas de pesca y acuicultura 2019*. FAO. Roma. 82p. DOI: 10.4060/cb7874t
- FAO. 2022a. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul*. FAO. Roma. 31p. DOI: 10.4060/cc0461es
- FAO. 2022b. *A policy and legal diagnostic tool for sustainable small-scale fisheries – In support of the implementation of the voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries in the context of food security and poverty eradication*. FAO. Roma. DOI: 10.4060/cb8234en
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. 2019. The State of Food Security and Nutrition in the World 2019. Safeguarding against economic slowdowns and downturns. FAO. Roma. 214p.
- FAO, FIDA, OMS, PMS, UNICEF. 2022. *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022. Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles*. FAO. Roma. 38p. DOI: 10.4060/cc0640es
- Frusher S, J Hoening 2001. Impact of lobster size on selectivity of traps for southern rock lobster (*Jasus edwardsii*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58(12): 2482-2489.
- García SM, J Kolding, J Rice, MJ Rochet, S Zhou, T Arimoto, JE Beyer, L Borges, A Bundy, D Dunn, EA Fulton, M Hall, M Heino, R Law, M Makino, AD Rijnsdorp, F Simard, ADM Smith. 2012. Reconsidering the consequences of selective fisheries. *Science* 335(3): 1045-1047. DOI: 10.1126/science.1214594
- García-Borbón JA. 2019. Variabilidad en la biomasa de camarón *Farfantepenaeus californiensis* en

- Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur. Tesis Doctorado en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México. 161p.
- García-Juárez AR. 2009. Bases para el manejo y ordenamiento del recurso camarón en el alto golfo de California. Tesis Doctorado en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México. 169p.
- Gluyas-Millán MG, J Talavera-Maya. 2003. Composición por tallas y edades de la población de abulón *Haliotis fulgens* y *H. corrugata* de la zona de Bahía Tortugas, BCS, México. *Ciencias Marinas* 29(1): 89-101.
- Hall MA. 1994. A classification of bycatch problems and some approaches to their solutions. Workshop on bycatches. En: TJ Pritchler, R Chuenpagdee (eds.). *Fisheries and their impact on the ecosystem*. University of British Columbia. *Fisheries Centre Research Reports* 2(1): 65-74.
- Hall MA. 1996. On bycatches. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 6(3): 319-352.
- Hall SJ, BM Mainprize. 2005. Managing by-catch and discards: how much progress are we making and how can we do better? *Fish and Fisheries* 6(2): 134-155. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2005.00183.x
- Hall MA, DL Alverson, KI Metuzals. 2000. Bycatch: problems and solutions. *Marine Pollution Bulletin* 41(1-6): 204-219.
- Hilborn R, EA Fulton, BS Green, K Hartmann, SR Tracey, RA Watson. 2015. When is a fishery sustainable? *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science* 72(9): 1433-1441. DOI: 10.1139/cjfas-2015-0062
- Hilborn R, R Amoroso, ChM Anderson, JK Baum, TA Branch, Ch Costello, CL de Moor, A Faraj, D Hively, OP Jensen, H Kurota, LR Little, P Mace, T McClanahan, MC Melnychuk, C Minto, GCh Osio, AM Parma, M Pons, S Segurado, CS Szuwalski, JR Wilson, Y Ye. 2020. Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *PNAS* 117(4): 2218-2224. DOI: 10.1073/pnas.1909726116
- Horwood JW, DH Cushing. 1978. Spatial distribution and ecology of pelagic fish. En: JH Steele (ed.). *Spatial pattern in Plankton Communities*. NATO Conference Series, Springer. EEUU. 3: 355-383. DOI: 10.1007/978-1-4899-2195-6_14
- Kelleher K. 2005. Discards in the world's marine fisheries. An update. *FAO Fisheries Technical Paper* 470: 131p.
- Kelleher K. 2008. Descartes en la pesca de captura marina mundial. Una actualización. *FAO Documento Técnico de Pesca* 470: 147p.
- Kolding J, SM García, S Zhou, M Heino. 2016. Balanced harvest: utopia, failure, or a functional strategy? *ICES Journal of Marine Science* 73(6): 1616-1622. DOI: /10.1093/icesjms/fsw060
- Krouse JS, JC Thomas. 1974. Effects of trap selectivity and some population parameters on size composition of the American lobster *Homarus americanus*, catch along Maine coast. *Fisheries Bulletin* 73(4): 862-871.
- Margalef R. 1998. *Ecología*. Ediciones Omega. España. 968p.
- Morales-Bojórquez E, MO Muciño-Díaz, JA Vélez-Barajas. 2008. Analysis of the Decline of the Abalone Fishery (*Haliotis fulgens* and *H. corrugata*) along the Westcentral Coast of the Baja California Peninsula, Mexico. *Journal of Shellfish Research* 27(4): 865-870. DOI: 10.2983/0730-8000(2008)27[865:AOTDOT]2.0.CO;2
- NMFS. 1996. *Our living oceans*. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-19, 160p.
- Odum EP. 1970. Optimum population and environment: a Georgian microcosm. *Current History* 58(346): 355-365.
- Ostrom E. 2009. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science* 325(5939): 419-422.
- Ramírez-Rodríguez M, A Hernández-Herrera. 2010. Aplicación del Código de Conducta para la Pesca Responsable en el Golfo de California. *Región y Sociedad* 22(47): 53-72.
- Rodríguez-Valencia JA, MA Cisneros-Mata. 2006. Captura incidental de las flotas pesqueras ribereñas del Pacífico Mexicano. Reporte técnico del Programa Golfo de California de WWF-México a la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte. México. 127p. DOI: 10.13140/RG.2.2.10318.25925
- Sánchez Palafox A, AA Seefoó Ramos, D Aguilar Ramírez, A Balmori Ramírez, S Sarmiento Náfate, H Santana Hernández (eds.). 2000. *Catálogo de los Sistemas de Captura de las Principales Pesquerías Comerciales*. Instituto Nacional de la Pesca. México. 139p.
- Santana Hernández H, JJ Valdez Flores. 2008. Efecto de la distancia de la costa sobre la captura de tiburones y especies destinadas a la pesca deportiva, en la pesquería palangrera del Pacífico central mexicano. *Memorias del III Simposium Nacional de Tiburones y Rayas*. Facultad de Ciencias-UNAM. México, D.F. 25 al 29 de agosto 2008. pp: 191-196.
- Santana-Hernández H, D Aguilar-Ramírez, JJ Valdez-Flores. 2006. Selectividad de especies en

- función en función de la profundidad en que se trabajan los anzuelos del palangre de deriva. *En*: MC Jiménez Quiroz, E Espino Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. Instituto Nacional de la Pesca. México. pp: 551-556.
- Santana-Hernández H, I Méndez-Gómez-Humarán, JJ Valdez-Flores, MC Jiménez-Quiroz. 2008. Experimento para evaluar la selectividad y la eficiencia del palangre de deriva con tres tipos de anzuelo y dos tipos de carnada en la pesca de tiburón. *Ciencia Pesquera* 16: 57-66.
- Sierra-Rodríguez P, C. Acosta-Castañeda, JA García-Borbón, AR Juárez-García, A Liedo-Galindo, JM Melchor-Aragón, S Ramos-Cruz, A Rosas-Cota, MP Toledo-Díaz-Rubín, E Zárate-Becerra. 2001. Camarón del Océano Pacífico. *En*: MA Cisneros-Mata, LF Beléndez-Moreno, E Zárate-Becerra, MT Gaspar Dillanes, LC López-González, C Saucedo-Ruiz, J Tovar-Ávila (eds.). 2000. *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1999-2000*. Instituto Nacional de la Pesca, SEMARNAP. México. pp: 5-50.
- Sierra-Rodríguez P, M Muciño-Díaz, JL Gutiérrez-González, JR Turrubiates-Morales. 2006. La Pesquería de Abulón. *En*: F Arreguín Sánchez, L Beléndez Moreno, I Méndez Gómez-Humarán, C Rangel-Dávalos (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 2001-2006*. Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA. México. pp: 1-38.
- Sumaila UR, V Lam, F Le Manach, W Swartz, D Pauly. 2016. Global fisheries subsidies: An updated estimate. *Marine Policy* 69: 189-193. DOI: 10.1016/j.marpol.2015.12.026
- Vázquez-León CI. 2019. Políticas públicas y el estado de crisis en la región del alto Golfo de California, México. *Región y Sociedad* 31: e1227. DOI: 10.22198/rys2019/31/1227
- Vega-Velázquez A. 1993. Selectividad y eficiencia de la pesca de langosta (*Panulirus* spp.) con trampas y resultados preliminares de pesca experimental con pesqueros levables en el oeste de Baja California Sur. *En*: JM González Cano, R Cruz Izquierdo (eds.). *Memorias del 1er Taller Binacional México-Cuba. La Utilización de Refugios Artificiales en las Pesquerías de Langosta: sus Implicaciones en la Dinámica y Manejo del Recurso*. Isla Mujeres, Quintana Roo, México, 17 al 21 de mayo de 1992. pp: 122-132.
- Vega-Velázquez A. 2006. Langosta de la pesquería de Baja California. *En*: F Arreguín Sánchez, L Beléndez Moreno, I Méndez Gómez-Humarán, C Rangel-Dávalos (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 2001-2006*. Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA. México. pp: 155-210.
- Vega-Velázquez A, G Espinoza-Castro, C Gómez-Rojo. 1996. Pesquería de Langosta *Panulirus* spp. *En*: M Casas Valdés, G Ponce Díaz (eds.). *Diagnóstico del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur, México*. FAO/SEMARNAP/ Instituto Nacional de la Pesca/CONACYT/ Gobierno de Baja California Sur. México. pp: 227-261.
- Watson JT, KA Bigelow. 2014. Trade-offs among catch, bycatch, and landed value in the American Samoa Longline Fishery. *Conservation Biology* 28(4): 1012-1022. DOI: 10.1111/cobi.12268

Recibido: 27 de julio de 2022

Aceptado: 10 de noviembre de 2022

Artículo de fondo

Un marco teórico-metodológico para el análisis biocultural de pesquerías artesanales

A theoretical-methodological framework for the biocultural analysis of artisanal fisheries

Carlos A. Gellida-Esquinca*✉, Gustavo Rivera-Velázquez*,
Felipe de J. Reyes-Escutia* y Francisco J. López-Rasgado**

Resumen

La pesca artesanal ha tenido reconocimiento internacional por la comprensión del rol tanto ecológico, como económico, alimentario y cultural, lo que estimula la investigación interdisciplinaria acerca de este complejo ámbito productivo. Sin embargo, las investigaciones pesqueras con enfoques bioculturales son escasas y se limitan al estudio de comunidades indígenas. Este artículo propone el primer marco de investigación pesquera con perspectiva biocultural independientemente de la condición étnica de los pescadores y del periodo de transmisión cultural de la actividad. Se sustenta en la revisión de publicaciones científicas conforme la perspectiva adoptada y de enfoques interdisciplinarios afines aplicados a pesquerías, así como en experiencias de los autores en su aplicación parcial. El marco tiene como objetivo caracterizar, analizar y evaluar pesquerías artesanales a partir de entrevistas, observación en campo y talleres participativos realizados con un enfoque de colaboración entre académicos y organizaciones pesqueras locales que facilita la documentación de sus conocimientos, acuerdos y prácticas. El proceso de análisis se basa en un marco para el estudio de conocimientos tradicionales, complementado con dos dimensiones analíticas. La evaluación se sustenta en indicadores de sustentabilidad formulados a partir de variables de diseño institucional de bienes comunes. El enfoque brinda una alternativa para fomentar la interdisciplina en la investigación pesquera, busca ampliar el horizonte de estudio de la perspectiva biocultural y pretende generar información útil para el manejo sustentable de los recursos pesqueros *in situ* y para el conocimiento, la conservación y la recuperación del patrimonio biocultural.

Palabras clave: Pescadores de pequeña escala, diversidad biocultural, método interdisciplinario, saberes pesqueros, pesquerías ribereñas.

Abstract

Artisanal fishing has gained international recognition for a greater understanding of the ecological, economic, food and cultural role, stimulating interdisciplinary research on this complex productive area. However, fisheries studies under biocultural approaches are scarce and only limited to the study of indigenous communities. This article proposes the first fisheries research framework under a biocultural perspective independent of the ethnic condition of the fishermen and the period of cultural transmission of the activity. This is based on the review of scientific publications from the perspective adopted and related interdisciplinary approaches applied to fisheries, as well as the authors' experiences in their partial application. The framework aims to characterize, analyze and evaluate artisanal fisheries, based on interviews, field observation and participatory workshops carried out under a collaborative approach between academics and local fishing organizations that facilitates documentation of their knowledge, agreements and practices. The analysis process is based on a framework for the study of traditional knowledge, complemented with two analytical dimensions. The evaluation is based on sustainability indicators formulated from institutional design variables of common goods. The approach provides an alternative to promote interdiscipline in fisheries research seeks to broaden the horizon of study from the biocultural perspective and aims

* Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente 1150, CP 29039, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. ✉ Autor responsable de la correspondencia: carlos.gellida@unicach.mx

** Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Calle Juan José Calzada s/n, 30500 Tonalá, Chiapas, México.

to generate useful information for the sustainable management of *in situ* fisheries resources and for the knowledge, conservation and recovery of biocultural heritage.

Keywords: Small-scale fishermen, biocultural diversity, interdisciplinary method, fishers' knowledge, coastal fisheries.

Introducción

La pesca artesanal es una actividad extractiva de pequeña escala y bajo impacto ecológico que se distingue por utilizar artes manuales de captura, embarcaciones menores y suele realizarse en lagunas, esteros, arrecifes, bahías y otros ecosistemas de fácil acceso y extraordinaria biodiversidad, en donde los pescadores acceden en comunidad a poblaciones de un amplio número de especies acuáticas, aplican una variedad de artes, estrategias y prácticas conforme el sustento de valores, acuerdos y conocimientos comunitarios (Hong *et al.* 2014, De Oliveira-Leis *et al.* 2019). Asimismo, desempeña funciones fundamentales en el estado de conservación o de deterioro de la biodiversidad, la generación de medios de subsistencia, la producción de alimentos de calidad para la seguridad alimentaria de un creciente sector poblacional; así como, también, en la transmisión de conocimientos, valores y otros elementos culturales relevantes para la cohesión social, la identidad y la sobrevivencia de las poblaciones costeras (Sharma 2011, Hong *et al.* 2014, Acott y Urquhart 2018).

A pesar de sus contribuciones, las pesquerías artesanales están hoy sujetas a presiones intensas derivadas del dinamismo demográfico y económico propios de las zonas costeras, como la contaminación, la erosión de cuencas hidrográficas, la incidencia de eventos meteorológicos y oceánicos extremos y la transformación de ecosistemas por emplazamientos portuarios, urbanos, turísticos, industriales, petroleros, mineros, acuícolas o agropecuarios (Alcalá 2011, PNUMA 2012, Barragán 2014, FAO 2022a).

En las “Directrices Voluntarias para lograr la Sustentabilidad de la Pesca en Pequeña Escala” (FAO 2015) se sienta un precedente histórico al proponer la reorientación de las políticas pesqueras para garantizar los derechos humanos y priorizar la atención de las necesidades sociales, culturales, económicas y ambientales de los pescadores en pequeña escala, sobre todo de aquellos que viven en condiciones de pobreza y vulnerabilidad

(Pinheiro *et al.* 2019, FAO 2022a), como sucede en las pesquerías artesanales. Además, recomiendan estas directrices la incorporación de sus sistemas de conocimientos y prácticas tradicionales consuetudinarias a los esquemas nacionales de gobernanza y ordenamiento pesquero.

A partir de lo señalado, se propone un marco teórico-metodológico con el objetivo de caracterizar, analizar y evaluar pesquerías artesanales desde una perspectiva biocultural. Este marco está diseñado para generar información útil en el manejo de aquellas pesquerías donde las dimensiones ecológica y sociocultural de la pesca adquieren mayor relevancia y donde los datos que se generan con este propósito son escasos.

Antecedentes de la investigación biocultural

Desde la perspectiva adoptada, la noción *biocultural* refiere a los vínculos ineludibles entre biodiversidad y diversidad cultural, incluidos sus distintos aspectos: “diversidad genética, de especies, comunidades bióticas o ecosistemas”, así como “diversidad de ideas individuales, percepciones sociales, valores comunitarios, creencias, sabidurías, usos, tradiciones, lenguas y etnias” (Loh y Harmon 2005, Toledo y Barrera-Bassols 2008, Hill *et al.* 2011, Hanspach 2020).

La primera referencia encontrada con esta noción es la de Gadgil (1987), cuyo análisis aborda las relaciones entre diversidad biológica y cultural, la coincidencia en la pérdida de ambas diversidades y la influencia de factores culturales en el estado de conservación o de deterioro de las especies. También Jensen (Allen, 1988) recurre a la noción para reconocer el valor de la cultura local y de la educación ambiental en procesos de restauración ecológica. En lo sucesivo, los investigadores adscritos a esta perspectiva coinciden en el objetivo central de entender y generar soluciones a la pérdida de diversidad biocultural, a partir de su reconocimiento, su recuperación y su salvaguarda, mediante procesos de colaboración con sus legítimos poseedores o usuarios (Boege

2008, Maffi y Woodley 2012, Stephenson *et al.* 2014, Hanspach 2020).

El paradigma adquiere relevancia en las primeras dos décadas del presente milenio, conforme se documenta la coexistencia de la diversidad biológica y cultural en los territorios ocupados por pueblos originarios y otros productores de pequeña escala, por ellos custodiados, con su sabiduría y los usos comunitarios tradicionales, por lo cual se reconoce la determinante función del patrimonio biocultural en la capacidad de adaptación de las comunidades humanas frente a situaciones adversas, como el cambio climático y la globalización económica (Boege 2008, Maffi y Woodley 2012, Stephenson *et al.* 2014, Toledo y Alarcón-Cháires 2018).

Esta investigación se sustenta en el estudio de sistemas de conocimientos y usos de recursos naturales, con un enfoque cultural y biológico como interdisciplina, ámbito tradicional de estudio de la etnobiología (Freeman 1992), por consiguiente, toma en cuenta los antecedentes etnobiológicos pesqueros desde 1967, cuando coinciden las publicaciones de Eugene Anderson en la Bahía de Hong Kong, Warren Morrill en Islas Vírgenes y Shepard Forman en el noreste de Brasil (García-Quijano y Pitchon 2010), y a partir de los cuales evolucionan dos corrientes científicas que se resumen a continuación: la perspectiva del conocimiento pesquero local y la etnobiología pesquera latinoamericana.

En la primera de ellas destacan cinco publicaciones de Robert Johannes, entre 1977 y 1981, por las que es reconocido como el precursor del paradigma sobre el conocimiento pesquero local, al exponer en detalle varios sistemas de usos y conocimientos tradicionales de Australia, Micronesia y otras islas de Oceanía que han permitido a las comunidades gestionar sus recursos pesqueros por largos periodos (Erdelen 2007, Hind 2015).

Los investigadores de este gremio científico de habla inglesa profundizan el conocimiento pesquero tradicional en naciones del Pacífico Asiático, Oceanía y Canadá; su labor se caracteriza por los métodos cualitativos empleados en la descripción etnobiológica (Hind 2015) y suele incluir taxonomías locales, ubicación de áreas de desove, periodos de abundancia de especies, efectos del ciclo lunar y estacional en su comportamiento migratorio o en el reproductivo, preferencias

de hábitat para diferentes especies, así como relaciones tróficas o artes y estrategias de pesca adoptadas (véanse ejemplos en Ruddle y Johannes 1985, Johnson 1992, Haggan *et al.* 2003).

A partir de la década antepasada se divide esta corriente científica en dos campos de aplicación del conocimiento pesquero, uno de ellos puede considerarse precursor de la investigación biocultural al estar enfocado en la colaboración con comunidades u organizaciones en el manejo de especies acuáticas y otros recursos naturales en sus territorios (p. ej., Orensanz *et al.* 2007, Ponce-Díaz *et al.* 2009, Aswani y Ruddle 2013, Stronghill *et al.* 2015). En el otro campo predominan investigaciones que se distancian del giro etnobiológico y se caracterizan por extender su ámbito de estudio a los sectores tecnificados e incluso industriales de pesca y por recurrir al uso de métodos cuantitativos de investigación; además de integrar conocimientos locales de los pescadores al ámbito de investigación científica pesquera o ecológica (p. ej., Mackinson y Nottestad 1998, Huntington 2000, Baldwin *et al.* 2017).

Es muy significativa la compilación de la FAO editada por Fischer *et al.* (2015) de la evolución interdisciplinaria de la perspectiva, al sentar las bases para la inclusión formal del conocimiento de los pescadores al enfoque ecosistémico de la pesca. Esta publicación también da cuenta de la evolución del paradigma por Latinoamérica, región en la que se suman varios equipos de investigación (p. ej., Silvano y Begossi 2005, Sáenz-Arroyo *et al.* 2005, García-Quijano y Valdés 2009, Espinoza-Tenorio *et al.* 2013, Fulton *et al.* 2019).

En Sudamérica ha tenido continuidad otro repertorio de publicaciones etnobiológicas sobre el ámbito pesquero (p. ej., Royero 1989, Paz y Begossi 1996, Mourao y Nordi 2003, Costa-Neto y Marques 2008, Jácome-Negrete y Guarderas 2015). Estos investigadores describen nomenclaturas tradicionales de peces y otros organismos acuáticos o marinos, e incluyen el conocimiento de aspectos morfológicos, etológicos y/o ecológicos usados por las comunidades en la clasificación tradicional de los peces y otros seres acuáticos. Además, se publican en la región varios estudios de pesquerías con la denominación específica de etnoecología que se distingue por estudiar los sistemas de conocimientos y usos de recursos desde los enfoques holístico y ecosistémico

(p. ej., Pinheiro y Cremer 2003, Souto 2007, Nunes *et al.* 2009, Ruiz *et al.* 2017).

En México, un pequeño gremio de etnobiólogos ha orientado sus investigaciones al ámbito pesquero y a campos afines (p. ej., Basurto 2006, Narchi 2014, Rosales y Fraga 2018, Tello y Montes 2018); sin embargo, aún son pocos los investigadores interesados en la biodiversidad de sus extensas zonas litorales y redes hidrográficas, así como en el añejo régimen cooperativo nacional. A diferencia de otros ámbitos en los que se cuenta con una valiosa tradición de estudios etnobiológicos mexicanos, sobre todo en el campo de la etnobotánica, como se argumenta en Barrera (2008 [1979]) y en Gómez-Pompa (1993).

Fundamentos teóricos de la propuesta

Toledo (1991) propone, desde una perspectiva etnoecológica, un marco de estudio para el conocimiento ecológico local, con tres dimensiones de análisis (*kosmos-corpus-praxis*), que es reorientado a otro paradigma por Toledo y Barrera-Bassols (2008) en su obra *La Memoria Biocultural*. Dichas dimensiones se prestan para el análisis de los conocimientos pesqueros locales en el presente ejercicio académico.

Toledo y Alarcón-Cháires (2018) postulan que toda cultura es coterránea a cierta naturaleza, con la que establece una relación de reciprocidad e incluso un nexo coevolutivo, incluidas comunidades indígenas, campesinas, forestales, pesqueras y de otros productores en pequeña escala; también advierten que aún están siendo especificados los contenidos, posibilidades y métodos de esta perspectiva, lo que puede advertirse además en recientes propuestas (Seardo 2016, Whinter *et al.* 2018, Lyver *et al.* 2019, Thornton *et al.* 2020).

Esta perspectiva biocultural es una arena de confluencia de nociones y conceptos de distintas perspectivas, con un marcado enfoque en la cultura y la ecología, como se puede deducir de Gavin *et al.* (2015), Bridgewater y Rotherham (2019) o de Hanspach (2020); conforme esta premisa proponemos integrar en la construcción de nuestro marco las nociones: conocimiento pesquero local, territorio socialmente apropiado, marco institucional de acuerdos locales y evaluación de sustentabilidad, como a continuación se describen.

Nos referimos a los conocimientos pesqueros locales, como aquellos adquiridos por los pescadores mediante su interrelación cotidiana y continua con un ambiente marino o acuático y sus recursos bióticos; valiosos para la investigación científica y para la adaptación, la seguridad alimentaria y la sobrevivencia de las comunidades costeras, con independencia de la condición étnica o lingüística, o del periodo de transmisión cultural (Narchi *et al.* 2014, García-Quijano y Valdés 2015).

Los conocimientos pesqueros locales se caracterizan por su dimensión cultural y su alcance local, así como su naturaleza holística, al incluir aspectos tan diversos como el modo de relacionarse con su medio ambiente o de gestionar sus recursos y sus organizaciones sociales. Además de su carácter dinámico en la medida en que responden a cambios tecnológicos, ecológicos, socioeconómicos, así como eficaz en la capacidad de adaptación al cambiante medio marino y práctico en el sentido de permitirles sobrevivir y reproducir su medio de vida (García-Allut 2003).

La noción de territorio adoptada es definida por Godelier (1989) como la porción de la naturaleza sobre la que una sociedad determinada reivindica derechos estables de acceso, de control y de uso que recaen en todos o en parte de los recursos que allí se encuentran. Esta noción ha sido ampliamente conceptualizada y aplicada a diversos ámbitos por investigadores de la geografía cultural (Hoffmann y Salmerón 1997, Weber y Reverte 2006).

El enfoque para el análisis de instituciones y acuerdos locales se presta de la teoría de los bienes comunes, la más trascendente en la gestión de recursos compartidos y de las más relevantes en el estudio de la acción colectiva (Acheson 2019, Cole *et al.* 2019, Yoder *et al.* 2022). La teoría de los bienes comunes ha destacado, desde su origen, la función de elementos culturales en la construcción de acuerdos e instituciones locales y la influencia de éstos en el estado de conservación o de deterioro de los recursos naturales que están en regímenes de propiedad común, como en el caso de las pesquerías, los bosques, aguas y territorios comunitarios (McCay y Acheson 1987, Ostrom 2000a).

El concepto de sustentabilidad es retomado de la publicación acerca del desarrollo sostenible de la comisión mundial para el ambiente y el

desarrollo (WCED 1987), que se refiere a la manera de aprovechar los recursos naturales para satisfacer las necesidades humanas, sin comprometer su capacidad para satisfacer las de generaciones futuras. La sustentabilidad en sistemas socio-ecológicos, como las pesquerías artesanales, se resume en conservar la capacidad del ecosistema para sostener el sistema social en el largo plazo (Berkes *et al.* 2003, Astier *et al.* 2008)

Integración del marco

A partir de los anteriores referentes se propone un marco de investigación biocultural para las pesquerías artesanales consistente en cuatro etapas sucesivas de entendimiento, análisis, evaluación y gestión, tal como se esquematiza en la *tabla 1*. Es importante aclarar que cada territorio y comunidad que se estudie conlleva su propio proceso, por lo tanto, para cada estudio de caso se ha de diseñar un proyecto de investigación.

Primera etapa: entendimiento. Sus objetivos son establecer las bases para la interacción entre las comunidades y los académicos, así como registrar las percepciones sociales de los pescadores y otros informantes clave acerca del recurso, su entorno y todo lo relacionado con la actividad productiva. Información que puede ser obtenida por medio de entrevistas a profundidad o

semiestructuradas, talleres participativos y observación de las prácticas productivas cotidianas; se recomienda que se registre mediante la redacción de relatos de cada jornada de investigación (Gellida y Moguel 2007).

El método de muestreo para las entrevistas y recorridos de observación a bordo puede variar con el propósito de adaptarse a las particulares condiciones locales de cada proyecto. Se recurrió a reuniones con las federaciones de sociedades cooperativas chiapanecas presentes en el área de estudio, con el fin de establecer con las organizaciones una agenda conjunta de visitas de campo, en las que se aplicó el criterio de punto de saturación como el momento a partir del cual son esporádicos y escasos los datos nuevos en las entrevistas (Gellida *et al.* 2010, Gellida 2020).¹ Se procura en todo momento sentar las bases para la colaboración entre investigadores y organizaciones pesqueras, con una visión de mediano plazo, en un diálogo franco y solidario que permita construir acuerdos y proyectos comunes en el sentido que menciona Reyes-Escutia (2018).

1. Gellida C. 2020. Sistemas de pesca artesanal de Tonalá, Chiapas; procesos bioculturales y sustentabilidad. *Segundo Coloquio del Doctorado en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales*. ICBIOL - UNICACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 28 al 30 de octubre de 2020.

Tabla 1. Elementos del marco biocultural



Segunda etapa: análisis. Consiste en el estudio de conocimientos locales contenidos en los relatos. Para identificarlos se recurre a las dimensiones *kosmos-corpus-praxis* propuestas en Toledo y Barrera-Bassols (2008). Pero en el ejercicio de clasificación y sistematización de conocimientos pesqueros locales se incluyen dos nuevas dimensiones: *eekos* y *consensus*, que explican la concreción del conocimiento en prácticas productivas, con lo que quedan en el nuevo marco, cinco dimensiones progresivas de análisis:

Kosmos: forma parte de esta dimensión el cúmulo de creencias, valores, sabidurías y otros elementos intangibles colectivos relacionados con el entorno y el cotidiano quehacer (Toledo y Barrera-Bassols 2008). De dichos elementos, las percepciones son registradas de forma parcial a partir de observaciones y entrevistas de campo.

Corpus: conforma esta dimensión de análisis el cuerpo o el subsistema de conocimientos a partir del cual se organizan y aplican las prácticas productivas (Toledo y Barrera-Bassols 2008). En este caso, se distinguen de otras percepciones por su aplicación en las labores de captura, uso y manejo de los recursos pesqueros. Es importante aclarar que, en lo sucesivo, es “el conocimiento” la unidad de análisis e incluye las siguientes tres dimensiones.

Ekos: agregada en esta propuesta, es el conjunto de conocimientos de los pescadores en torno al ambiente acuático y los seres vivos que se

consideran determinantes en la elección de espacios, recursos y prácticas de pesca. Esta dimensión adquiere la connotación de territorio en el sentido de Godelier (1989), definida en el apartado previo del artículo.

Consensus: agregada en esta propuesta, se concibe como el marco de normas, sanciones y otros acuerdos, formales e informales, reconocidos de manera explícita por la comunidad para el acceso a los recursos naturales, en el sentido mencionado en el marco de análisis institucional de Ostrom (2000a), definido en el apartado previo.

Praxis: es el conjunto de técnicas, artes, herramientas y estrategias empleados por los pescadores en las labores productivas (Toledo y Barrera-Bassols 2008).

En la costa de Chiapas (Gellida y Moguel 2007 y Gellida *et al.* 2010) se recurrió a la percepción social como unidad de análisis; se aplicaron dos dimensiones similares a las aquí propuestas, para la sistematización de contenidos (*eekos* y *consensus*), pero denominadas Territorio y Organización Social, además se analizó la *praxis* con la denominación Tecnología (Tabla 1). Dicho estudio expone un sistema dinámico: las prácticas pesqueras suelen ser preacordadas en comunidad y siempre tienen repercusiones en el territorio y, por consiguiente, en la forma de percibirlo, lo que conduce a cambios a través del marco de acuerdos en la *praxis* (Fig. 1).

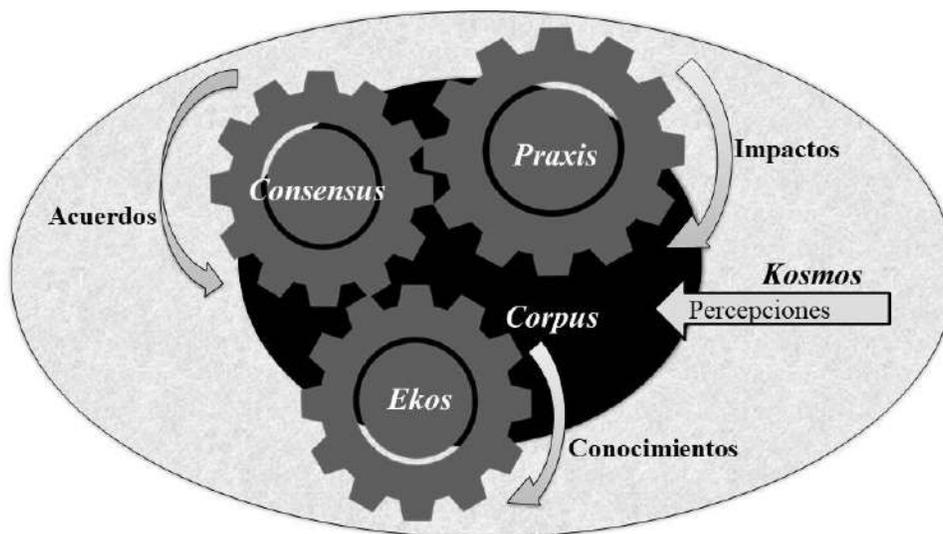


Fig. 1. Sistema y Proceso Biocultural.

La aplicación diferencial del conjunto de prácticas (acordadas o no) por una organización de pescadores distingue los sistemas de pesca en el territorio, como mecanismos de apropiación colectiva o individual de los recursos pesqueros. La caracterización de los sistemas de pesca es, desde esta perspectiva, resultado del análisis del *corpus* (cuerpo de conocimientos), clasificado y sistematizado en las dimensiones *ekos*, *consensus* y *praxis*.

Tercera etapa: evaluación. Desde este enfoque biocultural es deseable evaluar la sustentabilidad de los sistemas de pesca artesanal para concretar un diagnóstico que pueda ser útil en la gestión de las pesquerías.

Si el propósito es un ejercicio de evaluación rápida y efectiva, se sugiere la aplicación del marco para la evaluación de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad MESMIS. Se trata de un modelo gráfico diseñado para realizar evaluaciones comparativas entre diferentes sistemas o entre diferentes periodos, mediante el trazo de polígonos que representan conjuntos de variables, donde cada indicador es un eje del centro a alguno de los vértices, y el área delimitada al unir cada uno de estos extremos es el valor de sustentabilidad por comparar (Masera *et al.* 2000, Astier *et al.* 2008).

En la costa de Chiapas, la valoración de indicadores se realizó de manera colectiva en talleres participativos con actores involucrados previamente en el proceso de caracterización (Gellida 2020). Los indicadores fueron construidos a partir de atributos de la base de recursos y usuarios sugeridos por Ostrom (2000b) para el éxito de organizaciones autogestionarias y para el diseño de instituciones de acervo común de larga duración. En los eventos se expresaron los indicadores a manera de preguntas que permitieron cuantificar, comparar y discutir las opiniones de los participantes. En la *figura 2* se presenta la evaluación de sustentabilidad de las pesquerías de Tonalá, de acuerdo con los siguientes indicadores: 1) ¿El número de pescadores es conocido y adecuado para organizar la actividad?, 2) ¿Las organizaciones toman sus decisiones con la participación de los socios?, 3) ¿Los pescadores comparten valores, objetivos y responsabilidades?, 4) ¿El recurso pesquero es suficiente para sostener un volumen de pesca adecuado?, 5) ¿El área de pesca es adecuada para obtener y a la vez proteger el recurso?, 6) ¿El

valor de la captura es suficiente para mantener a la comunidad organizada?, 7) ¿Es justa la distribución entre los pescadores de los ingresos y beneficios de la pesca?, 8) ¿Existen datos suficientes y confiables para evaluar las capturas?, 9) ¿Hay confianza entre pescadores en el cumplimiento de sus acuerdos?, 10) ¿Los acuerdos establecidos son adecuados para la pesca que se practica?

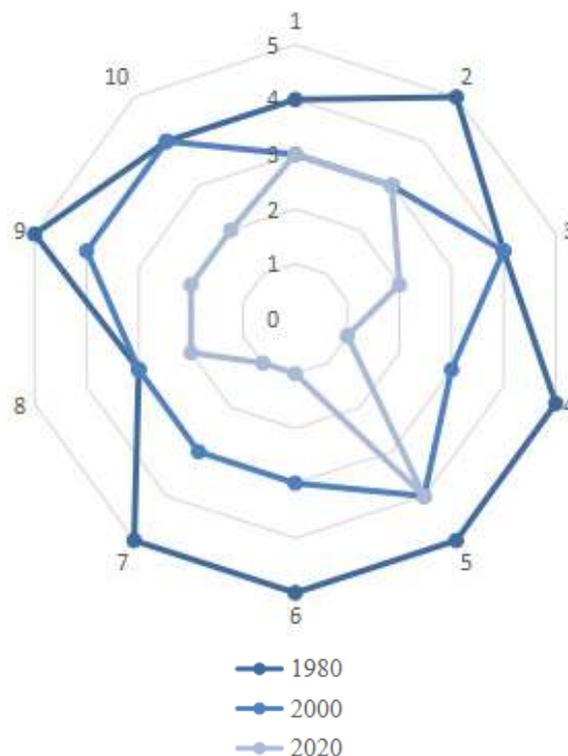


Fig. 2. Evaluación de sustentabilidad de las pesquerías de Tonalá, construido en base al promedio de valores otorgados (escala de 0 a 5 en orden proporcional ascendente) para los años 1980, 2000 y 2020, en talleres con líderes pesqueros locales.

La gráfica muestra una reducción del área de sustentabilidad en más de 50% en un periodo de 40 años, que expresa el cambio en las expectativas de los líderes pesqueros respecto a la capacidad de los sistemas de pesca para sostener en el largo plazo su actividad productiva, a partir de las variables predeterminadas. Esta conclusión coincide con los resultados del análisis biocultural aplicado a los relatos de pescadores (durante las etapas 1 y 2 del marco) que reportan una disminución parecida de las capturas por unidad de pesca, atribuida a varios factores externos e internos, entre los cuales destaca la sustitución del sistema

tradicional por uno basado en prácticas de pesca no acordadas en sus organizaciones y no reguladas por las autoridades (Gellida 2020).

Cuarta etapa: gestión. una vez concluido el diagnóstico, o al menos la caracterización, si se ha alcanzado un alto grado de colaboración y así lo demandan las organizaciones o comunidades protagonistas de la investigación, es recomendable continuar con la gestión, en tres fases consecutivas probables: ordenamiento, co-manejo y gobernanza, como se indica en la última columna de la *tabla 1*. El diseño de esta etapa requiere un espacio amplio para la revisión conceptual de cada una de las fases desde este enfoque biocultural, y su instrumentación sólo es posible mediante un involucramiento efectivo de otros actores en el proceso.

Discusión

En la introducción se abordó la cuestión del cambio en las políticas pesqueras impulsado con la promulgación de las directrices voluntarias para la Sustentabilidad de la pesca en pequeña escala (DPPP) que, además, fueron asumidas como compromisos para alcanzar el Objetivo 14 de Desarrollo Sostenible, en la Conferencia Oceánica de la ONU 2017 (Pinheiro *et al.* 2019). Al respecto, no se puede omitir que se han establecido objetivos previos relacionados con el ordenamiento de la actividad pesquera en su conjunto, desde la primera cumbre de la Tierra (ONU 1973)² y de manera puntual en el Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO 1995). Sin embargo, en contraste con dichos propósitos, los informes periódicos de la FAO reportan avances limitados en el ordenamiento, así como una elevada proporción de especies explotadas a su máxima capacidad sostenible e incluso sobreexplotadas. Pauly y Zeller (2016) exponen una tendencia aún más fuerte hacia al deterioro de los recursos pesqueros. Dicha deficiencia se ha asociado con la priorización de la pesca industrial al evaluar y regular la explotación de los recursos pesqueros (Berkes *et al.* 2003, Pauly *et al.* 2005, Morán-Angulo *et al.*

2010). En este sentido, es trascendente el reconocimiento de abandono a los pescadores en pequeña escala y el consecuente propósito de cambio, expresados por la organización responsable de orientar la regulación pesquera a escala global (FAO 2015).

Si el propósito es articular la sostenibilidad de la pesca con los objetivos establecidos en las DPPP de incorporar los sistemas de conocimientos y prácticas locales, conservar la diversidad biológica y mitigar condiciones de pobreza y vulnerabilidad, es conveniente diferenciar la pesca artesanal de la tecnificada como modalidades de la pesca de pequeña escala. La literatura especializada se suele referir a la pesca artesanal y de pequeña escala sin distinción (Parlamento Latinoamericano y Caribeño 2017, FAO 2020b, Méndez y García 2021, Willette *et al.* 2021). Cuando la actividad se practica a kilómetros de la franja litoral es necesaria una inversión en tecnología que no puede realizar una persona de escasos recursos económicos, en ese caso, hay una sola modalidad; en cambio, cuando la actividad se realiza en ecosistemas de muy fácil acceso a comunidades humanas, por lo general en hábitats críticos o estratégicos para la sobrevivencia de muchas especies (como son los pantanos, lagunas, esteros o arrecifes), la pesca de baja y de alta tecnología generan impactos muy distintos. Por ejemplo, los pescadores de camarón de estero en Tonalá relatan cómo unos cuantos de sus compañeros han multiplicado por tres o cuatro sus volúmenes de captura al utilizar motores de 15 o 40 hp respecto al resto que continúa usando varas o remos en sus canoas de media tonelada de capacidad; aunque ellos identifican la intensificación de prácticas de pesca no acordadas en las cooperativas como la causa más determinante del deterioro pesquero de las últimas tres décadas, por la proporción de pescadores involucrados (Gellida 2020).

La publicación de las DPPP favorece la inclusión de otros campos del conocimiento en la investigación que amplían la comprensión de la complejidad de las pesquerías en pequeña escala, son ejemplos de ello los estudios “Iluminando las cosechas ocultas” anunciados en el último reporte de la FAO (2020b) y la inclusión de los conocimientos de pescadores en el enfoque ecosistémico de la pesca (Fischer 2015). La etnobiología ha tenido un papel fundamental en dicha evolución,

2. ONU. 1973. *Informe de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano*. ONU. Estocolmo, 5 y 6 de junio de 1972.

como se describe en el apartado de antecedentes de la investigación biocultural. Al respecto, es justo recalcar que los paradigmas del conocimiento pesquero y de la etnoecología pesquera latinoamericana revisados parecen no haberse distanciado de la etnobiología, que se considera como una interdisciplina de clara vigencia que se ha diversificado en otros campos afines, como la etnobiología marina (Narchi *et al.* 2014) o la etnoictiología (Ruiz *et al.* 2017). Más bien, parecen haber encontrado un nicho fértil enfoques ecosistémicos o integrales sobre el estudio de los conocimientos y usos de los seres vivos, conforme el argumento de un amplio predominio numérico de reportes etnobiológicos que se limitan a las nomenclaturas tradicionales (Correa *et al.* 2012, Toledo y Alarcón-Cháires 2012). Dicha limitante de la etnobiología hacia las nomenclaturas tradicionales había sido criticada por Maldonado-Kourdel en 1979 (Barrera 2008), proponiendo la ampliación de su horizonte de estudio.

En contraste con dichos argumentos, en el apartado de antecedentes de este artículo se destaca cómo muchos etnobiólogos han realizado sus investigaciones en el ámbito de la pesca con enfoques más o menos integrales. Es justo también aclarar que estos sistemas de clasificación forman parte integral de los conocimientos locales (Freeman 1992) y, como tal, de culturas caracterizadas por una cosmovisión propia, amplia y multidimensional. Consideramos que la perspectiva biocultural es un ámbito en el que pueden confluir estos enfoques etnobiológicos y otras perspectivas interdisciplinarias.

A dicha controversia es necesario agregar que en la literatura etnobiológica resulta evidente una variedad de denominaciones del concepto central con sus propios significados: conocimientos “locales, tradicionales, comunitarios, ecológicos, indígenas, campesinos, pesqueros, etc.”, además de estar su definición supeditada al propósito de investigación, aplicación o reivindicación. Desde esta variedad de sentidos, el conocimiento es el objeto de estudio, pero también es unidad de análisis, incluso es una perspectiva que ha evolucionado en al menos tres enfoques con alcances y propósitos distintos para el ámbito pesquero, dejando abierta su conceptualización a una variedad de criterios. Precisamos aquí, en consecuencia, los conocimientos pesqueros locales como los obtenidos

por los pescadores, que adquieren una comprensión trascendente y valiosa en la relación cotidiana y continua con el mar, independientemente de cumplir o no con un periodo de transmisión intergeneracional, del uso de lenguas autóctonas o de las condiciones étnica, indígena o de pueblo originario, tal como argumentaron Narchi *et al.* (2014) y García-Quijano y Valdés (2015). Es importante aclarar que, en México, aunque practican la pesca algunas comunidades indígenas, la mayoría de los pescadores artesanales son mestizos, hablan sólo el idioma castellano, pero sus familias tienen varias generaciones de practicar esta actividad productiva y, por consiguiente, de transmitir en comunidad sus conocimientos pesqueros.

Los conocimientos pesqueros locales han sido utilizados para enriquecer el análisis de resultados y cumplir los estándares de objetividad al publicar en medios científicos o reportar información a las instituciones encargadas de administrar recursos pesqueros (Hind 2015, Fulton *et al.* 2019). Este tipo de enfoques facilita el intercambio de conocimientos entre pescadores y académicos, enriquecen la formación de ambos y contribuye a la generación local de información más confiable sobre las pesquerías. Pero no se debe soslayar el compromiso ético de aplicar la información generada en beneficio de la propia comunidad y el territorio donde se genera (Bannister 2018). Muchos estudios han limitado el uso del conocimiento de los pescadores como insumo para mejorar las evaluaciones científicas, y otros han usado a los pescadores sólo como personal de apoyo en la colecta de datos, como explican Orensanz *et al.* (2015).

La perspectiva biocultural plantea ir más allá de la información, busca comprender los conocimientos locales o tradicionales desde un enfoque transdisciplinario y dentro de una cosmovisión, y a ésta como parte de una cultura, de una comunidad y de un territorio, en un espacio y un tiempo determinados, de acuerdo con Toledo y Barrera-Bassols (2008). Proponemos, entonces, que se brinden a las sabidurías locales y a las personas dedicadas a la pesca los espacios de participación que les corresponden, tanto en la ciencia como en la gestión pesquera, así como en el manejo y la conservación del patrimonio biológico y cultural.

La propuesta metodológica y conceptual aquí presentada complementa el marco biocultural

para el estudio de conocimientos locales de Toledo y Barrera-Bassols (2008), con dos dimensiones de análisis *ekos* y *consensus* a partir de la experiencia académica en la caracterización y el análisis de pesquerías artesanales (Gellida y Moguel 2007, Gellida *et al.* 2010). La dimensión *ekos*, como el espacio natural socialmente valorado y apropiado, es relevante en enfoques bioculturales y en sus antecedentes etnobiológicos. Johannes (1978) considera la tenencia de lagunas o arrecifes controlados por un clan como la estrategia comunitaria más importante de conservación de los recursos marinos. Después, es reconocido el territorio como un elemento fundamental en la relación hombre-naturaleza de culturas indígenas que denota un profundo sentido de arraigo en estudios de caso recientes (por ejemplo, Whinter *et al.* 2018, Lyver *et al.* 2019). También resulta fundamental en las pesquerías artesanales y en muchas otras de pequeña escala en las que su relación con el mar o el ambiente acuático desempeña también un lugar preponderante, como advierte García Allut (2003).

En cuanto al *consensus*, el análisis institucional de bienes comunes adoptado ha sido una perspectiva interdisciplinaria muy trascendente en el estudio de recursos compartidos, como las pesquerías, los bosques, los suelos de pastoreo o campesinos (Cole *et al.* 2019, Acheson 2019, Yoder *et al.* 2022). La perspectiva de los bienes comunes plantea desde su origen la importancia de los valores culturales, las instituciones y los marcos de acuerdos locales sobre el éxito o el fracaso en la administración de bienes comunes por largos periodos de tiempo (Ostrom 2000a). Además, Pretty *et al.* (2009) incluyen los marcos de acuerdos, normas, sanciones y la particular manera de organizar la actividad productiva como componentes culturales importantes e inseparables del complejo biocultural y explican cómo éstos determinan cotidianamente zonas de aprovechamiento, roles y límites en la extracción, así como el comportamiento considerado apropiado en el uso de las especies. En la caracterización y el análisis de pesquerías comunitarias resultan indispensables estas dos dimensiones incluidas en el marco biocultural de investigación, para comprender el proceso de concreción de las percepciones sociales en conocimientos y de conocimientos en prácticas

productivas, es decir, del *kosmos* al *corpus* y de éste a la *praxis*.

Conclusiones

Ésta es la primera propuesta metodológica y conceptual desde una perspectiva biocultural para la investigación pesquera *per se*, a pesar del reconocimiento a la cultura del pescador en pequeña escala y de su rol en la biodiversidad y el bienestar social. Éste se distingue de otros enfoques interdisciplinarios por su interés en la biodiversidad, en la cultural local y en la aplicación *in situ* de la información aportada por los pescadores. A diferencia de los antecedentes etnobiológicos pesqueros precursores de la perspectiva biocultural y de las investigaciones bioculturales hasta hoy publicadas, este marco no se limita a comunidades indígenas, sino que amplía el horizonte tanto de la investigación pesquera como de la perspectiva biocultural.

La aplicación parcial de este marco en estudios de caso en la costa de Chiapas provee información útil para el ordenamiento o el manejo de las pesquerías en la región, por las organizaciones locales o con ellas, en el corto plazo. El principal reto de nuestro equipo de investigación es cumplir el propósito de consolidar un marco de colaboración con las organizaciones y comunidades pesqueras, así como involucrar a actores gubernamentales y de la sociedad civil, para continuar hacia dicho objetivo.

Confiamos en que este marco será de utilidad para colegas dedicados a la investigación de la pesca artesanal y contribuirá a la consolidación de la perspectiva biocultural como un campo fundamental para la comprensión humana y de la vida, desde la sistematización del conocimiento pesquero local, la evaluación participativa de sustentabilidad de las pesquerías comunitarias y el bienestar de las propias comunidades de pescadores.

Agradecimientos

El trabajo académico realizado para la publicación del presente artículo es parcialmente auspiciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, mediante el otorgamiento de una beca (Núm. 40887) al autor Carlos Alberto

Gellida Esquinca, para la consecución del Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas Tropicales, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Literatura citada

- Acheson JM. 2019. The tragedy of the commons: a theoretical update. *En: T McGovern, L Cronk, L Lozny (eds.). Global Perspectives on Long Term Community Resource Management.* Springer. EEUU. pp: 9-22. DOI: 10.1007/978-3-030-15800-2
- Acott T, J Urquhart. 2018. Co-constructing cultural ecosystem services and wellbeing through a place-based approach. *Mare Publication Series 17:* 23-44. DOI: 10.1007/978-3-319-60750-4
- Alcalá G (ed.). 2011. *Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política.* UNAM - SISAL. México. 376p.
- Allen W. 1988. Biocultural restoration of a tropical forest. *BioScience* 38(3): 156-161.
- Astier M, O Maserá, Y Galván-Miyoshi (eds.). 2008. *Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional.* SEA/GIGA/ECOSUR/CIECO/UNAM/GIRA/IAE/IMAG. España. 200p.
- Aswani S, K Ruddle. 2013. Design of Realistic Hybrid Marine Resource Management Programs in Oceania. *Pacific Science* 67(3): 461-476. DOI:10.2984/67.3.11
- Baldwin C, L Bradford, M Carr, L Doig, T Jardine, P Jones, L Bharadwaj, K Lindenschmidt. 2017. Ecological patterns of fish distribution in the Slave River Delta region, Northwest Territories, Canada, as relayed by traditional knowledge and western science. *International Journal of Water Resources Development* 34(2): 305-324. DOI: 10.1080/07900627.2017.1298516
- Bannister K. 2018. From ethical codes to ethics as praxis: an invitation. *Ethnobiology Letters* 9(1): 30-43.
- Barragán J. 2014. *Política, gestión y litoral; nueva visión de la gestión integrada de áreas litorales.* Síntesis para UNESCO. Tébar Flores. España. 205p.
- Barrera A. 2008 (1979). *La Etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva.* INIREB - UACH. México. 16p.
- Basurto X. 2006. Commercial diving and the Callo de Hacha fishery in Seri territory. *Journal of the Southwest* 48(2): 189-209.
- Berkes F, J Colding, C Folke (eds.). 2003. Introducción. *En: Navigating Social-Ecological Systems; Building resilience for complexity and change.* Cambridge University Press. UK. 393p.
- Boege E. 2008. *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas.* INAH. México. 342p.
- Bridgewater P, ID Rotherham. 2019. A critical perspective on the concept of biocultural diversity and its emerging role in nature and heritage conservation. *People and Nature* 1(3): 291-304. DOI: 10.1002/pan3.10040.
- Cole D, G Epstein, M McGinnis. 2019. The utility of combining the IAD and SES frameworks. *International Journal of the Commons* 13(1): 244-275. DOI: 10.18352/ijc.864.
- Correa S, S Turbay, M Vélez. 2012. Conocimiento ecológico local sobre ecosistemas marinos en dos comunidades costeras: El Valle y Sapzurro. *Gestión y Ambiente* 15(2): 17-31.
- Costa-Neto EM, JGW Marques. 2008. Etnoictiología dos pescadores artesanais de Siribinha, município de Conde (Bahia): aspectos relacionados com a etologia dos peixes. *Acta Scientiarum* 22(2): 553-560. DOI: 10.4025/actasciobiolsci.v22i0.2947
- De Oliveira-Leis M, M Barragán-Paladines, A Saldaña, D Bishop, J Hong-Jin, V Kerezi, M Agapito, R Chuenpagdee. 2019. Overview of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean: Challenges and Prospects. *En: S Salas, M Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin America and The Caribbean.* MARE Publication Series 19: 15-47. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0_2
- Erdelen W. 2007. Foreword. *En: Haggan N, B Nies, G Baird. (eds.). Fishers' knowledge in fisheries science and management.* UNESCO, Coastal Management Sourcebooks 4. Paris. 437p.
- Espinoza-Tenorio A, M Wolff, I Espejel, G Montaña-Moctezuma. 2013. Using traditional ecological knowledge to improve holistic fisheries management: transdisciplinary modeling of a lagoon ecosystem of southern Mexico. *Ecology and Society* 18(2): 6. DOI: 10.5751/ES-05369-180206
- FAO. 1995. *Código de conducta para la pesca responsable.* FAO. Roma. 48p.
- FAO. 2015. *Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca de pequeña escala.* FAO. Roma. 33p.
- FAO. 2020a. *Año internacional de la pesca y la acuicultura artesanales; 2022 plan de acción mundial.* FAO. Roma. 35p.
- FAO. 2020b. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020.* FAO. Roma. 223p.
- Fischer J, J Jorgensen, H Josupeit, D Kalikoski, C Lucas (eds.). 2015. Fishers' knowledge and the

- ecosystem approach to fisheries: applications, experiences and lessons in Latin America. *Fisheries and Aquaculture Technical Paper* 591: 278p.
- Fulton S, A Hernández, A Suarez, F Fernandez, M Rojo, A Saenz, A Hudson, R Cudney, F Micheli, J Torre. 2019. From fishing fish to fishing data: the role of artisanal fishers in conservation and resource management in México. *En: S Salas, M Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin America and The Caribbean. MARE Publication Series 19: 151-175. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0*
- Freeman M. 1992. The nature and utility of traditional ecological knowledge. *Northern perspectives* 20(1): 9-12.
- García-Allut A. 2003. La pesca artesanal, el cambio y la patrimonialización del conocimiento. *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* 44. DOI: 10.33349/2003.44.%20Especi.1567
- García-Quijano C, A Pitchon. 2010. Aquatic ethnobiology. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. Oxford, UK. 12p.
- García-Quijano C, M Valdés. 2009. Coupling of Humans, Habitats and Other Species: A Study of the Fishers' Traditional Ecological Knowledge (TEK) in La Parguera. *Caribbean Journal of Science* 45(3): 363-371. DOI: 10.18475/cjos.v45i2.a1
- García-Quijano C, M Valdés. 2015. Ecosystem-based knowledge and reasoning in tropical, multispecies, small-scale fishers' LEK ¿What can fishers LEK contribute to coastal ecological science and management? *En: Fischer J, J Jorgensen, H Josupeit, D Kalikoski, CM Lucas (eds.). Fishers' knowledge and the ecosystem approach to fisheries: applications, experiences and lessons in Latin America. Fisheries and Aquaculture Technical Paper* 591: 19-40.
- Gadgil M. 1987. Diversity: cultural y biological. *Trends in Ecology and Evolution* 2(12): 369-373.
- Gavin MC, J McCarter, A Mead, F Berkes, JR Stepp, D Peterson, R Tang. 2015. Defining biocultural approaches to conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 30(3): 140-145. DOI: 10.1016/j.tree.2014.12.005
- Gellida Esquinca C, RMC Moguel Viveros. 2007. Pescadores y Pesquerías Artesanales de Camarón en El Cordón Estuárico, La Joya, La Barra y Buenavista, Chiapas: Territorio, Organización y Tecnología. *Cuicuilco* 14(39): 35-78.
- Gellida Esquinca CA, JR Días Gallegos, JP Arias Aréchiga, A Uscanga Martínez, A Nettel Hernanz. 2010. Caracterización de las pesquerías artesanales del Sistema Lagunar Chantuto-Panzacola. *En: E Espino Barr, MÁ Carrasco Águila, E Romero Hernández, H Aguirre Villaseñor, O Miranda Carrillo. Memorias V Foro Nacional de Pesca Ribereña. Boca del Río, Veracruz, 7 al 9 de septiembre de 2010. pp: 121-122.*
- Godelier M. 1989. *Lo ideal y lo material. Pensamiento, economía y sociedad*. Tauros Humanidades. España. 309p.
- Gómez-Pompa A. 1993. Las raíces de la etnobotánica en México. *Acta Biológica Panamensis* 1: 87-100.
- Haggan N, C Brignall, L Wood. 2003. *Putting Fishers' Knowledge to Work*. Fisheries B.C. Vancouver, Centre Research Reports, University of British Columbia. Canada. 188p.
- Hanspach J, LJ Haider, E Oteros-Rozas, AS Olafsson, NM Gulsrud, CM Raymond, T Plieninger. 2020. Biocultural approaches to sustainability: A systematic review of the scientific literature. *People and Nature* 2(3): 643-659. DOI: 10.1002/pan3.10120
- Hind E. 2015. A review of the past, the present, and the future of fishers' knowledge research: a challenge to established fisheries science. *Journal of Marine Science* 72(2): 341-358. DOI: 10.1093/icesjms/fsu169
- Hill R, LC Cullen-Unsworth, LD Talbot, S McIntyre-Tamwoy. 2011. Empowering Indigenous peoples' biocultural diversity through World Heritage cultural landscapes: a case study from the Australian humid tropical forests. *International Journal of Heritage Studies* 17(6): 571-591. DOI: 10.1080/13527258.2011.618252
- Hoffmann O, FI Salmerón Castro. 1997. Introducción. Entre representación y apropiación, las formas de ver y hablar del espacio. *En: O Hoffmann, FI Salmerón Castro (coords.). Nueve estudios sobre el espacio. Representación y formas de Apropiación. CIESAS/Ostrom. México. pp: 13-29.*
- Hong SK, J Bogeart, M Qingwen. 2014. Development and vision of Island Biocultural Diversity initiative. *En: SK Hong, J Bogeart, M Qingwen (eds.). Biocultural Landscapes: Diversity, Functions and Values. Springer. EEUU. pp: 207-214. DOI: 10.1007/978-94-017-8941-7*
- Huntington H. 2000. Using traditional ecological knowledge in science: Methods and applications. *Ecological Applications* 5(10): 1270-1274. DOI: 10.1.1.1065.7212&rep=rep1&type.
- Jácome-Negrete I, L Guarderas Flores. 2015. Nomenclatura y clasificación Kichwa de los peces lacustres en la Amazonia Central de Ecuador: una aproximación etnozoológica. *Etnobiología* 13(2): 63-71.

- Johannes R. 1978. Traditional marine conservation methods in Oceania and their demise. *Annual Review of Ecology and Systematics* 9: 349-364.
- Johnson M (ed.). 1992. *LORE: Capturing traditional environmental knowledge*. Dene Cultural Institute, International Development Research Centre. Ottawa, Canada. 221p.
- Loh J, D Harmon. 2005. A global index of biocultural diversity. *Ecological indicators* 5(3): 231-241. DOI: 10.1016/j.ecolind.2005.02.005
- Lyver P, J Ruru, N Scott, J Tylianakis, J Arnold, S Malinen, C Bataille, MR Herse, C Jones, A Gormley, D Peltzer, Y Taura, P Timoti, C Stone, M Wilcox, H Moller. 2019. Building biocultural approaches into Aotearoa-New Zealand's conservation future. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 49(3): 394-411. DOI: 10.1080/03036758.2018.1539405
- Mackinson S, L Nottestad. 1998. Combining local and scientific knowledge. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 8(4): 481-490.
- Maffi L, E Woodley. 2012. *Biocultural diversity conservation: a global sourcebook*. Earthscan. London-Washington DC. 312p.
- Masera O, M Astier, S López-Ridaura. 2000. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, AC/Mundi-Prensa. México. 101p.
- McCay B, J Acheson (eds.). 1987. *The questions of the commons: the culture and ecology of communal resources*. University of Arizona Press. EEUU. 394p. DOI: 10.2307/1241959
- Méndez FM, AO García. 2021. Estrategias de producción y reproducción ampliada de las unidades domésticas: un estudio de la pesca artesanal en el delta Medio del río Paraná. *Trabajo y sociedad* XXII (37): 79-97.
- Morán-Angulo RE, J Téllez-López, JL Cifuentes-Lemus. 2010. La investigación pesquera: una reflexión epistemológica. *Theomai* 21: 97-112.
- Mourao J, N Nordi. 2003. Etnoictiología de pescadores artesanales do estuário do rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 29(1): 9-17.
- Narchi NE, S Cornier, D Melaku-Canu, LE Aguilar-Rosas, M Bender, C Jacquelin, M Thiba, G Moura, R de Wit. 2014. Marine ethnobiology a rather neglected area, which can provide an important contribution to ocean and coastal management. *Ocean and Coastal Management* 89: 117-126. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2013.09.014
- Nunes Pieve SM, RR Kubo, G Coelho de Souza. 2009. *Pescadores da lagoa Mirim; Etnoecología e Resiliencia*. Ministerio do Desenvolvimento Agrario. Brasil. 244p.
- Orensanz JM, AM Parma, A Cinti. 2015. Methods to use fishers' knowledge for fisheries assessment and management. *En: J Fischer, J Jorgensen, H Josupeit, D Kalikoski, CM Lucas (eds.). Fishers' knowledge and the ecosystem approach to fisheries: applications, experiences and lessons in Latin America. Fisheries and Aquaculture Technical Paper* 591: 41-61.
- Orensanz JM, AM Parma, NF Ciocco, A Cinti. 2007. Achievements and setbacks in the commercial diving fishery of San José Gulf, Argentine Patagonia. *En: TR McClanahan, JC Castilla. Fisheries Management: Progress Towards Sustainability*. Blackwell Publishing, EEUU. pp: 68-88. DOI: 10.1002/9780470996072.ch4
- Ostrom E. 2000a. *El gobierno de los comunes: la evolución de las instituciones de acción colectiva*. UNAM/CRIM/FCE. México. 396p.
- Ostrom E. 2000b. Reformulating the Commons. *Swiss Political Science Review* 6(1): 29-52. DOI: 10.1002/j.1662-6370.2000.tb00285.x
- Pauly D, D Zeller. 2016. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nature communications* 7(10244): 1-9. DOI: 10.1038/ncomms10244
- Pauly D, W Reg, J Alder. 2005. Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360(1453): 5-12. DOI: 10.1098/rstb.2004.1574
- Paz V, A Begossi. 1996. Ethnoichthyology of galviboa fishermen of sepetiba bay, Brazil. *Journal of Ethnobiology* 16(2): 157-168.
- Pinheiro L, M Cremer. 2003. Sistema pesqueiro da Baía da Babitonga, litoral norte de Santa Catarina: uma abordagem etnoecológica. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 8: 59-68.
- Pinheiro H, J Texeira, R Francini-Filho, A Soares-Gomes. 2019. Hope and doubt for the world's marine ecosystems. *Perspectives in Ecology and Conservation* 17: 19-25. DOI: 10.1016/j.pecon.2018.11.001
- PNUMA. 2012. *Perspectiva del medio ambiente mundial GEO-5; medio ambiente para el futuro que queremos*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 528p.
- Ponce-Díaz G, W Weisman, B McCay. 2009. Co-responsibility and participation in fisheries management in Mexico: lessons from Baja California Sur. *Pesca y Conservación* 1(1): 14-22.

- Pretty J, B Adams, F Berkes, S Ferreira, N Dudley, E Hunn, L Maffi, K Milton, D Rapport, P Robbins, E Sterling, S Stolton, A Tsing, E Vintinner, S Pilgrim. 2009. The intersections of biological diversity and cultural diversity: towards integration. *Conservation and Society* 7(2): 100-112. DOI: 104103/0972-4923.58642
- Reyes-Escutia F. 2018. Sur, trópico y poesía contra la colonialidad de la pobreza y el hambre. Aprendizajes desde Chiapas en el abrazo, la imaginación y el diálogo intercultural. En: Reyes-Escutia F (coord.). *Construir un NosOtros con la tierra. Voces latinoamericanas por la descolonización del pensamiento y la acción ambientales*. UNICACH / Universidad de Guadalajara/Itaca. México. pp: 173-210.
- Ruiz-Velásquez L, A Fariña, M Rojas, J Alió. 2017. Etnoictología y aspectos pesqueros de grupos humanos que habitan comunidades pesqueras del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Revista BioCiencias* 4(5): 21p. DOI: 10.15741/revbio.04.05.03
- Royero R. 1989. Contribución al conocimiento de la etnoictología Piaroa (Dearuwa). *Antropológica* 72: 61-75.
- Rosales M, J Fraga. 2018. Decision Making in the Campeche Maya Octopus fishery in two fishing communities. *Maritime Studies* 18(1): 91-101. DOI: 10.1007/s40152-018-0127-3
- Ruddle K, R Johannes (eds.). 1985. *The traditional knowledge and management of coastal systems in Asia and The Pacific*. Papers presented at a UNESCO-ROSTSEA regional seminar. Traditional Management of Coastal Systems in Asia and the Pacific, Jakarta, ID, 5-9 December 1983. 410p.
- Sáenz-Arroyo A, CM Roberts, J Torre, M Cariño-Olvera. 2005. Using fishers' anecdotes, naturalists' observations and grey literature to reassess marine species at risk: the case of the Gulf grouper in the Gulf of California, Mexico. *Fish and Fisheries* 6: 121-133. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2005.00185.x
- Seardo BM. 2016. Convention on Biological Diversity and European Landscape Convention: An alliance forbiocultural diversity? En: M Agnoletti, F Emanuelli (eds.). *Biocultural diversity in Europe*. Springer International Publishing. Switzerland. pp: 511-522. DOI: 10.1007/978-3-319-26315-1_27
- Silvano RAM, A Begossi. 2005. Local knowledge on a cosmopolitan fish: Ethnoecology of *Pomatomus saltatrix* (Pomatomidae) in Brazil and Australia. *Fisheries Research* 71: 43-59. DOI: 10.1016/j.fishres.2004.07.007
- Sharma C. 2011. Securing economic, social and cultural rights of small-scale and artisanal fisherworkers and fishing communities. *Maritime Studies* 10(2): 41-61.
- Souto FJB. 2007. Uma abordagem etnoecológica da pesca do caranguejo, *Ucides cordatus*, Linnaeus, 1763 (Decapoda: Brachyura), no manguezal do Distrito de Acupe (Santo Amaro-BA). *Biotemas* 20: 69-80.
- Stephenson J, F Berkes, NJ Turner, J Dick. 2014. Biocultural conservation of marine ecosystems: Examples from New Zealand and Canada. *Indian Journal of Traditional Knowledge* 13(2): 257-265.
- Stronghill J, M Rutherford, H Wolfgang. 2015. Conservancies in Costal British Columbia: a new approach to protected areas in the traditional territories of first nations. *Conservation and Society* 13(1): 39-50. DOI: 10.4103/0972-4923.161219
- Tello E, O Montes. 2018. Transforming fisheries in la Costa Chica of Oaxaca: fishers, socio-spatial organization, and natural resources. En: Price L, N Narchi (eds.). *Coastal Heritage and Cultural Resilience*. Springer International Publishing. EEUU. pp: 183-208. DOI: 10.1007/978-3-319-99025-5
- Thornton SA, E Setiana, K Yoyo, Dudin, Yulintine, ME Harrison, SE Page, C Upton. 2020. Towards biocultural approaches to peatland conservation: The case for fish and livelihoods in Indonesia. *Environmental Science and Policy* 114: 341-351. DOI: 10.1016/j.envsci.2020.08.018
- Toledo V. 1991. *El juego de la supervivencia: un manual para la investigación etnoecológica en Latinoamérica*. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo. México. 75p.
- Toledo V, N Barrera-Bassols. 2008. *La memoria biocultural; importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Junta de Andalucía-Icaria. España. 207p.
- Toledo V, P Alarcón-Cháires. 2012. La Etnoecología hoy: Panorama, avances y desafíos. *Etnoecológica* 9(1): 1-16.
- Toledo V, P Alarcón-Cháires. 2018. *Tópicos bioculturales, Reflexiones Sobre El Concepto de Bioculturalidad y la Defensa del Patrimonio Biocultural de México*. UNAM. México. 118p.
- WCED. 1987. *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development/Oxford University Press. UK. 400p.
- Weber J, J Reverte. 2006. La gestión de las relaciones sociedades-naturaleza: modos de apropiación y derechos de propiedad. *Revista de Geografía Agrícola* 36: 119-124.

Willette DA, G Navarrete-Forero, X Gold, AMD Lizano, L Gonzalez-Smith, G Sotil. 2021. Characterizing Industrial and Artisanal Fishing Vessel Catch Composition Using Environmental DNA and Satellite-Based Tracking Data. *Foods* 10(6): 1425. DOI: 10.3390/foods10061425.

Recibido: 24 de marzo de 2022.

Aceptado: 29 de septiembre de 2022.

Yoder L, CH Wagner, K Sullivan-Wiley, G Smith. 2022. The Promise of Collective Action for Large-Scale Commons Dilemmas: Reflections on Common-Pool-Resource Theory. *International Journal of the Commons* 16(1): 47-63. DOI: 10.5334/ijc.1163

Nota científica

Active rolling movement record of the sea cucumber *Astichopus multifidus*

Registro de movimiento activo del pepino de mar *Astichopus multifidus*

Julio Enrique De la Rosa-Castillo*, Miguel Ángel Gamboa-Álvarez**✉, Marco Antonio Ponce-Márquez*** y Jorge Alberto López-Rocha***

Abstract

An active rolling-type movement was reported in an adult specimen of the sea cucumber *Astichopus multifidus*. The observation was made in the natural environment off the port of Sisal, Yucatan, Mexico, at a depth of 9.5 m and a temperature of 27.5 °C. A 47-s video recording was obtained in which the individual is shown performing a rolling-type of movement. The specimen was bent in a U shape and repeated 11 dorsoventrally turns, with a displacement of 2.7 m in a northerly direction, which was equivalent to a displacement of 3.44 m min⁻¹. No apparent cause for active rolling was identified, but it is suggested that individuals can use different types of movement to avoid stress conditions or to make their movement to suitable areas more efficient. The record highlights that the potential for dispersal in the adult stage is greater than what has been believed for this type of species. This information could be relevant for the conservation and sustainable management of sea cucumber populations.

Keywords: Furry Sea cucumber, rolling displacement, dispersion, speed, Campeche Bank.

Resumen

Se registró un movimiento activo de tipo rodante en un ejemplar adulto del pepino de mar *Astichopus multifidus*. La observación se realizó en el medio natural frente al puerto de Sisal, Yucatán, México, a una profundidad de 9.5 m y una temperatura de 27.5 °C. Se obtuvo una grabación de video de 47 s en la que se muestra al individuo realizando un movimiento de tipo rodante. El espécimen se dobló en forma de U y repitió 11 giros dorsoventrales, con un desplazamiento de 2.7 m en dirección norte, lo que equivalía a un desplazamiento de 3.44 m min⁻¹. No se identificó ninguna causa aparente para el rodamiento activo, pero se sugiere que los individuos pueden efectuar diferentes tipos de movimiento para evitar las condiciones de estrés o para hacer más eficiente su desplazamiento a las zonas adecuadas. El registro pone de manifiesto que el potencial de dispersión en la fase adulta es mayor de lo que se creía para este tipo de especies. Esta información podría ser relevante para la conservación y la gestión sostenible de las poblaciones de pepinos de mar.

Palabras clave: Pepino de mar peludo, desplazamiento rotativo, dispersión, velocidad, Banco de Campeche

Introduction

Sea cucumbers are distributed in practically all the oceans of the planet and around 1 400 species

have been described (Pawson 2007). They have generally been considered sedentary organisms with limited mobility (Birkeland 1989, Graham & Battaglene 2004). However, the study of the ability of certain benthic sea cucumbers to execute relatively fast movements has begun to have greater relevance (Sun *et al.* 2018, Hamel *et al.* 2019). Various faster movements other than typical forward crawling have been described, and these include bounding (Glynn 1965), tumbling (Hamel *et al.* 2019), passive rolling (Sun *et al.* 2018), active rolling (Glynn 1965, Sun *et al.* 2018) and floating

* Instituto Tecnológico de Conkal, km 16.3, Antigua Carretera Mérida-Motul, 97345 Conkal, Yucatán, México.

** Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura, Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera de Yucalpetén, 97320, Yucatán, México. ✉ Autor responsable de la correspondencia: angel.gamboa@INAPESCA.gob.mx

*** Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 97130 Sisal, Yucatán, México.

(Hamel *et al.* 2019). Previously, researchers had considered that the main dispersal mechanism of these species is limited to a short period of time in the pelagic larval phase. However, the frequency and magnitude of these types of rapid movements in the benthic stage of juveniles and adults has changed the perception of the dispersal potential of populations, with critical implications for the global management and conservation of species of commercial and ecological importance (Hamel *et al.* 2019).

Most of the movements of sea cucumbers during their benthic phase are executed primarily to search for food (Navarro *et al.* 2013), but it has been suggested that studying the movement rates of these animals could facilitate the design of sustainable management strategies. However, most research on sea cucumber movements is to estimate their conventional displacements through forward crawling (Mercier *et al.* 2000, Purcell & Kirby 2006, Purcell *et al.* 2016), which could lead to underestimation of the dispersion potential.

Rapid movements can facilitate an expeditious adjustment to certain adverse conditions, such as stabilisation in strong currents, avoidance of stress conditions due to changes in temperature or salinity, transportation to preferential areas for feeding and reproduction (Glynn 1965; Sun *et al.* 2018) or even as a predator escape mechanism (Margolin 1976).

Astichopus multifidus (Sluiter 1910) is a member of the order Aspidochirotida, family Stichopodidae (Deichmann 1954). It is characterised by having disc-shaped tentacles and a respiratory tree. *Astichopus* is a monotypic genus from the tropical western Atlantic. It is easily recognised because it is very large and smooth, with the back and ventrum uniformly covered by hundreds of tube feet. The feet of the dorsal tube are papillate (Fig. 1) (Glynn 1965). A total length range of 29–46 cm has been recorded in Puerto Rico (Glynn 1965). On the north coast of the Yucatan Peninsula, a total wet weight range of 170.3–3, 214.6 g, a male–female sex ratio of 1:1, a reproductive peak between April and May and a first-maturity weight of 680 g have been recorded (Arteaga-Muñoz 2019).



Fig. 1. A sea cucumber *Astichopus badionotus* off the north coast of the Yucatan Peninsula, Mexico.

Glynn (1965) described different types of movement that *A. multifidus* performed in tank experiments under controlled conditions. In addition to crawling, he observed bounding (a crawling but accelerated movement) and rolling movements, which were mainly motivated by sudden changes in temperature. He observed that the rolling motion, where the body flexes into a U-shape and makes several complete turns along the animal's entire length, could last up to five min, but the animal moved little from its original position.

In this work we describe an observation in the natural environment of an adult specimen of *A. multifidus* performing an active rolling movement, but with effective displacement in one direction. This movement, faster than crawling or bounding, can imply added advantages to avoid stress conditions or make moving to suitable areas more efficient. The dynamics of sea cucumber movement types is essential for the management and conservation of these species.

Materials and methods

The study area is located at 21°22'07"N 90°14'35"W in the marine zone, off the port of Sisal, Yucatan, Mexico (Fig. 2), which is part of the extensive platform continental north of the Yucatan peninsula known as Campeche Bank. This area is characterised by a slightly steep slope (Piñeiro & Giménez 2001). It has an area of approximately 129 499 km², delimited by the isobath of 200 m and the coastline. The substrate is characterised by sediments made up of variable proportions of limestone, mud, sand, and shells, in addition to some irregularities formed by keys and coral reefs (García 1980). An element of marked influence in this region is the upwelling that occurs in the eastern portion of the slope of the platform, which favours primary production (Piñeiro & Giménez 2001).

In May 2016, during underwater SCUBA sampling conducted off the port of Sisal, Yucatan, Mexico (Fig. 2), a sea cucumber specimen of the species *A. multifidus* was inadvertently sighted exhibiting a type of rolling movement. The organism was filmed by chance when an exploratory-type dive was carried out at the site of the

sighting. It should be noted that the intentions of the dive were not to document the behaviour of sea cucumbers in the area. However, the divers, observing that the specimen had an unusual way of moving, and out of curiosity captured the event (47-s) with a GoPro Hero 8 camera while they swam one meter above the specimen.

Results

The specimen of *A. multifidus* was found at a depth of 9.5 m, 13 km northwest of the port of Sisal, Yucatan, Mexico (Fig. 2). The water temperature was 27.5 °C. The benthic cover of the sighting area was composed of two main elements: algae (brown, red, and green) and medium-to-coarse-grained sand. The approximate visibility was up to 12.0 m.

The individual exhibited a rolling-type movement in which it bent into a U-shape and repeated dorsoventrally turns. The specimen made 11 complete turns on its back. It was estimated that the specimen advanced 2.7 m in a northerly direction (320°) in a period of 47-s, which is equivalent to a displacement of 3.44 m min⁻¹ (Fig. 3). During

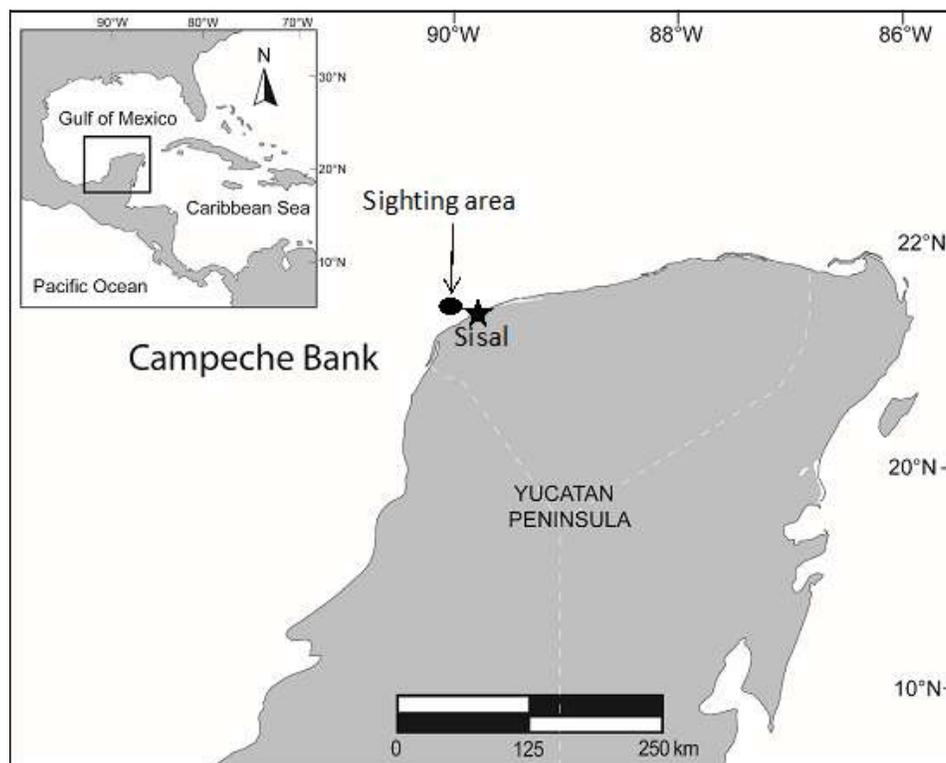


Fig. 2. Location of the sighting area off the port of Sisal, Yucatan, Mexico.

the movement, the individual made at least two obvious expulsions of water from its anal canal within a 28-s interval. The video can be viewed as supplementary material at: <https://drive.google.com/file/d/1Tl6fBqtFRFwTZFqpIVga4qJvRaXsBOc-/view?usp=sharing>.

Discussion

This record of the active rolling movement of *A. multifidus* extends what was found by Glynn (1965), who had described this behaviour, but it

for a few seconds, similar to what Glynn (1965) had reported for organisms in captivity.

There does not seem to be a clear apparent cause that the observed active rolling movement was a reaction to an adverse or dangerous situation, as a possible escape or defence mechanism. Before the active rolling movement, the individual was observed laying down there naturally on the substrate and without any apparent cause it turned on its back. It adopted the shape of a U bending its body, it made three turns on itself to one side and the other, and it immediately began the displacement by means of active rolling. Glynn (1965)

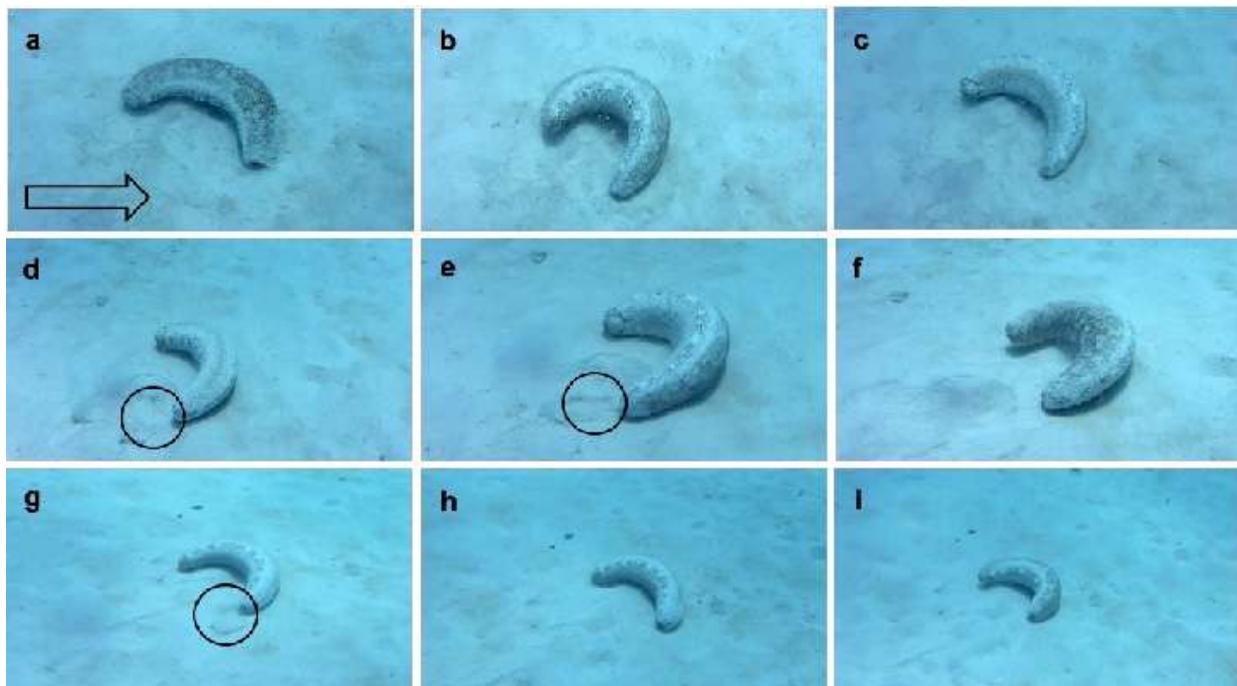


Fig. 3. Photographic sequences (a-i) of the active rolling displacement of the sea cucumber *Astichopus multifidus*. There is a gradual displacement of the individual to the right. The circles in the d, e and g photographs denote expulsion of water from the anal opening.

did not imply a displacement in a certain direction. Besides our observation in the natural environment, this type of movement has also been observed sporadically in individuals of *A. multifidus* kept in captivity in tanks at the facilities of the National Autonomous University of Mexico in Sisal, Yucatan. Due to the limited space of the tanks, the individuals that carried out this type of movement certainly did not move significantly from their place of origin and only carried out the movement

mentioned that what most efficiently provoked the displacement movements of *A. multifidus* from crawling to rolling, passing through bounding, was a sudden change in temperature. This indicates that individuals could use this accelerated movement to avoid stress conditions. In our case, if there was no apparent cause of stress, it could be suggested that individuals could intersperse different types of movement, in addition to avoiding stress conditions, to make their movement more efficient to safe areas, either for food or even for

reproduction. Although it is essential to discern whether the types of movement can only be a short-term reaction as an escape response or, on the contrary, whether it represents a movement that improves the dispersal capacity of individuals at larger scales. The limitation of having made a single movement observation is recognized. However, the need to improve the knowledge of this type of movement and its triggers through systematic observations in the natural environment and in captivity is highlighted. Among the triggers of this type of movement are an abrupt change in temperature, a high conspecific density, a decrease in salinity, an increase in water turbidity, a response to contact with starfish and a response to different flow regimes (Glynn 1965, Margolin 1976, Sun *et al.* 2018, Hamel *et al.* 2019).

The observed active rolling movement of *A. multifidus* represents a significant increase in movement speed. The crawling speed reported by Glynn (1965) was 0.15–0.25 m min⁻¹, while the observed active rolling speed in this study was 3.44 m min⁻¹. Glynn (1965) reported that rolling could last up to five min, which would mean an advance of 17.2 m compared with 1.25 m by crawling. Compared with other species and types of movement, the tumbling and passive rolling movements provide the greatest capacity for movement. These movements imply a change in the shape of the body and buoyancy, the loss of contact with the seabed and are based on the speed of the currents to be dragged, as reported for *Cucumaria frondosa* (Gunnerus 1767) and *Holothuria scabra* (Jaeger 1833), with estimated displacements between 5.58 and 55 m min⁻¹ (Sun *et al.* 2018, Hamel *et al.* 2019). *Table 1* provides a comparison of the estimated speeds for different species and types of movement. It should be noted that the estimates presented in *Table 1* come from observations and experiments of very different types and conditions, including species from the hadal zone reported by Jamieson *et al.* (2011). We have converted the originally reported units to m min⁻¹ for uniformity in the comparison.

Most of the scientific literature on sea cucumbers indicates that these animals are organisms with low mobility. Purcell & Kirby (2006); however, have shown that the dispersal range of some holothuroids can be very wide along its life cycle, even just with the crawling movement. What

really redefines the dispersal potential of juvenile and adult sea cucumbers are the movements in *C. frondosa* and *H. scabra* reported by Sun *et al.* (2018) and Hamel *et al.* (2019): they have the ability to actively modify their buoyancy, which leads them to roll or float at speeds up to 90 km day⁻¹.

The video capture of the rolling mechanism of *A. multifidus* is interesting because it adds to recent research suggesting that some sea cucumber species may be more mobile than previously suggested. In this sense, local fishermen have also reported that *Isostichopus badionotus* (Selenka 1867) a species of great commercial value in the Campeche Bank, Mexico, exhibits this type of movement and sometimes relies on bottom currents to roll. The above indicates that this type of movement, differently from crawling, may be much more common than what is currently registered.

Although *A. multifidus* is not currently of economic importance in the Campeche Bank, it should be noted that the species with the highest economic value (*I. badionotus*) was practically depleted by fishing (Gamboa-Álvarez *et al.* 2020). Moreover, there is the possibility that new sea cucumber fisheries, and even the illegal fishing prevalent in the region, could target other species of sea cucumber such as *A. multifidus*. For the conservation and population restoration of sea cucumbers, it is necessary to generate knowledge about the biology and ecology of the species, including their optimal habitats and juvenile release strategies (Blankenship & Leber 1995, Purcell & Kirby 2006, Purcell & Simutoga 2008, Ceccarelli *et al.* 2018). However, the topic of dispersal ranges for sea cucumbers is not something that is often included in research. This knowledge is a priority for the correct design of spatial management strategies, such as refuge or no-fishing zones, or for the delicate design of corrective strategies for artificial propagation, such as the translocation of wild specimens and the release of captivity juveniles (Gamboa-Álvarez *et al.* 2020, 2021). Therefore, it is necessary to continue with research on the different types of movement of sea cucumbers so as not to underestimate the dispersal capacity of individuals, a misstep that would minimise the chances of success in conservation and sustainable management measures.

Table 1
Types of movement and speeds (in $m \cdot min^{-1}$) reported for different species of holothuroids

Order	Family	Species	Movement	$m \cdot min^{-1}$	Source
Apodida	Synaptidae	<i>Leptosynapta albicans</i> (Selenka 1867)	Swimming	1	Glynn (1965)
Dendrochirotida	Cucumariidae	<i>Cucumaria frondosa</i> (Gunnerus 1767)	Active rolling	0.0033-0.0150	Sun <i>et al.</i> (2018)
Dendrochirotida	Cucumariidae	<i>C. frondosa</i>	Crawling	0.0078	Hamel <i>et al.</i> (2019)
Dendrochirotida	Cucumariidae	<i>C. frondosa</i>	Passive rolling	3-50	Sun <i>et al.</i> (2018)
Dendrochirotida	Cucumariidae	<i>C. frondosa</i>	Tumbling	5.58-55	Hamel <i>et al.</i> (2019)
Dendrochirotida	Cucumariidae	<i>Staurocucumis abyssorum</i> (Théel 1886)	Crawling	0.0021	Kaufmann & Smith (1997)
Dendrochirotida	Cucumariidae	<i>S. abyssorum</i>	Crawling	0.0030	Smith <i>et al.</i> (1993)
Elasipodida	Elpidiidae	<i>Elpidia atakama</i> Belyaev 1971	Crawling	0.0062	Jamieson <i>et al.</i> (2011)
Elasipodida	Elpidiidae	<i>Elpidia minutissima</i> Belyaev 1971	Crawling	0.0025	Smith <i>et al.</i> (1993)
Elasipodida	Elpidiidae	<i>E. minutissima</i>	Crawling	0.0020	Kaufmann & Smith (1997)
Elasipodida	Elpidiidae	<i>Peniagone vitrea</i> Théel 1882	Crawling	0.0017	Kaufmann & Smith (1997)
Elasipodida	Elpidiidae	<i>P. vitrea</i>	Crawling	0.0014	Smith <i>et al.</i> (1993)
Elasipodida	Elpidiidae	<i>Scotoplanes globosa</i> Théel 1879	Crawling	0.0027	Kaufmann & Smith (1997)
Elasipodida	Laetmogonidae	<i>Benthogone rosea</i> Koehler 1895	Crawling	0.0148	Billett (1991)
Elasipodida	Laetmogonidae	<i>Laetmogone violacea</i> Théel 1879	Crawling	0.0171	Smith <i>et al.</i> (1997)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>Actinopyga mauritiana</i> (Quoy & Gaimard 1834)	Crawling	0.0022	Graham & Battaglene (2004)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>Bohadschia argus</i> Jaeger 1833	Crawling	0.0014-0.0056	Purcell <i>et al.</i> (2016)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria arguinensis</i> Koehler & Vaney 1906	Crawling	0.0069	Siegenthaler <i>et al.</i> (2015)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>H. arguinensis</i>	Crawling	0.0056	Navarro <i>et al.</i> (2014)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria atra</i> Jaeger 1833	Crawling	0.0012	Uthicke (2001)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria fuscogilva</i> Cherbonnier 1980	Crawling	0.0014	Reichenbach (1999)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria mammata</i> Grube 1840	Crawling	0.0033-0.0102	Siegenthaler <i>et al.</i> (2017)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria mexicana</i> Ludwig 1875	Crawling	0.0032-0.0040	Hammond (1982)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria sanctori</i> Delle Chiaje 1823	Crawling	0.0076	Navarro <i>et al.</i> (2013)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria scabra</i> Jaeger 1833	Crawling	0.0003-0.0006	Mercier <i>et al.</i> (2000)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>H. scabra</i>	Floating	6	Hamel <i>et al.</i> (2019)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>H. scabra</i>	Tumbling	1.2	Hamel <i>et al.</i> (2019)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>H. scabra</i>	Crawling	0.0009	Purcell & Kirby (2006)
Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria whitmaei</i> Bell 1887	Crawling	0.0018	Shiell & Knott (2010)
Synallactida	Deimatidae	<i>Oneirophanta mutabilis</i> Théel 1879	Crawling	0.0215	Smith <i>et al.</i> (1997)
Synallactida	Deimatidae	<i>O. mutabilis</i>	Crawling	0.0141	Smith <i>et al.</i> (1993)
Synallactida	Deimatidae	<i>O. mutabilis</i>	Crawling	0.0108	Kaufmann & Smith (1997)
Synallactida	Stichopodidae	<i>Apostichopus japonicus</i> (Selenka 1867)	Crawling	0.0108-0.0173	Kwon <i>et al.</i> (2019)
Synallactida	Stichopodidae	<i>A. japonicus</i>	Crawling	0.0014	YSFRI (1991)
Synallactida	Stichopodidae	<i>Parastichopus californicus</i> (Stimpson 1857)	Crawling	0.0027	Da Silva <i>et al.</i> (1986)
Synallactida	Stichopodidae	<i>Thelenota ananas</i> (Jaeger 1833)	Crawling	0.0035-0.0063	Purcell <i>et al.</i> (2016)
Synallactida	Stichopodidae	<i>Thelenota anax</i> Clark 1921	Crawling	0.0095	Hammond <i>et al.</i> (2020)
Synallactida	Stichopodidae	<i>Stichopus herrmanni</i> Semper 1868	Crawling	0.0079	Wolfe & Byrne (2017)
Synallactida	Synallactidae	<i>Synallactes profundi</i> (Koehler & Vaney 1905)	Crawling	0.0021	Kaufmann & Smith (1997)
Synallactida	Stichopodidae	<i>Astichopus multifidus</i> (Sluiter 1910)	Active rolling	3.44	Present study
Synallactida	Stichopodidae	<i>A. multifidus</i>	Bounding	1.86	Glynn (1965)

Order	Family	Species	Movement	$m\ min^{-1}$	Source
Synallactida	Stichopodidae	<i>A. multifidus</i>	Bounding	1.49	Glynn (1965)
Synallactida	Stichopodidae	<i>A. multifidus</i>	Crawling	0.25	Glynn (1965)
Synallactida	Stichopodidae	<i>A. multifidus</i>	Crawling	0.15	Glynn (1965)
Synallactida	Stichopodidae	<i>Isostichopus badionotus</i> (Selenka 1867)	Crawling	0.0028-0.0030	Hammond (1982)
Synallactida	Stichopodidae	<i>I. badionotus</i>	Crawling	0.0004	De la Rosa-Castillo (2021)
Synallactida	Stichopodidae	<i>Stichopus chloronotus</i> Brandt 1835	Crawling	0.0040	Uthicke (2001)

Personal communication: Roman Antonio Can Perera, fisherman from the port of San Felipe, Yucatan: August 2016.

Acknowledgements

We appreciate the financial support from the National Autonomous University of Mexico (UNAM) through projects DGAPA-PAPIIT (IG300622 and IN223418). MAGA thanks the National Council of Science and Technology of Mexico (CONACYT) for the scholarship granted to carry out postgraduate studies.

References

- Arteaga-Muñoz JL. 2019. Biología reproductiva de hembras *Isostichopus badionotus* y *Astichopus multifidus* (Echinodermata: Holothuroidea) en la península de Yucatán, México Tesis Maestría en Ciencias. Coordinación General de Estudios de Posgrado, UNAM. México. 89p.
- Billett DSM. 1991. Deep-sea holothurians. In: HB Barnes, M Barnes (eds.). *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. Aberdeen University Press. UK. 29: 259-317.
- Birkeland C. 1989. The influence of echinoderms on coral-reef communities. *Echinoderm studies* 3: 1-79.
- Blankenship HL, KM Leber. 1995. A responsible approach to marine stock enhancement. *American Fisheries Society Symposium* 15: 167-175.
- Ceccarelli DM, M Logan, SW Purcell. 2018. Analysis of optimal habitat for captive release of the sea cucumber *Holothuria scabra*. *Marine Ecology Progress Series* 588: 85-100. DOI: 10.3354/meps12444
- Da Silva J, JL Cameron, PV Fankboner. 1986. Movement and orientation patterns in the commercial sea cucumber *Parastichopus californicus* (Stimpson) (Holothuroidea: Aspidochirotida). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 12(2): 133-147. DOI: 10.1080/10236248609378640
- De la Rosa-Castillo JE. 2021. Evaluación de las tasas de dispersión del pepino de mar *Isostichopus badionotus* en la costa noroeste de la península de Yucatán. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Conkal. México. 70p.
- Deichmann E. 1954. The holothurians of the Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 89(55): 381-410.
- Gamboa-Álvarez MÁ, JA López-Rocha, GR Poot-López, A Aguilar-Perera, H Villegas-Hernández. 2020. Rise and decline of the sea cucumber fishery in Campeche Bank, Mexico. *Ocean and Coastal Management* 184: 105011. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2019.105011
- Gamboa-Álvarez MÁ, GR Poot-López, MA Olvera-Novoa, A Aguilar-Perera, MA Ponce-Márquez, JA López-Rocha. 2021. Survival and growth of wild-translocated individuals and released-cultured juveniles of sea cucumber *Isostichopus badionotus* off the northern Yucatan Peninsula, Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 252: 107273. DOI: 10.1016/j.eccs.2021.107273
- García C. 1980. Caracterización general del Banco de Campeche. *Revista Cubana de Investigación Pesquera* 5(2): 1-10.
- Glynn PW. 1965. Active movements and other aspects of the biology of *Astichopus* and *Leptosynapta* (Holothuroidea). *Biology Bulletin* 129(1): 106-127.
- Graham JC, SC Battaglene. 2004. Periodic movement and sheltering behaviour of *Actinopyga mauritiana* (Holothuroidea: Aspidochirotidae) in Solomon Islands. *SPC Beche-de-mer Information Bulletins* 19: 23-31.
- Hamel JF, J Sun, BL Gianasi, EM Montgomery, EL Kenchington, B Burel, S Rowe, PD Winger, A Mercier. 2019. Active buoyancy adjustment increases dispersal potential in benthic marine animals. *Journal of Animal Ecology* 88(6): 820-832. DOI: 10.1111/1365-2656.12943
- Hammond LS. 1982. Patterns of feeding and activity in deposit-feeding holothurians and echinoids (Echinodermata) from a shallow back-reef lagoon, Discovery Bay, Jamaica. *Bulletin of Marine Science* 32(2): 549-571.

- Hammond AR, Meyers L, Purcell SW. 2020. Not so sluggish: movement and sediment turnover of the world's heaviest holothuroid, *Thelenota anax*. *Marine Biology* 167(5): 1-9. DOI: 10.1007/s00227-020-3671-5.
- Jamieson AJ, A Gebruk, T Fujii, M Solan. 2011. Functional effects of the hadal sea cucumber *Elpidia atakama* (Echinodermata: Holothuroidea, Elasipodida) reflect small-scale patterns of resource availability. *Marine Biology* 158(12): 2695-2703. DOI: 10.1007/s00227-011-1767-7
- Kaufmann RS, KL Smith. 1997. Activity patterns of mobile epibenthic megafauna at an abyssal site in the eastern North Pacific: results from a 17-month time-lapse photographic study. *Deep-Sea Research Part 1: Oceanographic Research Papers* 44: 559-579. DOI: 10.1016/S0967-0637(97)00005-8.
- Kwon I, Lee K, Kim T. 2019. Shelter material and shape preferences of the sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. *Aquaculture* 508: 206-213. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2019.05.011.
- Margolin AS. 1976. Swimming of the sea cucumber *Parastichopus californicus* (Stimpson) in response to sea stars. *Ophelia* 15: 105-114. DOI: 10.1080/00785326.1976.10425452.
- Mercier A, SC Battaglione, JF Hamel. 2000. Settlement preferences and early migration of the tropical sea cucumber *Holothuria scabra*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 249(1): 89-110. DOI: 10.1016/S0022-0981(00)00187-8.
- Navarro PG, S García-Sanz, JM Barrio, F Tuyá. 2013. Feeding and movement patterns of the sea cucumber *Holothuria sanctori*. *Marine Biology* 160(11): 2957-2966. DOI: 10.1007/s00227-013-2286-5.
- Navarro PG, S García-Sanz, F Tuyá. 2014. Contrasting displacement of the sea cucumber *Holothuria arguinensis* between adjacent nearshore habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 453: 123-130. DOI: 10.1016/j.jembe.2014.01.008.
- Pawson DL. 2007. Phylum Echinodermata. In: Zhang ZQ, W Shear (eds). *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy*. Magnolia Press. Auckland, New Zealand. Zootaxa 1668: 749-764. DOI: 10.11646/zootaxa.1668.1.2.
- Piñeiro R, E Giménez, V Moreno, R Burgos, A Betanzos. 2001. Características térmicas del Banco de Campeche. *Ciencia Pesquera* 15: 83-87.
- Purcell SW, DS Kirby. 2006. Restocking the sea cucumber *Holothuria scabra*: Sizing no take zones through individual-based movement modelling. *Fisheries Research* 80(1): 53-61. DOI: 10.1016/j.fishres.2006.03.020.
- Purcell SW, M Simutoga. 2008. Spatio-temporal and size-dependent variation in the success of releasing cultured sea cucumbers in the wild. *Reviews in Fisheries Science* 16(1-3): 204-214. DOI: 10.1080/10641260701686895.
- Purcell SW, TP Piddocke, SJ Dalton, YG Wang. 2016. Movement and growth of the coral reef holothuroids *Bohadschia argus* and *Thelenota ananas*. *Marine Ecology Progress Series* 551: 201-214. DOI: 10.3354/meps11720.
- Reichenbach N. 1999. Ecology and fishery biology of *Holothuria fuscogilva* (Echinodermata: Holothuroidea) in the Maldives, Indian Ocean. *Bulletin of Marine Science* 64(1): 103-114.
- Shiell GR, B Knott. 2010. Aggregations and temporal changes in the activity and bioturbation contribution of the sea cucumber *Holothuria whitmaei* (Echinodermata: Holothuroidea). *Marine Ecology Progress Series* 415: 127-139. DOI: 10.3354/meps08685
- Siegenthaler A, F Cánovas, M González-Wangüemert. 2015. Spatial distribution patterns and movements of *Holothuria arguinensis* in the Ria Formosa (Portugal). *Journal of Sea Research* 102: 33-40. DOI: 10.1016/j.seares.2015.04.003.
- Siegenthaler A, F Cánovas, MG Wangüemert. 2017. Outlanders in an unusual habitat: *Holothuria mammata* (Grube, 1840) behaviour on seagrass meadows from Ria Formosa (S Portugal). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 17: 1031-1038. DOI: 10.4194/1303-2712-v17_5_19.
- Smith KL, RSKaufmann, WW Wakefield. 1993. Mobile megafaunal activity monitored with a time-lapse camera in the abyssal North Pacific. *Deep-Sea Research Part 1: Oceanographic Research Papers* 40: 2307-2324. DOI: 10.1016/09670637(93)90106-D.
- Smith A, J Matthiopoulos, IG Priede. 1997. Areal coverage of the ocean floor by the deep-sea elasipodid holothurian *Oneirophanta mutabilis*: estimates using systematic, random and directional search strategy simulations *Deep-Sea Research Part 1: Oceanographic Research Papers* 44: 477-486. DOI: 10.1016/S0967-0637(96)00112-4.
- Sun J, JF Hamel, A Mercier. 2018. Influence of flow on locomotion, feeding behavior and spatial distribution of a suspension-feeding sea cucumber. *Journal of Experimental Biology* 221(20): jeb189597. DOI: 10.1242/jeb.189597.
- Uthicke S. 2001. Nutrient regeneration by abundant coral reef holothurians. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 265(2): 153-170. DOI: 10.1016/S00220981(01)00329-x.
- Wolfe K, Byrne M. 2017. Biology and ecology of the vulnerable holothuroid, *Stichopus herrmanni*, on

a high-latitude coral reef on the great barrier reef. *Coral Reefs* 36(4): 1143-1156. DOI: 10.1007/s00338-017-1606-5.

Recibido: 14 de marzo de 2022.

Aceptado: 9 de agosto de 2022.

YSFRI. 1991. Training manual on breeding and culture of scallop and sea cucumber in China Part II. Yellow Sea Fisheries Research Institute in Qingdao People's Republic of China.

Nota científica

Relación longitud-peso, rendimiento de carne cocida y proporción de sexos del caracol nolón *Strombus pugilis* en la costa de Yucatán, México

Length-weight relationship, cooked meat yield and sex ratio of the nolón conch *Strombus pugilis* in the Yucatan Coast, Mexico

Armando T. Wakida-Kusunoki✉, Cuauhtémoc Ruiz-Pineda y Vanessa Esmeralda de Fátima López-Castillo

Resumen

Los objetivos de este trabajo fueron analizar la relación de longitud- peso, el rendimiento de carne o pulpa y la proporción de sexos del caracol canelo o nolón *Strombus pugilis*. Las muestras se recolectaron en la zona de Chelem, Yucatán, durante arribazones de organismos que se dieron por la presencia de frentes fríos de diciembre de 2020 a enero de 2021. Se tomaron datos de un total de 303 individuos (159 machos y 140 hembras y cuatro de los cuales no se pudo determinar el sexo por el tamaño de los especímenes. Los valores de la relación longitud sifonal (Ls)-peso (PT) fueron, para ambos sexos de $PT = 0.001 \cdot Ls^{2.514}$, $r^2 = 0.833$ ($p < 0.01$); para hembras, $PT = 0.045 \cdot Ls^{1.702}$, $r^2 = 0.597$ ($p < 0.01$) y para machos $PT = 0.012 \cdot Ls^{1.994}$, con un valor de $r^2 = 0.578$ ($p < 0.01$). El patrón de crecimiento del caracol nolón o canelo es alométrico negativo ($b < 3$), donde el crecimiento en longitud es más rápido que el aumento de peso. El rendimiento de pulpa fue en promedio de $9.39\% \pm 1.05$ de desviación estándar (DE). El rendimiento más alto se encontró en el tamaño de 70 a 75 cm Ls, aunque no existieron diferencias significativas entre los intervalos de tallas. En cuanto a la proporción de sexos, se encontró una proporción equilibrada con una relación de 1: 1.13 ($\chi^2 = 1.33$, g.l.=1, $p \geq 0.2719$).

Palabras clave: Strombidae, relaciones morfométricas, rendimiento de carne, Golfo de México.

Abstract

This study analyzed the weight-length relationship, meat yield and sex ratio of the fighting conch *Strombus pugilis*. The samples were collected in the area of Chelem, Yucatan during arrivals of organisms that occurred due to the presence of cold fronts in December 2020 and January 2021. A total of 303 individuals (159 males and 140 females and four where the sex could not be determined) were sampled. The values of the siphonal length (Ls)- weight (PT) relationship for both sexes were $PT = 0.001 \cdot Ls^{2.514}$, $r^2 = 0.833$ ($p < 0.01$); for females $PT = 0.045 \cdot Ls^{1.702}$, $r^2 = 0.597$ ($p < 0.01$) and for males $PT = 0.012 \cdot Ls^{1.994}$, with a value of $r^2 = 0.578$ ($p < 0.01$). The growth pattern of the fighting conch is negative allometric ($b < 3$) where length growth is faster than weight gain. The meat yield is on average $9.39\% \pm 1.05$ standard deviation (DE). The highest yield was found in the length interval of 70 to 75 cm Ls, although there were no significant differences with the other length intervals. Sex ratio was found of 1: 1.13 ($\chi^2 = 1.33$, g.l.=1, $p \geq 0.2719$).

Keywords: Strombidae, morphometric relationships, yield meat, Gulf of Mexico.

Introducción

El caracol nolón *Strombus pugilis* Linnaeus 1758 se distribuye desde el sudeste de Florida y las islas Bermudas, hasta Venezuela y Brasil, incluidos América Central, el sudeste del Golfo de México,

* Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Yucalpetén. Carretera a Chelem Blvd. del Pescador s/n Puerto de Abrigo, CP 97320, Yucalpetén, Yuc. México. ✉ Autor responsable de la correspondencia: armandowakida@yahoo.com.mx.

la península de Yucatán y por todo el Caribe (Leal 2003, Rosenberg 2009).¹ En México, se le encuentra desde Veracruz hasta Quintana Roo (García-Cubas y Reguero 2004).

En la norma oficial de caracoles del Golfo de México (DOF 2016) esta especie tiene como nombre común caracol canelo, tal como se nombra en Veracruz. En Yucatán, este caracol es denominado caracol nolón.

En Yucatán, la captura de cualquier especie de caracol está prohibida y en permanente veda total para las especies de caracol en la zona marina (DOF 2018). A pesar de eso, los pescadores lo capturan de manera artesanal en periodos de bajamar en las costas, o mediante buceo autónomo en el mar donde la profundidad es de aproximadamente 10 m y el fondo es arenoso.

La normatividad nacional estableció, a partir de 2008, veda temporal en Campeche para todas las especies de caracoles del 1 de enero al 14 de marzo y del 16 de julio al 31 de diciembre de cada año. Además, desde 2016, una longitud mínima de captura de 70 mm de longitud de concha (Lc) (DOF 2016).

La relación longitud-peso (RLP) es un modelo matemático que permite estimar la talla en peso y viceversa. Su utilización es amplia en la evaluación de poblaciones pesqueras, ya que permite estimar biomasa a partir de distribuciones de frecuencia (Oliveira *et al.* 2020).

La RLP también se usa para estimar el factor de condición de los peces y es útil para comparar la salud de sus poblaciones (Froese 2006). Otro aspecto importante de la RLP es que facilita la obtención de información de tamaños en el campo, ya que con sólo una de las variables se calcula la otra, siempre y cuando se cuente con valores de las variables de esa relación provenientes de metodologías de muestreo estandarizadas.

Por lo general, los reportes de captura de las pesquerías de caracoles son confusos, ya que habitualmente se registran el peso de pulpa (eviscerado) y el peso entero, lo que genera errores al tratar de estimar la biomasa capturada; por lo tanto, es importante conocer el rendimiento del

peso de la pulpa o del peso eviscerado que se obtiene a partir de organismos completos. Por otro lado, esta información es importante para los consumidores y, como dato específico, para los procesadores de mariscos y los comercializadores (Vasconcelos *et al.* 2009).

En el presente estudio se estiman las relaciones de longitud y peso (RLP), el rendimiento de pulpa y la proporción de sexos en el caracol nolón capturado en las costas de Yucatán.

Materiales y métodos

La captura del caracol nolón, como se le conoce en Yucatán, se realiza durante todo el año, pero se incrementa en la época de frentes fríos debido a que abunda en los “nortes”, además de que las condiciones climáticas no permiten la captura de la mayoría de los recursos.

Durante las “arribazones” de caracoles del 26 de diciembre de 2020 y del 15 de enero del 2021, en la zona de Chelem, Yucatán (21° 16.706' N, 89° 42.694' O) (Fig. 1), se recolectaron 303 organismos, que fueron transportados para su análisis al laboratorio del Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera en Yucalpetén, Yucatán.

Los organismos se midieron vivos con un vernier digital (precisión de ± 0.01 mm). Se registraron en milímetros las variables morfométricas: longitud sifonal (Ls), ancho total (At), grosor de labio (gl), longitud de espiral (Le), longitud de abertura (La) y ancho de abertura (Aa). Y se pesaron con una balanza digital marca Ohaus (± 0.1 g) para registrar el peso total en gramos (Fig. 1).

Para estimar la proporción de pulpa o carne aprovechable del caracol nolón, se realizó el procedimiento tal como lo efectúan los pescadores, que consiste en cocer los organismos enteros en agua hirviendo por aproximadamente cinco minutos para que se desprenda la parte blanda y obtener la pulpa o carne. Se desechó la masa visceral junto con el opérculo, verge o pene, masa bucal y ojos, por lo que únicamente quedó la parte comestible denominada localmente como “pulpa” compuesta por el cuerpo y el pie. Una vez obtenida la pulpa, se eliminaron el agua y los fluidos corporales con ayuda de un papel secante y se registró el peso de la carne comestible (Pe).

1. Rosenberg G. 2009. Malacolog 4.1.1: A Database of Western Atlantic Marine Mollusca. [WWW database (version 4.1.1)] URL <http://www.malacolog.org/>.

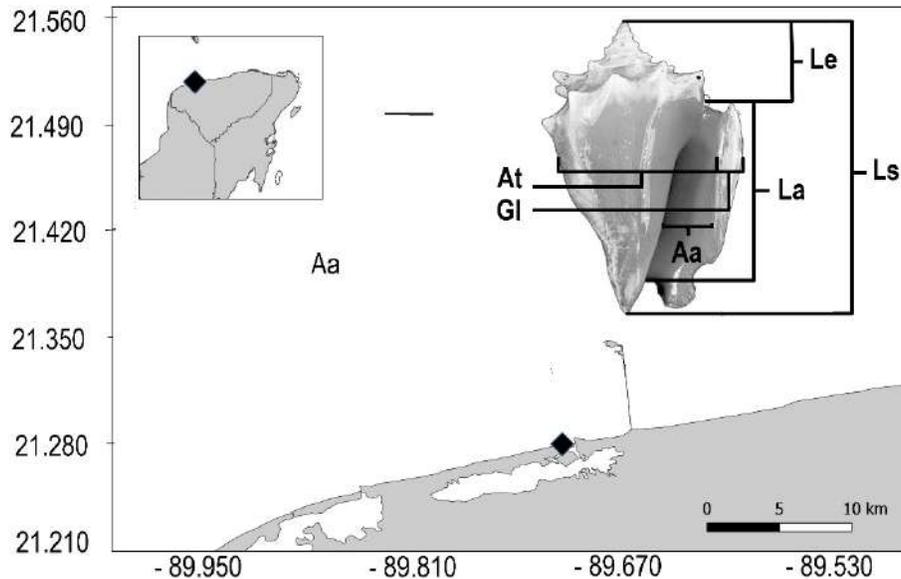


Fig. 1. Lugar de colecta de los caracoles nolón (indicada por el rombo) y esquema de las medidas tomadas a los organismos. Longitud sifonal (Ls), ancho total (At), grosor de labio (Gl), longitud de espiral (Le), longitud de apertura (La) y ancho de apertura (Aa).

La determinación de sexos fue mediante la identificación del órgano reproductor masculino verge.

Los parámetros de la RPL se calcularon y analizaron con el software MS Excel. La relación longitud - peso fue estimada como (Le Cren 1951):

$$PT = a Ls^b \quad \text{Ec. 1}$$

Donde: PT es el peso total del caracol (g), Ls es la longitud sifonal de la concha (mm), a es la intersección y b es el coeficiente de alometría del ajuste al modelo potencial. Estas relaciones se efectuaron por sexo y en conjunto de ambos sexos. Para confirmar si los coeficientes de alometría (b) obtenidos en las regresiones lineales eran significativamente diferentes al valor de isometría (3) se realizó una prueba *t-Student* (Sokal y Rohlf 1987, Zar 1996) utilizando el siguiente estadístico:

$$t = (b-\beta)/s \quad \text{Ec. 2}$$

donde: t es *t de Student*, b es el coeficiente de alometría, β es la pendiente de referencia (3) y s el error estándar. La hipótesis estadística para contrastar fue: $H_0: b = 3$ (crecimiento isométrico). $H_a: b \neq 3$ (crecimiento alométrico).

Los valores menores y mayores a 3 indican un crecimiento alométrico negativo y positivo,

respectivamente, lo que indica que un organismo no cambia mucho sus proporciones con el crecimiento (Pauly 1984).

Para estimar el porcentaje del peso de la carne o pulpa con respecto al peso total se usó la siguiente ecuación de acuerdo con Vasconcelos *et al.* (2009):

$$\text{Rend} = (Pe/PT) \cdot 100 \quad \text{Ec. 3}$$

donde: Rend es rendimiento de carne, Pe es el peso comestible y Pt es el peso total.

Para comprobar si esta variable se distribuye normalmente, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Zar 1996); comprobado esto, se aplicó un análisis de varianza de una vía para determinar si había diferencias del rendimiento por intervalo de tallas.

Se calculó la proporción de sexos macho:hembra; asimismo, se efectuó la prueba de χ^2 para comprobar si la proporción de sexos era estadísticamente diferente a la proporción 1 : 1.

Resultados

En la *tabla 1* se presentan los valores de las diferentes variables morfométricas registradas.

Tabla 1
Resumen de los valores de las variables morfométricas registradas

Variable	Mínimo	Máximo	Media	DE
Longitud sifonal (mm)	33.0	93.5	81.05	6.17
Ancho total (mm)	19.0	62.0	48.02	4.15
Grosor de labio (mm)	0.5	7.0	3.73	1.22
Longitud de espiral (mm)	10.0	32.5	20.45	3.20
Longitud de abertura (mm)	22.0	66.0	54.74	4.87
Ancho de apertura (mm)	6.0	23.5	16.73	2.24
Peso total (g)	6.4	106.1	78.79	12.07
Peso pulpa (g)	0.7	23.0	15.07	3.24
Peso eviscerado (g)	0.4	11.0	6.82	1.51

DE = Desviación estándar.

Los resultados de la relación longitud - peso se muestran en la *tabla 2*; de acuerdo con éstos, el patrón de crecimiento del caracol nolón es alométrico negativo ($b < 3$), donde el crecimiento en longitud es más rápido que el aumento de peso.

Tabla 2
Parámetros de la relación exponencial longitud y peso total del caracol nolón

Organismos	Crecimiento						
	a	b	r ²	n	t	p	
Todos	0.001	2.514	0.883	303	5.56	<0.01	-A
Machos	0.012	1.994	0.578	159	16.9	<0.01	-A
Hembras	0.045	1.702	0.597	140	13.02	<0.01	-A

El rendimiento porcentual promedio fue de 9.39% ± 1.05 DE. Los datos se distribuyeron normalmente (KS = 0.0130, g.l. = 178, p < 0.05). Al analizar el rendimiento de los diferentes intervalos de talla (o clases), los resultados muestran que no existen diferencias significativas (p < 0.05) entre intervalos de talla (Fig. 2).

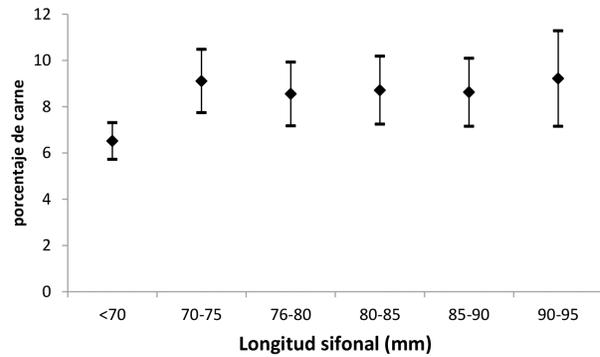


Fig. 2. Rendimiento de carne o pulpa por intervalo de longitud del caracol nolón (±DE).

En cuanto a proporción de sexos (H:M), se analizaron 303 organismos, de los cuales 140 fueron hembras, 159 machos y cuatro de los cuales no fue posible determinar su sexo. La proporción encontrada fue de 1 : 1.13, lo que muestra una ligera predominancia de machos, aunque el análisis de χ^2 muestra que no existieron diferencias entre una proporción de 1 : 1 ($\chi^2 = 1.33$, g.l. = 1, p ≥ 0.2719).

Discusión

El análisis del patrón de crecimiento usado para los organismos recolectados del caracol nolón nos presentó un crecimiento alométrico negativo, es decir, que su longitud se incrementa más rápidamente que su ganancia de peso.

El valor del coeficiente de alometría (b) puede ser afectado por diferentes condiciones, como lo son: la diferencia en tamaños de las muestras, intervalos de tallas de especímenes, diferencias genéticas entre grupos de especies y condiciones ambientales locales (Froese 2006), además de otras variables como la alimentación y el desarrollo gonádico de los organismos (Ochoa-Ubilla *et al.* 2016). El desarrollo gonadal tiene como resultado una rápida ganancia de peso (Syamsi *et al.* 2019).

Los organismos utilizados en este análisis fueron obtenidos en diciembre y enero, meses en que *S. pugilis* presenta su desarrollo gonadal más bajo y la mayoría de la población está en reposo gonadal (DOF 2014). Por lo tanto, el bajo valor de b podría ser debido a que los organismos presentaron menos peso debido al poco desarrollo de sus gónadas.

Otro aspecto importante de la información analizada es que no se obtuvieron muchos organismos menores a 70 mm Lt, lo que tuvo como resultado que las pendientes por sexo fueran menores a 3. Syamsi *et al.* (2019) encontraron para una especie del mismo género, resultados similares, con valores menores a 3, y mencionaron el efecto del desarrollo gonádico en el valor de b.

La comparación de rendimiento de pulpa de otros gasterópodos marinos muestra que el rendimiento obtenido para el caracol nolón es el más bajo (Tabla 3), debido a que sus pesos fueron en crudo y, en este estudio, los organismos fueron previamente cocidos. El cocimiento de una

proteína provoca la disminución de peso del producto (Weight Watcher 2021).²

La proporción de sexos (H:M) que se encontró, muy cercana a 1:1, es equilibrada, lo que nos indica que, posiblemente, para el momento de la colecta de organismos no existían movimientos diferenciales por sexo, como producto de reproducción. Vasconcelos *et al.* (2009) mencionan que, en gasterópodos, los desbalances en la proporción de sexos se puede deber a las épocas de reproducción

2. Weight Watcher. 2021. Food O&A: Meat shrinkage. <https://www.weightwatchers.com/us/blog/food/raw-to-cooked-meat-conversion>

Tabla 3

Comparación de rendimiento (% PT) de carne o pulpa de diferentes especies de gasterópodos. Estado: se refiere al estado en que estaba la carne al ser pesado. Cr = crudo y Coc = cocido; la sección de la carne se refiere si fue la parte comestible (pie) = Cm, o si fue el total de la parte blanda (pie, vísceras) = PB, H=hembras, M=machos

Familia	Especies	Rendimiento de carne	Estado y sección de la carne	Zona o país	Referencia
Buccinidae	<i>Buccinum undatum</i> Linnaeus 1758	16.1+3.5	Cr Cm	Nueva Escocia Canadá	Kenchington y Glass (1998)
	<i>B. undatum</i>	20	Coc Cm	Canadá	Favier <i>et al.</i> (1995)
	Busyconidae	<i>Busycon carica</i> (Gmelin 1791)	15-30	Cr Cm	Cheaspeake Bay, Virginia EU
<i>Busycon canaliculatum</i> (Linnaeus 1758)		25-30 13-17	Cr Cm	Cheaspeake Bay, Virginia EU	DiCosimo (1986)
<i>Busycon contrarium</i> (Conrad 1840)		20-31	Cr, Cm	Cheaspeake Bay, Virginia EU	DiCosimo (1986)
Muricidae		<i>Bolinus brandaris</i> (Linnaeus 1758)	37.9±4.6	Cr Pb	Río Formosa, Portugal
		42.5	Cr Pb	Bahía de Piran, Eslovenia	Dalla Via y Tappeiner (1981)
	<i>Chicoreus Ramosus</i> (Linnaeus 1758)	≈50	ND	Golfo de Mannar India	Raghunathan <i>et al.</i> (1992)
	<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus 1758)	33.6	Cr Pb	Bahía de Piran Eslovenia, Mar Adriático	Dalla Via y Tappeiner (1981)
		33.3 (31.6-37.6)	Cr Pb	Pathos, Chipre	Alyakrinskaya (2005)
		37.9±4.6 (22.5-59.7)	Cr Pb	Ria Formosa Portugal.	Vasconcelos <i>et al.</i> (2009)
	<i>Pinaxia coronate</i> A. Adams 1853	16.3 (11.9-19.5)	Cr Pb	Estuario Cross River, Nigeria.	Udoh y Abiaobo (2014)
	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes 1846)	19.24±0.16 (18.34-20.62)	Cr Pb	Este del Mar Negro. Turquía	Koral y Kiran (2017)
	14.96-23.11	Cr Cm	Este del Mar Negro. Turquía	Sahin (2007)	

Familia	Especies	Rendimiento de carne	Estado y sección de la carne	Zona o país	Referencia
Nassariidae	<i>Tritia reticulata</i> (Linnaeus 1758)	25.13±1.5	Cr Cm	San Benedetto del Tronto, Italia	Felici <i>et al.</i> (2020)
	<i>Nassarius mutabilis</i> (Linnaeus 1758)	48.59±1.6	Cr Cm	San Benedetto del Tronto, Italia	Felici <i>et al.</i> (2020)
Strombidae	<i>Aliger gigas</i> (Linnaeus 1758)	12	Cr Cm	Los Roques, Venezuela y St. Croix, Islas Vírgenes de EU	Berg (1976)
	<i>Strombus pugilis</i> (Linnaeus 1758)	9.39±1.05	Cm	Yucatán, México	Este estudio
Turbininae	<i>Lunella undulata</i> ([Lightfoot] 1786)	H 16-28	Cr	Nueva Gales del Sur,	Roslizawati <i>et al.</i> (2018)
		M 20-28	Cm	Australia	

o desove. En *Aliger gigas* (Linnaeus 1758) se ha encontrado una relación muy equilibrada entre sexos, en adultos, pero favoreciendo a las hembras cuando son juveniles (Horsford *et al.* 2011).³

La condición ideal de la proporción de sexos de los caracoles puede beneficiar al proceso de desove de forma óptima en la naturaleza e incrementar la población (Syamsi *et al.* 2019).

En otros gasterópodos se ha registrado una proporción más alta de hembras (DiCosimo 1986, Syamsi *et al.* 2019), aunque se ha encontrado que tal proporción en gasterópodos no significa mayor producción de huevos (Gillete y Shawl 2006).

Conclusiones

- Los valores de la relación longitud-peso fueron para ambos sexos de $Pt = 0.001 \cdot Ls^{2.514}$, $r^2 = 0.833$, ($p < 0.01$); para hembras, $W = 0.045 \cdot Ls^{1.702}$, $r^2 = 0.597$ ($p < 0.01$) y para machos, $W = 0.012 \cdot Ls^{1.994}$, con valor de $r^2 = 0.578$ ($p < 0.01$).
- El rendimiento promedio de pulpa fue de $9.39\% \pm 1.05$ DE.
- No existieron diferencias significativas en los rendimientos de pulpa en los diferentes intervalos de tallas.
- Se encontró que la proporción de sexos fue de 1 : 1.13, que no resultó estadísticamente diferente a una proporción de 1 : 1 ($\chi^2 = 1.33$, g.l. = 1, $p \geq 0.2719$).

3. Horsford I, M Ishida, G Looby, M Archibald, H Simon, T Edwards, P Lovell, P James, J Webber, C Appleton. 2011. Proceedings of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute October 31 - November 5, 2011 Puerto Morelos, Mexico.

Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo. A los revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias a este manuscrito.

Literatura citada

- Alyakrinskaya IO. 2005. Functional significance and weight properties of the shell in some mollusks. *Biology Bulletin* 32: 397-418. DOI: 10.1007/s10525-005-0118-y
- Berg CJ. 1976. Growth of the queen conch *Strombus gigas*, with a discussion of the practicality of its mariculture. *Marine Biology* 34(3): 191-199. DOI: 10.1007/bf00388795
- Dalla Via GJ, U Tappeiner. 1981. Morphological and functional correlates with distribution of *Murex trunculus* L. and *Murex brandaris* L. (Mollusca, Gastropoda) in the northern Adriatic. *Bollettino di Zoologia* 48: 191-195. DOI: 10.1080/11250008109439333
- DiCosimo J. 1986. Biological review and commercial whelk fisheries analysis of *Busycon carica* with comments on *B. canaliculatum* and *B. contrarium* in Virginia. Thesis Masters and Projects. Paper 1539617563. DOI: 10.25773/v5-1bwk-4m30
- DOF. 2014. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de las especies de caracol pateburro o tomburro (*Turbinella angulata*); sacabocado o lix (*Busycon perversum*); rojo o chacpel (*Pleuroploca gigantea*); campechana (*Fasciolaria tulipa*); blanco o lanceta (*Strombus costatus*); canelo o boxeador (*Strombus pugilis*); molón o nolón (*Melongena melongena*) y chivita o nolóncito (*Melogenia corona bispinosa*) del litoral

- del estado de Campeche. *Diario Oficial de la Federación*. México. 25 de marzo de 2014.
- DOF. 2016. Norma Oficial Mexicana NOM-013-SAG/PESC-2016, para regular el aprovechamiento de las especies de caracol en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y mar Caribe. México. *Diario Oficial de la Federación*. México. 19 de agosto de 2016.
- DOF. 2018. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. México. *Diario Oficial de la Federación*. México. 11 de junio de 2018.
- Favier JC, J Ireland-Ripert, C Toque, M Feinberg. 1995. *Répertoire général des aliments-Table de composition (Régal French Food Composition Table)*. INRA Editions. CNEVA-CIQUAL, Technique et Documentation-Lavoisier. París, Francia. 897p.
- Felici A, N Bilandžić, GE Magi, N Iaffaldano, E Fiordelmondo, G Doti, A Roncarati. 2020. Evaluation of Long Sea Snail *Hinia reticulata* (Gastropod) from the Middle Adriatic Sea as a possible alternative for human consumption. *Foods* 9(7): 905. DOI: 10.1007/foods9070905
- Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis, and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22: 241-253.
- García-Cubas A, M Reguero. 2004. *Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 168p.
- Gillette P, A Shawl. 2006. Effects of diet and sex ration on the reproductive output of the Florida fighting conch, *Strombus alatus*. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 57: 947-954.
- Kenchington E, A Glass. 1998. Local adaptation and sexual dimorphism in the waved whelk (*Buccinum undatum*) in Atlantic Nova Scotia with applications to fisheries management. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 2237: 1-3.
- Koral S, A Kiran. 2017. Seasonal variation of meat yield and nutritional composition of sea snail (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) captured from Eastern Black Sea region. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 34(1): 47-56. DOI: 10.12714/egejfas.2017.34.1.07
- Le Cren CD. 1951. Length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20: 201-219.
- Leal JH. 2003. Gastropods. In: KE Carpenter (ed.). *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication 5: 99-147.
- Ochoa-Ubilla BY, KX 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. *Ciencias Ambientales* 9(2): 19-27.
- Oliveira, MSB, LMA Silva, L Prestes, M Tavares-Dias. 2020. Length-weight relationship and condition factor for twelve fish species from the Igarapé Fortaleza basin, a small tributary of the Amazonas River estuary. *Acta Amazonica* 50: 8-11.
- Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. *Studies and Reviews* 8. International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Makati City, Manila. 325p.
- Raghunathan C, JK Patterson Edward, K Ayyakkannu. 1992. Utilization of the non-edible meat of the gastropods *Chicoreus ramosus* and *Fasciolaria trapezium* as a supplementary diet for penaeid prawn *Penaeus indicus*. *Phuket Marine Biological Center Special publication* 11: 9-15.
- Roslizawati Ab Lah, D Bucher, D Savins, A Dowell, K Benkendorff. 2018. Temporal variation in condition index and meat quality of *Lunella undulata* (Turbinidae), in relation to the reproductive cycle. *Molluscan Research* 39(2): 122-139. DOI: 10.1080/13235818.2018.1514241
- Sahin T. 2007. Investigations on some biological characteristics of sea snail *Rapana venosa* (Val. 1846) population in the Eastern Black Sea. *Turkish Journal of Zoology* 21: 461-466.
- Sokal RR, FJ Rohlf. 1987. *Introduction to Biostatistics*. 2nd edition. Freeman, New York, EEUU. 363p.
- Syamsi FN, R Ramses. 2019. Length-weight relationship, growth patterns and sex ratio of dog conch *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 in the waters of Kota Batam Ramses. *Omni Akuatika* 9(2): 19-27.
- Vasconcelos P, MB Gaspar, M Castro, ML Nunes. 2009. Influence of growth and reproductive cycle on the meat yield and proximate composition of *Hexaplex trunculus* (Gastropoda: Muricidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89: 1223-1231.
- Udoh JP, NO Abiaobo. 2014. Condition index, meat yield and population structure of the marine gastropod, *Thais coronata*, off Cross River

Estuary, Nigeria. *Advances in Life Science and Technology* 23: 24-32.

Zar JH. 1996. *Biostatistical analysis*. 3rd edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, EEUU. 960p.

Recibido: 25 de octubre de 2021

Aceptado: 14 de marzo de 2022

Aviso de arribo

El sector productivo no escapa a la digitalización: la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la pesca en pequeña escala

The productive sector does not escape digitization: The incorporation of information and communication technologies (ICTs) in Small-scale fisheries

Gabriela Alejandra Cuevas-Gómez*✉, Stuart Roger Fulton*, Kenya Atenas Lizárraga-Morales*, Rebeca Fernández-Chávez*, Álvaro Mejía** y Andrea García**

Resumen

A pesar de las limitaciones en el sector pesquero para el acceso y el uso de las TIC, se hace amplio uso de la tecnología en sus actividades. Hay que considerar que las TIC tienen potencial para mejorar la vida de los actores de la pesca y pueden influir gracias al suministro de información y servicios financieros. Pero se debe conocer la realidad que enfrentan día con día los pescadores y las pescadoras con respecto a las TIC para atender las necesidades y brindar herramientas aptas para su contexto. En el presente estudio se describen los usos y hábitos en materia de consumo de medios y dispositivos, así como su acceso a internet. Se realizaron 600 entrevistas por vía telefónica y cara a cara entre el 4 y el 23 de agosto de 2021. De las personas entrevistadas, 69% cuenta con un dispositivo móvil y 31% no. Las respuestas más frecuentes acerca del uso de la internet incluyeron asuntos relacionados con el trabajo, estar en contacto con la familia o amigos y revisar el pronóstico del tiempo. Las redes sociales más utilizadas por el sector fueron Facebook, WhatsApp y YouTube. El sector ha demostrado capacidad para incorporar herramientas tecnológicas y comprende la urgencia de su buen uso para no rezagarse en ese aspecto. Para alcanzar una transformación digital inclusiva, resiliente y basada en los derechos humanos, se necesita de todos los actores involucrados en el sector.

Palabras clave: Dispositivo móvil, internet, innovación, brecha digital, PescaData

Abstract

Despite the limitations in the fishing sector for the access and use of ICT, there is extensive use of technology in its activities. It must be considered that ICTs have the potential to improve the lives of fishers and can influence them through the provision of information and financial services. But we must know the reality that fishers face every day with ICTs, to know their needs and provide tools suitable for their context. This study describes the uses and habits regarding the consumption of digital media and devices, and their access to the Internet. 600 interviews were conducted via telephone and face-to-face from August 4 to 23, 2021. Of the people interviewed, 69% have a mobile device and 31% don't. The most frequent answers about the use of the Internet were for matters related to work, being in contact with family or friends, and checking the weather forecast. The social networks most used by the sector were Facebook, WhatsApp and YouTube. The sector has demonstrated the ability to adapt in the technological aspect and understands the urgency of the proper use of technology so as not to be left behind. To achieve an inclusive, resilient and human rights-based digital transformation, all the actors involved in the sector are needed.

Keys words: Mobile device, internet, innovation, digital divide, PescaData

* Comunidad y Biodiversidad, A. C. Calle Isla del Peruano núm. 215 Col. Lomas de Miramar, Guaymas, Sonora, 85448 México. ✉ Autor responsable de la correspondencia: gcuevas@cobi.org.mx

** LEXIA Insights and Solutions. Adolfo Prieto núm. 605, Col. del Valle. Benito Juárez, Ciudad de México 03100, México.

Introducción

La revolución tecnológica y el crecimiento de la internet han puesto en evidencia que la red ha pasado a ser parte de nuestras vidas. Su crecimiento y su expansión le facilitaron llegar a millones de usuarios. Esta rapidez de penetración permitió alcanzar 50 millones de usuarios en cinco años, algo que le costó 13 años a la televisión, 10 años a la TV por cable, 38 años a la radio y más de 70 años al teléfono (Ayala y Gonzales 2015). Hoy, las telecomunicaciones se han convertido en el sector más dinámico de la economía mundial, impulsadas por la aparición de la internet. Los ciudadanos y las empresas tienen una capacidad de conexión y comunicación nunca antes soñada (Ayala y Gonzales 2015). Las telecomunicaciones ya no son un mero instrumento auxiliar de la actividad económica, son el motor de la nueva economía que se desarrolla en el planeta (Yezer'ska 2003). La internet representa una nueva forma de organización de la producción, pero también en la organización de los servicios, de los gobiernos, de actividades sociales, como la educación, la salud, entre otros (Ayala y Gonzales 2015).

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se definen como herramientas y procesos para acceder, recuperar, guardar, organizar, manipular, producir, intercambiar y presentar información por medios electrónicos (Sunkel 2006). El uso de las TIC, como el teléfono móvil o la computadora, y los servicios de telecomunicaciones (internet fijo o telefonía móvil), se han convertido en parte de la vida diaria de gran porcentaje de la población en el mundo. Las TIC desempeñan un papel elemental en la economía y la sociedad de los países en desarrollo, conectan a las personas, generan más comercio e incrementan el acceso a la información y el conocimiento (Martínez-Domínguez 2018).

Las TIC se conciben como el universo de dos conjuntos, representados por las tradicionales tecnologías de la comunicación, constituidas principalmente por la radio, la televisión y la telefonía convencional, así como por las tecnologías de la información caracterizadas por la digitalización de las tecnologías de registros de contenidos. La anterior conceptualización no sólo incluye las tecnologías modernas, sino también los medios de comunicación social convencionales. Desde esta

perspectiva, es más factible considerar los contextos rurales, ya que en muchos de ellos aún dominan esos medios tradicionales de comunicación, y sólo se han podido incorporar las TIC más recientes de forma paulatina (Sánchez-Duarte 2008).

Contexto en México

En la última década, la adopción de tecnologías digitales para la vida cotidiana ha trascendido fronteras geográficas y grupos sociales, tal ha sido el caso del teléfono celular que ha transformado su función original de comunicación para convertirse en un artefacto multifuncional que integra llamadas, mensajes y contenido multimedia. Como resultado de la disminución en los precios de los dispositivos, se ha incentivado el crecimiento de la telefonía móvil a escala mundial (ITU 2017, OCDE 2017). Aunque hay que mencionar que existe una importante brecha de conocimiento de los factores de acceso a las TIC de la población y de los tipos de TIC a los que tienen acceso, en especial en grupos vulnerables pertenecientes a los países en desarrollo. Los Estados e instrumentadores de proyectos y de políticas de desarrollo deben comprender los tipos de TIC a los que tienen acceso y los factores que influyen en la adopción de éstas, para determinar formas apropiadas de proporcionar servicios de información rentables a las personas (Alam *et al.* 2019).

En el caso de México, de acuerdo con datos de la ENDUTIH,¹ 39% de la proporción de hogares en el país no cuenta con conexión a internet (INEGI 2020).² En 2020, 72% de la población era usuaria de internet y 75.5% usuaria de teléfonos celulares. De los usuarios de teléfono celular, 92% cuenta con un equipo inteligente (*smartphone*). Es importante mencionar que 78% de la población urbana es usuaria de internet, en contraste con 50% de la población de zonas rurales (ENDUTIH 2020).³ Para 2022, 95% de la población mexicana accede a internet por teléfonos móviles, 90% por *smartphone* y 78% por *laptop* o computadoras de escritorio. Las razones principales

1. Encuesta realizada por el INEGI anualmente desde el 2015, que contiene información sobre características demográficas, económicas, sociales y aspectos relacionados con la disponibilidad y uso de las TIC.
2. <https://www.inegi.org.mx/temas/ticshogares/>
3. ENDUTIH. 2020. Comunicado de prensa. Núm. 252/21.

para usar la internet incluyen encontrar información (75%), buscar cómo hacer las cosas (72%) y mantenerse en contacto con amigos y familia (70%). De los usuarios, 78% es activo en medios sociales y 99% de la población accede a ellos por vía móvil. Las plataformas de redes sociales⁴ con mayor uso son WhatsApp (94%), Facebook (93%) y Facebook Messenger (81%). Entre las razones para usar redes sociales están mantener contacto con amigos y familia, leer noticias y encontrar contenido (DataReportal 2022).⁵

Las cifras anteriores reflejan que existen grupos de personas con un rezago en el acceso y el uso de estas tecnologías. La literatura existente sobre la penetración de las TIC en los hogares de los países en desarrollo, y en especial los latinoamericanos, aún está en las primeras etapas (Martínez-Domínguez 2018). Además, dada la expansión de la tasa de usuarios de teléfonos inteligentes, se ha sugerido que la internet móvil puede contribuir a reducir la brecha digital, en particular en zonas rurales donde la infraestructura de banda ancha fija es limitada o no está disponible (Srinuan y Bohlin 2013, Mothobi y Grzybowski 2017). Por ello, es fundamental analizar los determinantes de la disponibilidad y el uso de TIC por parte de la población vulnerable, rural o de diferentes sectores, considerando características demográficas, sociales y económicas (Rivoir y Morales 2019). Otras problemáticas que los estudios de las TIC en contextos rurales han identificado son la falta de competencias digitales que obstaculizan el aprovechamiento de las TIC, pues a mayor nivel educativo, mayor posibilidad de adquirir habilidades digitales y obtener beneficios (Crovi-Drueta 2008, Borrero 2016).

Brecha digital

La solución es utilizar la tecnología para generar más ingresos para los hogares y las comunidades al proporcionar un mejor acceso a mercados formales más remunerativos. Pero las comunidades pobres son más difíciles de alcanzar. En este caso

las barreras no son tecnológicas sino económicas y sociales (UNCTAD 2021).

La expresión “brecha digital” se refiere a la diferencia entre individuos, hogares, empresas y áreas geográficas en diversos estratos socioeconómicos, con respecto tanto a sus oportunidades de acceder a las TIC como a su uso de la internet en una amplia variedad de actividades. La brecha digital refleja varias inequidades entre los países y dentro de ellos. El acceso a las infraestructuras básicas de telecomunicaciones es fundamental para cualquier consideración del tema, ya que precede y está más disponible que el acceso y uso de la internet (OECD 2001).

Se han identificado tres principales ámbitos de brecha digital: acceso, uso y apropiación de TIC por individuos y organizaciones (públicas o privadas), que retrasan el aprovechamiento de estas tecnologías (Gómez-Navarro *et al.* 2018).

Hay un conjunto de factores que plantean barreras a la expansión de la conectividad y su llegada a los territorios más alejados y dispersos. En la actualidad, la mitad de los países de América Latina y el Caribe (ALC) cuenta con mediciones para conectividad, aunque aún existe un gran sesgo, ya que en ocasiones los datos de estadísticas oficiales no capturan la información relacionada con la conectividad diferenciando entre áreas urbanas o rurales (IICA *et al.* 2020).

En relación con las dificultades de acceso y adopción de TIC en zonas rurales se argumentan factores como la infraestructura (problemas en la instalación por el estado de la infraestructura, falta de electricidad, condiciones de las rutas, elevados costos de inversión y menor costo-efectividad para las compañías operadoras, escasez de estímulos que alienten las inversiones en el ámbito rural, inaccesibilidad a los territorios más alejados, ya sea por su geografía o por situaciones de violencia en la región, entre otros), características y habilidades digitales de la población (habilidades, capacidades y experiencia que tienen los usuarios hacia las TIC, que les permiten no sólo utilizar las tecnologías, sino también obtener los beneficios que se espera al emplearlas) e institucionales (marco regulatorio, incentivos a la inversión privada, capacidad del Estado, concentración de empresas, falta de mapas de infraestructuras con la información de las redes de telecomunicaciones que permitan identificar áreas sin cobertura

4. Incluye plataformas de videos y de aplicaciones móviles.

5. DataReportal. 2022. Digital 2022 México. Consultado: <https://www.slideshare.net/DataReportal/digital-2022-mexico-february-2022-v02>

y con potencialidad para ser conectadas con rapidez, etcétera) (Barrantes *et al.* 2020).

Otra de las barreras es la dificultad de asequibilidad para el acceso a los dispositivos y mayores costos del servicio de telefonía móvil e internet para los habitantes de los espacios rurales (Barrantes *et al.* 2020). Por otro lado, las mujeres representan un grupo con una agregación de brechas. Según la GSMA (por su nombre en inglés, Global System for Mobile Communications), y con base en un estudio de cinco países de ALC (Argentina, Brasil, República Dominicana, Guatemala y México), 86% de las mujeres posee telefonía móvil y 31 millones aún están desconectadas. Pese a que no hay datos específicos para el sector rural para la totalidad de la región, existen estimaciones que plantean que ser mujer, habitar en áreas rurales, ser analfabeta, tener baja escolaridad y ser mayor de 45 años son los rasgos mayormente asociados a la desconexión (IICA *et al.* 2020).

No obstante, aun en zonas rurales donde sí se cuenta con infraestructura de telecomunicaciones, hay personas que no emplean las TIC o no las aprovechan a cabalidad. Esto puede explicarse por la falta de conocimiento y de habilidades digitales suficientes para obtener los beneficios potenciales que ofrecen el acceso y el uso de estas tecnologías. Se estipula que la incidencia de la pobreza digital rural en cuanto a factores de habilidades digitales es mayor mientras se tiene más edad y menor nivel educativo (Barrantes *et al.* 2020).

Las TIC desde la perspectiva pesquera

La internet y las tecnologías digitales han influido en la mayoría de los campos de la actividad humana actual, y la pesca en pequeña escala no es una excepción. Sin embargo, el sector pesquero presenta algunas barreras para el uso de la tecnología, incluidos la falta de disponibilidad de la internet en el mar, el acceso limitado a las fuentes de energía durante los viajes de pesca y, en algunos casos, un nivel educativo relativamente bajo entre los usuarios. A pesar de estas limitaciones, los pescadores emplean la tecnología de formas

interesantes.⁶ Las comunidades pesqueras usan varios equipos y tecnología como apoyo en las operaciones de pesca, como el sonar, la ecosonda, el sistema de posicionamiento global (GPS), radares, teléfonos móviles y dispositivos inalámbricos (Hassan *et al.* 2011). El uso de teléfonos móviles básicos se aceleró con el cambio de milenio, lo que puede atribuirse a la proliferación de teléfonos inteligentes más pequeños y económicos y al desarrollo de aplicaciones en las plataformas móviles Android e iOS. El uso de estos dispositivos es para la comunicación por medio de llamadas o mensajes cortos (SMS), o programas informáticos y aplicaciones diseñadas para ejecutarse en teléfonos móviles. Las aplicaciones telefónicas pueden tener usos multifuncionales para integrar aspectos de redes e intercambio de datos comunitarios. Además de dispositivos de *hardware* GPS, que son instalados o llevados como material complementario en las embarcaciones para permitir a los usuarios determinar su ubicación, la velocidad y el tiempo de viaje, algunos emplean dispositivos de vigilancia por video para grabar las actividades pesqueras (FAO y World-Fish 2020).

No cabe duda de que las TIC tienen potencial para mejorar la vida de los actores de la pesca en pequeña escala. Pueden influir de forma positiva mediante dos mecanismos principales: el suministro de información y los servicios financieros. Las TIC reducen el tiempo y el costo de la comunicación, lo que mejora la velocidad y el flujo de información entre los actores en las redes formales e informales. Además, benefician en crear igualdad de oportunidades para que los pescadores accedan y puedan aprovechar la información y los servicios (p. ej., información de los precios actuales del mercado; o los compradores que buscan comercializar, materiales de formación, servicios financieros, como el microcrédito, etc.). Con la introducción del dinero móvil, los actores de la pesca en pequeña escala pueden acceder a servicios financieros que les permiten reducir los costos de transacción y aumentar la rentabilidad al acortar las redes de valor. Sin embargo, todavía existe una “brecha digital” sustancial que separa a los

6. En el presente documento cuando se haga mención de pescadores se refiere a cada hombre y mujer perteneciente a la actividad del sector pesquero en cada una de las etapas de la red de valor.

propietarios bancarios, alfabetizados y adinerados de teléfonos inteligentes, de los grupos y comunidades pobres y marginadas que están geográfica o digitalmente excluidos de estas oportunidades y tales beneficios (FAO y WorldFish 2020).

Hay pocos análisis y líneas base respecto al bienestar y el acceso de los pescadores antes y después de las iniciativas de las TIC, y esta brecha es un hallazgo que es importante resaltar. Además de la poca información disponible que explore el potencial de las TIC para contribuir a obtener resultados sociales que permitan una gobernanza inclusiva, con igualdad de género, accesibilidad, empoderamiento, el bienestar de los pescadores y la igualdad de derechos. Por otro lado, los factores paralelos que afectan la aceptación y la sostenibilidad de las iniciativas de las TIC en la pesca en pequeña escala, como la alfabetización digital, el costo de la tecnología, la legitimidad local y la accesibilidad, siguen sin explorarse en gran medida en este sector (FAO y WorldFish 2020).

En este escenario de digitalización, y para lograr conectar al sector pesquero, se debe conocer la realidad que enfrentan día con día los pescadores con respecto a las TIC para poder atender las necesidades y brindar herramientas aptas para su contexto. Por ello, en el presente estudio presentamos una línea base referente a ello que busca responder a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los usos y hábitos en materia de digitalización por parte de las personas dedicadas a la pesca en pequeña escala?, ¿cuáles son sus usos y hábitos en materia de digitalización asociados a la actividad pesquera?, ¿cuáles son las barreras y áreas de oportunidad a las que se enfrentan las asociaciones civiles en la instrumentación de aplicaciones móviles entre el sector pesquero de pequeña escala?

Materiales y métodos

Con un estudio de usos y hábitos se busca conocer el perfil de las personas que se dedican a cada actividad relacionada con la pesca en pequeña escala (p. ej., preparación de embarcaciones, arreglo de redes, preparación de carnada, extracción, limpieza de producto, venta, entre otras actividades), entender los usos y hábitos en materia de consumo de medios de quienes se dedican a esta

actividad, comprender su consumo de medios y los dispositivos con los que cuentan, el acceso a internet y medios consumidos, con el fin de identificar los detonadores y las barreras en su uso, para poder generar mejoras pertinentes e identificar nuevas oportunidades.

Los indicadores clave que se contemplan en la metodología de usos y hábitos son:

- Actitudes y usos con respecto a una marca o un producto: se refiere a las percepciones de los usuarios respecto de, en este caso una tecnología, la oferta existente o a la que tienen acceso, así como el uso que hacen de ella en su día a día. Permite segmentar a un grupo de personas con base en sus conductas de consumo de las tecnologías.
- Actitudes hacia los rivales: se refiere al *ranking* de marcas y productos rivales de los usuarios en función de una mayor preferencia a una menor preferencia, así como al conocimiento específico de atributos relativos asignados a diferentes marcas y productos de una misma categoría.

Se realizó un estudio cuantitativo con un método de recolección de datos mixto: telefónico y cara a cara en el periodo del 4 al 23 de agosto de 2021. El componente telefónico se instrumentó mediante muestreo aleatorio de una base de datos de pescadores en pequeña escala conseguida por Comunidad y Biodiversidad, A. C. El componente presencial cara a cara se instrumentó mediante muestreo aleatorio de municipios y unidades económicas relacionadas con la pesca en pequeña escala en seis estados: Campeche, Chiapas, Guerrero, Tabasco, Yucatán y Veracruz. La muestra se asignó de manera proporcional al número de unidades económicas de interés en cada estado.

En total se realizaron 600 entrevistas con duración aproximada de 25 minutos, a personas que se dedican a actividades de la pesca en pequeña escala en las diferentes etapas de la red de valor, involucradas en la preparación, la extracción, el arreglo de redes, la pintura de boyas, la preparación de carnada, la limpieza y la venta de producto.

Para el levantamiento cara a cara (por su nombre en inglés "F2F"), el equipo encargado se trasladó a los municipios focales con el fin de encontrar a los participantes en las zonas costeras. Para el levantamiento telefónico se hizo un

desordenamiento de números aleatorios de la base de datos para realizar las llamadas. El margen de error teórico para las estimaciones globales (600) es de 4%, para las del levantamiento telefónico es de 9.8% y para el F2F es de 4.4%.

La clasificación por nivel socioeconómico (Tabla 1) se realizó por puntajes y basada en la regla AMAI (2022).⁷

Tabla 1

Clasificación por nivel socioeconómico, 2020.
Perfil de los hogares según su nivel socioeconómico 2020

Nivel	Descripción
A/B	En la mayoría de hogares, el jefe de familia tiene estudios profesionales o posgrado. Las viviendas cuentan con al menos tres dormitorios y automóviles. Cuentan con internet.
C+	Los jefes de hogar tienen al menos estudios de preparatoria. En la vivienda cuentan con al menos tres dormitorios, al menos dos automóviles e internet fijo. Gran parte del ingreso lo utilizan en alimentación.
C	El hogar tiene un jefe con estudios de secundaria o más. Viviendas con al menos tres dormitorios. Cuentan con internet fijo y el gasto se hace en alimentación.
C-	Los hogares están encabezados por un jefe con estudios máximos de secundaria. La vivienda cuenta con uno o dos dormitorios, con internet fijo. El gasto se asigna a alimentación y transporte.
D+	Los hogares están encabezados por un jefe con estudios hasta secundaria. Viviendas con más dos dormitorios, cuenta con conexión fija a internet y destinan el gasto a la alimentación.
D	El jefe de hogar tiene estudios hasta primaria. Las viviendas en donde habitan tienen uno o dos dormitorios. Poca disponibilidad para contar con internet fijo en la vivienda. Poco menos de la mitad de su gasto se destina a la alimentación.
E	La mayoría de los hogares tiene un jefe con estudios no mayores a primaria. Las viviendas tienen solamente un dormitorio y no cuentan con baño completo. La tenencia de internet en la vivienda es muy baja. Más de la mitad del gasto se asigna a alimentos y sólo 1% a educación.

A las personas que realizarían las entrevistas se les expusieron el objetivo y el motivo de éstas, se les aseguró la confidencialidad de su información y el respeto al derecho a abstenerse a contestar

cualquier pregunta por parte de los entrevistados. El equipo de encuestadores fue capacitado específicamente para este proyecto. Las entrevistas se supervisaron de manera presencial y mediante audios. Finalmente, se realizó una auditoría de análisis de datos.

Resultados

Contexto de las personas encuestadas

Se realizaron 600 entrevistas, de las cuales 476 con el método F2F y 125 por vía telefónica (Tabla 2). De los 600 entrevistados, 75% fueron hombres y 25% mujeres. Con base en la clasificación por nivel socioeconómico de la AMAI se determinó que 39% pertenece al nivel medio (C/C-), 30% al bajo (D/E), 19% bajo alto (D+) y 12% medio alto o alto (A/B y C+). El intervalo de edad de los entrevistados fue de 18 a 24 años (9%), 25 a 39 años (29%), 40 a 54 años (35%) y 55 años o más (27%).

Tabla 2

Número de encuestados respecto al estado donde vivieron durante los seis meses previos a la entrevista

Estado	Núm. total de encuestas
Campeche	125
Veracruz	109
Tabasco	94
Guerrero	90
Yucatán	80
Chiapas	37
Guanajuato	19
Sonora	13
Quintana Roo	8
Oaxaca	7
Sinaloa	4
Michoacán	4
Baja California Sur	3
Baja California	2
Nayarit	2
Chihuahua	1
Ciudad de México	1
Hidalgo	1
Total	600

Nota: Las personas encuestadas de estados no costeros mayormente se dedican a la comercialización de productos pesqueros o son pescadores en agua dulce.

7. AMAI. 2022. Perfil de Los hogares según Nivel Socioeconómico 2020. En: <https://www.amai.org/NSE/index.php?queVeo=niveles>

La etapa de la red de valor a la que más se dedican los encuestados es de la producción (37%), seguida de la posproducción (21%). La extracción de los recursos pesqueros (53%) y la venta de producto (31%) son las actividades mayormente realizadas entre los encuestados, seguidas de arreglo de redes (6%) y limpieza de producto (6%). Las mujeres se dedican más a la venta (así como los jóvenes de 18 a 24 años) y la limpieza de producto. Los hombres se dedican mayoritariamente a la extracción y a la preparación de las embarcaciones.

Ser parte de una organización pesquera

No son parte de una cooperativa pesquera, 59% (112 mujeres y 243 hombres) y 41% sí lo es (207 hombres y 38 mujeres). En su mayor parte, son los pescadores de 55 años o más quienes pertenecen a una cooperativa. Respecto al 59% que no forma parte de una cooperativa, 50% es pescador o pescadora independiente, 37% expresa no estar interesado en formar parte de alguna cooperativa y 13% es aspirante para formar parte de una cooperativa.

Experiencia en la actividad pesquera

Un tercio del total de las personas tiene 10 años o menos dedicándose a la pesca, mientras que una cuarta parte tiene entre 10 y 20 años. La otra mitad tiene más de 20 años como pescador. En promedio, los pescadores tienen 22 años dedicándose a la pesca (Fig. 1).

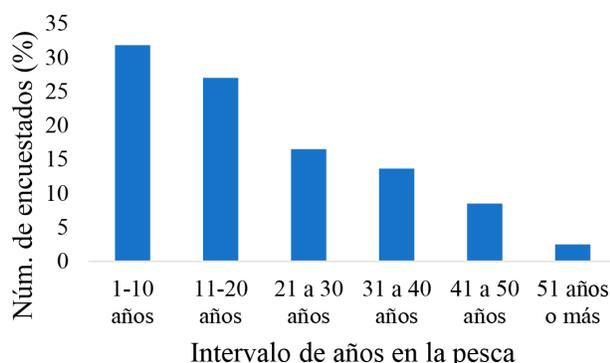


Fig. 1. Descripción de la experiencia en la pesca de los encuestados por edad.

La pesca tiene un significado positivo para los que se dedican a esta actividad. Con base en las respuestas de los encuestados se identificó que 95% de ellos percibe la actividad como una fuente que les permite obtener alimento, para 96% es algo que les gusta hacer y además es remunerada y para 91% es exclusivamente una fuente de remuneración económica. Además, 90% de las personas encuestadas mencionó que la pesca es una actividad que les permite conocer más sobre los recursos naturales y ven la pesca como una forma de estar en una cooperativa y tener prestaciones (66%).

Herramientas de comunicación en el sector

Acceso a un dispositivo móvil

De los entrevistados, 69% cuenta con un dispositivo móvil (de los cuales 75% son hombres y 25% mujeres) y 31% no cuenta con dispositivo móvil (74% hombres, 26% mujeres). Respecto a los grupos de edades, se registró un alto porcentaje de personas que cuenta con teléfono móvil (Tabla 3).

Tabla 3

Acceso a un dispositivo móvil por grupo de edad encuestado

Grupo de edad	Total	Con teléfono móvil (%)	Sin teléfono móvil (%)
18 a 24 años	54	70	30
25 a 39 años	171	64	36
40 a 54 años	211	72	28
55 años o más	164	69	31

De los entrevistados que cuentan con un dispositivo móvil (69%), 70% cuenta con internet desde su dispositivo móvil y 30% no. Las respuestas con mayor frecuencia para el uso del internet fueron: para asuntos relacionados con el trabajo, para estar en contacto con la familia o amigos o revisar el pronóstico del tiempo (Fig. 2).

Respecto a los medios de comunicación o información que por lo general ven o escuchan las personas entrevistadas, los mencionados con mayor frecuencia fueron la televisión (26%), la radio (14%) y redes sociales (12%). Las alternativas de medios tradicionales siguen siendo un recurso altamente utilizado por este perfil. Las redes sociales que más usa el sector son Facebook (46%) y WhatsApp (29%), seguidas de YouTube

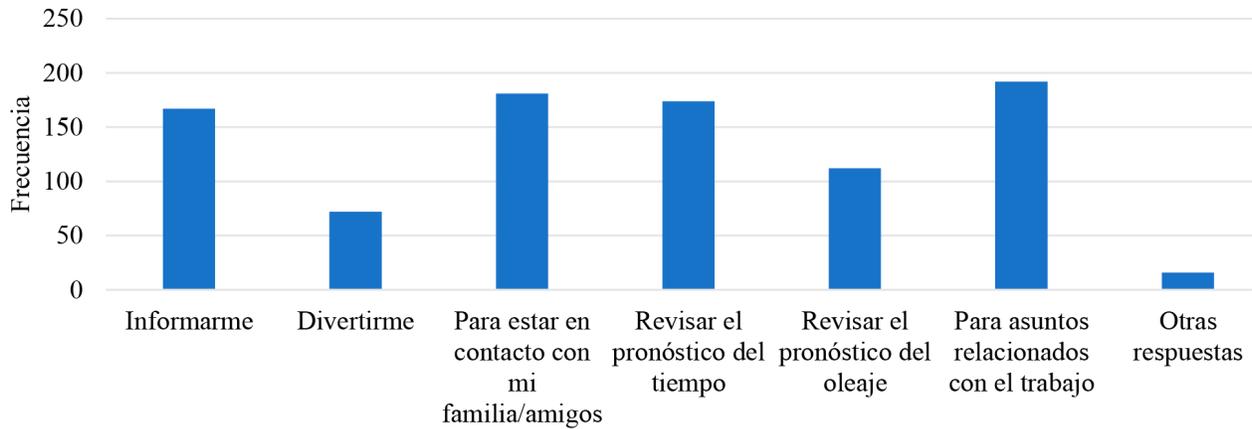


Fig. 2. Actividades realizadas desde el dispositivo móvil con acceso a internet.

(11%). Las que tuvieron menor mención fueron Instagram, Tik Tok, Twitter, Snapchat, LinkedIn y Pinterest (8%). Referente a la edad en el uso de redes sociales, las personas de 18 a 39 años mencionaron que utilizan con mayor frecuencia el Facebook, a diferencia de las personas de 40 a 54 años que usan WhatsApp.

A los encuestados se les consultó acerca del tipo de herramientas que utilizan para llevar un registro de sus datos o actividades en la pesca. Las mayormente utilizadas son las bitácoras en papel, las fotografías y los videos con su celular (Fig. 3).

Visión estatal

En términos de acceso a un dispositivo móvil, el mayor número de personas que cuentan con un dispositivo corresponde a los que residen en Sonora, Sinaloa y Quintana Roo (Tabla 4). De los

encuestados con mayor acceso a internet desde su dispositivo están aquellos que viven en Baja California, Ciudad de México, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora y Veracruz. Los de menor acceso son los que viven en Chihuahua, Hidalgo y Nayarit (Tabla 4).

Tabla 4

Adquisición de teléfono móvil por Estado. El porcentaje de acceso a internet a través de su móvil corresponde a los encuestados que cuentan con un teléfono móvil. (n) = número de personas encuestadas

Estado (n)	No cuentan con teléfono móvil (%)	Sí cuentan con teléfono móvil (%)	Con acceso a internet (%)
Yucatán (80)	53	48	71
Michoacán (4)	50	50	50
Nayarit (2)	50	50	0
Guerrero (90)	47	53	73
Chiapas (37)	41	59	64

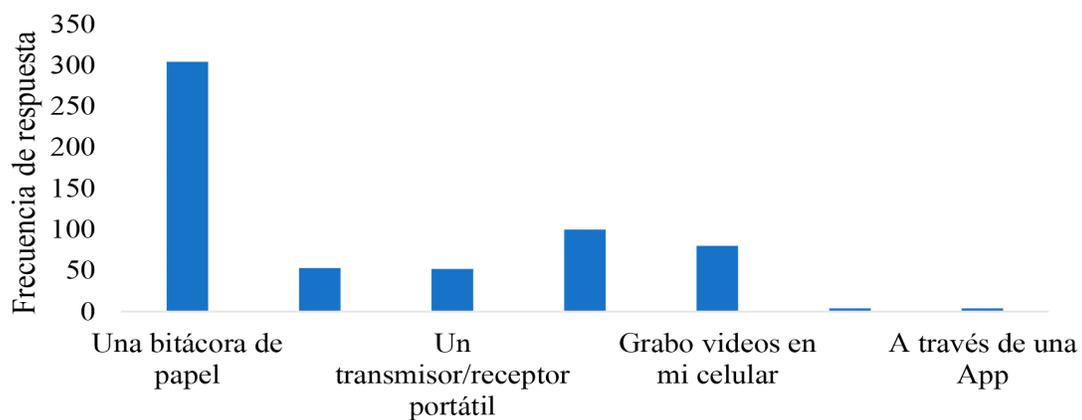


Fig. 3. Medios por los que los encuestados registran generalmente información sobre sus salidas de pesca o capturas.

Estado (n)	No cuentan con teléfono móvil (%)	Sí cuentan con teléfono móvil (%)	Con acceso a internet (%)
Campeche (125)	39	61	59
Baja California Sur (3)	33	67	50
Tabasco (94)	27	73	67
Guanajuato (19)	11	89	47
Veracruz (109)	8	92	79
Baja California (2)	0	100	100
Chihuahua (1)	0	100	0
Ciudad de México (1)	0	100	100
Hidalgo (1)	0	100	0
Oaxaca (7)	0	100	71
Quintana Roo (8)	0	100	100
Sinaloa (4)	0	100	100
Sonora (13)	0	100	100

Enfocado en los Estados donde se realizó 90% de las entrevistas, se registró que las personas que se dedican a las actividades de la pesca en pequeña escala de Veracruz, Tabasco y Yucatán son los que usan el celular (Fig. 4) como canal de comunicación y con mayor tendencia a consumir información de esta forma. Chiapas y Guerrero

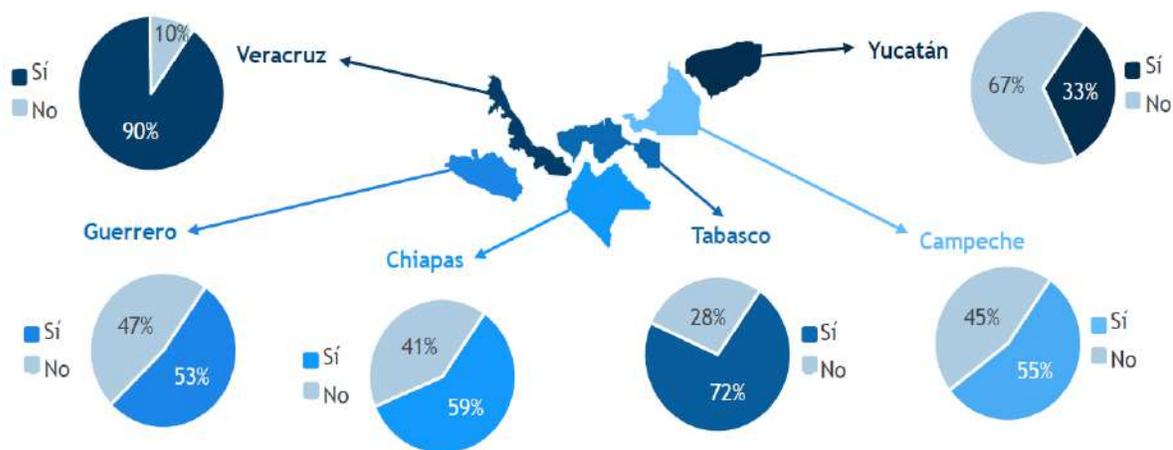
son los Estados menos digitalizados y más bien son usuarios de canales tradicionales, como televisión y perifoneo. En Tabasco y Veracruz utilizan el celular para asuntos de trabajo; en Chiapas y Yucatán para información y contacto. En Chiapas y Tabasco utilizan WhatsApp con mayor frecuencia. Campeche, Guerrero, Tabasco y Yucatán es donde más utilizan televisión y radio, y Veracruz destaca por el uso de redes sociales.

Discusión

En el ámbito mundial, las personas más vulnerables y marginadas tienden a ser las menos representadas en los datos digitales, porque incluso las redes sociales sencillas requieren cierto nivel de alfabetización y un teléfono inteligente, que a su vez depende de la conectividad y el poder adquisitivo. Estos requisitos previos excluyen a ciertos segmentos de la población de los países en desarrollo, como las personas dedicadas a la pesca en pequeña escala y los involucrados en toda la red de valor de la actividad (FAO y WorldFish 2020). Es importante identificar las necesidades de uso,

Veracruz es el estado donde la mayoría cuenta con teléfono móvil

Yucatán y Guerrero son los estados donde menos personas cuentan con teléfono móvil.



www.lexia.cc

U4: Actualmente, ¿cuentas con algún teléfono móvil?

Fig. 4. Proporción de personas que cuentan con un teléfono móvil por estados objetivo. Desglose de entrevistados por estado: Veracruz (109 entrevistados), Yucatán (80 entrevistados), Guerrero (90 entrevistados), Chiapas (37 entrevistados), Tabasco (94 entrevistados), Campeche (125 entrevistados).

la capacidad de acceso y la adopción de las TIC en el sector pesquero para atender las necesidades con un enfoque centrado en el contexto de su actividad y su comunidad.

Durante la pandemia de COVID-19, los pescadores han demostrado tener gran capacidad para adaptarse tecnológicamente a las medidas de confinamiento y al cierre de mercados; se valora el trabajo cooperativo para lograr resiliencia ante las adversidades y las capacidades digitales han abierto nuevas puertas (Espinoza-Tenorio *et al.* 2022, Lopez-Ercilla *et al.* 2021). Antes de la pandemia, el sector pesquero pasaba por una fase de transición hacia la digitalización de procesos a lo largo de la red de valor. Considerando que la mayoría de las pescadoras y pescadores en pequeña escala de México viven en comunidades costeras pequeñas y aisladas, están en la categoría de la población con mayor probabilidad de no contar con acceso a servicios digitales básicos (cobertura 2G, 3G, 4G, WiFi) y con índices de pobreza más altos. Así, el COVID-19 ha evidenciado aún más la brecha digital existente en las comunidades costeras (COBI 2020).

Es importante considerar la información de índices de marginación y pobreza cuando se habla de cuestiones como las TIC, ya que esto puede ofrecernos un contexto más abierto acerca de la situación que se vive en las comunidades pesqueras. En 2018 y en 2020, los estados con mayor porcentaje de población en situación de pobreza y mayor grado de marginación fueron Chiapas, Guerrero y Oaxaca; con ello se evidencia porque estos estados son los menos digitalizados y son usuarios más activos de canales tradicionales. Sumado también a que son entidades con mayor grado de rezago social (Díaz Romo *et al.* 2021).

El desarrollo de una comunidad, sea local o nacional, no se limita a la posibilidad de tener o no conectividad; sino que dicha conectividad tenga sentido y sea equitativa. El uso con sentido de estas innovaciones apunta a la posibilidad de utilizar de forma eficaz las TIC, así como a saber combinarlas con otras formas de comunicación social. Equilibrar el recurso internet con otros, como la radio comunitaria, las reuniones presenciales, los materiales impresos y videos. Las TIC deben aprovecharse para el desarrollo integral de una comunidad. Una visión integral de desarrollo no implica que se apunte sólo hacia el

crecimiento económico, sino que impulse el potencial humano en sus diferentes dimensiones para consolidar la prosperidad económica, pero con equidad, transparencia y justicia social (Sánchez-Duarte 2008).

Medios tradicionales y digitales

En el sector pesquero, los medios tradicionales siguen siendo un recurso altamente utilizado. La radio o la televisión son eficaces para apoyar la sensibilización y el intercambio de información. Es importante conocer el uso y la forma de adquisición de estos medios en el sector para la instrumentación de proyectos y actividades que tanto como OSC (Organizaciones de la Sociedad Civil), académicos o gobierno realizan con el sector pesquero. Además, se debe fomentar que sean herramientas para compartir información importante para el sector y se deben abordar de forma balanceada con los medios digitales actuales, para aprovechar el desarrollo integral de las comunidades pesqueras.

Los teléfonos móviles ofrecen el mayor potencial entre las nuevas TIC, ya que están disponibles en casi todas las comunidades. Los dispositivos móviles son el punto de entrada a las tecnologías transformadoras. Son una herramienta para transmitir de forma rápida información importante a bajo costo, a un mayor número de personas y de conectar con otras personas fuera del contexto local. De ahí la relevancia de desarrollar aplicaciones específicas para teléfonos móviles para grupos objetivo, como lo es el sector pesquero en pequeña escala. Por ello, Comunidad y Biodiversidad, A. C., en conjunto con comunidades pesqueras mexicanas, ha trabajado en desarrollar una aplicación móvil al servicio y para las necesidades específicas del sector pesquero en pequeña escala. PescaData⁸ es una aplicación disponible para Android y para iOS, diseñada por y para las personas dedicadas a la pesca en pequeña escala, que permite llevar el registro y el control del almacenamiento de las capturas diarias, así como de los gastos que implican las jornadas de pesca. En PescaData es posible registrar los esfuerzos pesqueros, los volúmenes de captura, encontrar

8. <https://pescadata.org/>

opciones para conectar con otros pescadores, organizaciones pesqueras y otros actores del sector de ALC. Permite buscar y co-crear soluciones a problemas en común, participar en el registro de acciones para el fortalecimiento de la Agenda 2030 y dar seguimiento a las contribuciones de las directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala. Esta aplicación móvil busca apoyar al sector y a las organizaciones pesqueras para que cuenten con una presencia digital en esta era de revolución digital.

Sabemos que el camino no es fácil y que el desafío sigue siendo desarrollar infraestructura de TIC en entornos como el de las comunidades pesqueras que aún no cuentan con lo necesario. Pero el primer paso es conocer cómo están las comunidades pesqueras respecto al conocimiento y la adopción de las TIC, y empezar a formular herramientas digitales *ad hoc* a sus necesidades y contexto. Debemos asegurar que el desarrollo de las TIC para la pesca en pequeña escala siga el ejemplo de los pescadores, es decir, que debe comenzar y terminar con ellos. Las herramientas digitales que son lideradas o desarrolladas localmente, o diseñadas en conjunto con usuarios finales tienen un potencial de impacto mucho mayor. Por ello, iniciativas como PescaData ya han puesto en marcha esta visión.

El sector pesquero ya considera la digitalización de la pesca y la red de valor y, con ello, la facilitación de algunos procesos, acceso a más información y una comunicación más eficiente con sus organizaciones y compradores (COBI 2020). El sector pesquero comprende la urgencia del buen uso de las tecnologías, así como la necesidad de una rápida adaptación al mundo digital para no quedarse atrás en procesos sociales, económicos y culturales. Pero también han expresado preocupaciones de no ser tomados en cuenta y de ser dejados atrás por esta transformación digital, ya sea por falta de educación o fondos para invertir en nuevas tecnologías.

En el presente estudio no se logró identificar una clara separación de acceso a un móvil por edad. Pero un aspecto relevante para la adopción de TIC es la edad, debido a que los más jóvenes utilizan en mayor medida las TIC, en comparación con las personas adultas mayores, quienes tienen un evidente rezago digital. Se debe fomentar la integración y el fortalecimiento de capacidades

digitales a personas de mayor edad, ya que se ha demostrado que al iniciar a usar las TIC, comienzan a encontrarles utilidad para sus vidas y actividades: lo que les permite mejorar sus oportunidades informativas, fomentan mayor autonomía de conocimiento, les facilita la comunicación y, por tanto, enriquecen las relaciones interpersonales (Rivoir y Morales 2019). En este proceso de integración de la nueva generación al sector pesquero debemos considerar poner mayores esfuerzos en conocer cómo están adoptando las TIC las juventudes y el aprendizaje bidireccional que puede ocurrir con la actual generación del sector. Varios estudios han abordado este tema fuera de las actividades de la pesca, pero encuentran importante el aprendizaje recíproco para que el proceso de apropiación sea más integral y profundo, como un co-aprendizaje intergeneracional (Aldana *et al.* 2012, Chen y Chan 2014, Sánchez *et al.* 2015).

De igual forma, para garantizar una representación y la distribución equitativa de los beneficios y el acceso de las TIC en un contexto pesquero, se deben integrar componentes humanos sensibles al género. Desarrollar las capacidades de los usuarios, tanto hombres como mujeres, en el empleo de las herramientas digitales –que es fundamental para empoderar a los usuarios–, así como diseñar actividades de desarrollo de capacidades para que sean accesibles, cómodas y valiosas para todos los grupos (FAO y WorldFish 2020). Esto significa tener en cuenta el contexto de cada grupo y las diferencias culturales en la forma en que las mujeres y los hombres aprenden y acceden a la información.

- ¿Qué pueden hacer los institutos, academia y OSC que trabajan con personas dedicadas a la pesca?:
 - i. Conocer lo relativo al acceso a las TIC de las comunidades pesqueras (considerando todos los factores que subyacen en el acceso y la adopción anteriormente mencionados).
 - ii. Identificar sus actividades de comunicación actual, considerar los vínculos entre los enfoques tradicionales y emergentes, así como priorizar e integrar las comunicaciones y el intercambio de información utilizando las TIC apropiadas.
 - iii. Integrar las TIC en los proyectos y programas de pesca con enfoques centrados en

- las personas y en favor de los más invisibilizados.
- iv. Utilizar tecnologías asequibles, apropiadas y compatibles localmente.
 - v. Aprovechar y fortalecer las redes de comunicaciones establecidas.
 - vi. Integrar la creación de capacidades digitales y alfabetización digital.
 - vii. Promover la adopción de tecnologías modernas específicas para la pesca, asegurando que todas las comunidades aprovechen su potencial.

Las TIC nos permiten, cada vez más, automatizar y aumentar la recopilación de datos e información, la comunicación y el análisis de más y mejores datos para informar de intervenciones específicas. Sin embargo, el ritmo de su desarrollo y su adopción suele ser un impedimento para que las personas participen en el uso, debido a la indecisión y la “demasiada información”. Además, existen riesgos significativos de aumentar las desigualdades de género y potenciar las brechas digitales, como el acceso a la tecnología y la alfabetización digital (FAO y WorldFish 2020). Es importante comprender las posibles consecuencias o los riesgos no deseados para los gobiernos o las personas que se dedican a la pesca en pequeña escala y los recursos relacionados con el uso y la proliferación de las TIC, ya que la confianza en el entorno digital se puede socavar de muchas maneras (ej., robo de identidad y la identificación personal en las transacciones electrónicas). Este asunto es fundamental para la transformación digital; sin ella, personas, empresas y gobiernos no harán pleno uso de las tecnologías digitales. Los incidentes de seguridad digital alteran las actividades de todos y ejercen efectos negativos al debilitar la confianza en el entorno digital, limitar la innovación, desacelerar la adopción de las nuevas tecnologías, obstaculizar la transformación digital y sus beneficios relacionados. Se debe poner atención en las estrategias nacionales integrales y congruentes para la seguridad y la privacidad digitales, desarrolladas en conjunto con todas las partes interesadas pertinentes, para enfrentar estos nuevos escenarios de riesgos para resguardar la seguridad de sus habitantes (en este caso de las comunidades pesqueras) y, en consecuencia, para

resguardar y proteger de forma eficaz sus derechos (OCDE 2019, BID y OEA 2020).

Para desarrollar estrategias aptas debemos evaluar conscientemente las barreras sociales, culturales y normativas que integran la inclusión digital. Debemos conocer por grupos focales, en el caso del sector pesquero, qué porcentaje de ellos tiene conectividad a internet, cuántas mujeres y hombres tienen teléfonos móviles y/o teléfonos inteligentes, cuál es la plataforma de mensajería más popular (FAO 2007, FAO y WorldFish 2020).

Conclusiones

Las TIC para la pesca en pequeña escala han avanzado sustancialmente en los últimos años en velocidad, escala y alcance. El aumento de la infraestructura y la cobertura móvil, junto con los costos reducidos de la conectividad, han impulsado una rápida adopción de las tecnologías móviles, incluso en las partes más remotas del mundo. Las nuevas TIC y los nuevos usos de las TIC existentes se están empleando en el sector pesquero en una amplia gama de formas. Este impulso brinda a las partes interesadas del sector pesquero oportunidades para desarrollar, adaptar y aplicar estas tecnologías como una forma de aprovechar el potencial de la pesca para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la ONU, de hambre cero y no pobreza (FAO y WorldFish 2020).

Para cerrar la brecha digital, el desarrollo de TIC debe ser ético, transparente y estar orientado específicamente a satisfacer las necesidades de sectores objetivos, como la pesca en pequeña escala. Se debe trabajar con socios locales y los propios actores de la pesca para construir a partir del conocimiento, la capacidad y las plataformas locales, la mejor oportunidad para aprovechar y escalar las tecnologías (FAO y WorldFish 2020).

Es necesario incorporar la formación en competencias digitales, pues no es suficiente con el acceso a conectividad y los dispositivos. Fomentar el aprendizaje intergeneracional y romper estereotipos de la inaccesibilidad de las tecnologías digitales para las personas mayores. No obstante, proveer de conectividad y acceso a dispositivos sigue siendo significativo, sobre todo para personas de menores ingresos y mujeres.

Las TIC pueden empoderar a las comunidades pesqueras tanto de forma local como nacional y pueden apoyar en facilitar el diálogo con los responsables de la formulación de políticas públicas con respecto al tema o sobre los recursos pesqueros. Los responsables de la formulación de políticas interesados en la información y el desarrollo deberían desarrollar mecanismos con el sector privado para garantizar cobertura móvil y proveer acceso asequible a Internet en todos los territorios (Gigler 2004).

Así, se debe: *a*) Considerar el acceso a Internet como un derecho humano igual que el agua potable o la electricidad; *b*) Mantener servicios no-digitales; *c*) Fortalecer la infraestructura tecnológica, de conectividad y la alfabetización tecnológica y digital; y *d*) Considerar que la transformación digital en el sector puede ocurrir en cualquier eslabón de la red de valor. Para alcanzar una transformación digital inclusiva, resiliente y basada en derechos humanos, se necesita de todos los actores involucrados.

Literatura citada

- Alam GM, K Alam, S Mushtaq, MN Khatun, MAK Mamun. 2019. Influence of socio-demographic factors on mobile phone adoption in rural Bangladesh: Policy implications. *Information Development* 35(5): 739-748. DOI: 10.1177/0266666918792040
- Aldana G, L García, A Jacobo. 2012. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como alternativa para la estimulación de los procesos cognitivos en la vejez. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa* 14: 153-166.
- Ayala E, SR Gonzales. 2015. *Tecnologías de la información y la comunicación*. Fondo Editorial de la UIGV. Perú. 295p.
- Barrantes R, A Agüero, D Aguilar. 2020. *Digitalización y desarrollo rural: ¿Hasta qué punto van de la mano?* Documento de Trabajo 275. Estudios Sobre Desarrollo. IEP. Lima, Perú. 40p.
- BID, OEA. 2020. Ciberseguridad. Riesgos, avances y el camino a seguir en América Latina y el Caribe. Reporte Ciberseguridad 2020. 20p.
- Borrero RM. 2016. *Indigenous Peoples and the Information Society: Emerging uses of ICTs*. UNESCO. París. 42p.
- Chen K, AHS Chan. 2014. Gerontechnology acceptance by elderly Hong Kong Chinese: a senior technology acceptance model (STAM). *Ergonomics* 57(5): 635-652. DOI: 10.1080/00140139.2014.895855
- COBI. 2020. La revolución tecnológica y la brecha digital en tiempos de la pandemia por COVID-19. Reporte mensual. Comunidad y Biodiversidad, A.C. México. 7p.
- Crovi-Drueta D. 2008. Dimensión social del acceso, uso y apropiación de las TIC. *Contratexto* 16: 65-79. DOI: 10.26439/contratexto2008.n016.784
- Díaz Romo E, G Gutiérrez Salas, GA Ortega Ramos, LG Jaimes Molina, LI García Marcelo, PJ Terrazas Briones. 2021. Análisis del impacto de las TIC en el desarrollo social de México. Segunda parte. Instituto Federal de Telecomunicaciones. México. 64p.
- Espinoza-Tenorio A, RG Ehuán-Noh, GA Cuevas-Gómez, NE Narchi, D Ramos-Muñoz, FJ Fernández-Rivera Melo, A Saldívar-Moreno, JA Zepeda-Domínguez, JC Pérez-Jiménez, A Oliveto-Andrade, J Torre. 2022. Between uncertainty and hope: Young leaders as agents of change in sustainable small-scale fisheries. *Ambio* 51: 1287-1301. DOI: 10.1007/s13280-021-01639-2
- FAO. 2007. Information and communications technologies benefit fishing communities. New Directions in Fisheries- A Series of Policy Briefs on Development Issues, No. 07. FAO. Rome, Italy. 12p.
- FAO, WorldFish. 2020. Information and communication technologies for small-scale fisheries (ICT4SSF). A handbook for fisheries stakeholders in support of the implementation of the Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries in the Context of Food Security and Poverty Eradication. FAO. Bangkok. 95p. DOI: 10.4060/cb2030en
- Gigler BS. 2004. Including the Excluded-Can ICTs empower poor communities? Towards an alternative evaluation framework based on the capability approach. Paper for 4th International Conference on the Capability Approach. University of Pavia, Italy. 5 al 7 de septiembre de 2004.
- Gómez-Navarro D A, RA Alvarado López, M Martínez Domínguez, C Díaz de León Castañeda. 2018. La brecha digital: una revisión conceptual y aportaciones metodológicas para su estudio en México. *Entreciencias: Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento* 6(16): 49-64. DOI: 10.22201/enesl.20078064e.2018.16.62611
- Hassan MA, H Azril, M Shaffril, J Lawrence D'Silva, Z Omar, J Bolong. 2011. Fishermen and ICT: Towards Creating Knowledgeable Fishermen in

- Malaysia. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(9): 457-469.
- IICA, BID, Microsoft. 2020. Conectividad rural en América Latina y El Caribe. Un puente al desarrollo sostenible en tiempos de pandemia. 120p.
- ITU. 2017. Measuring the information society report 2017-Volume 1. International Telecommunication Union. Geneva, Switzerland. 154p.
- Lopez-Ercilla I, MJ Espinosa-Romero, FJ Fernández Rivera-Melo, S Fulton, R Fernández, J Torre, A Acevedo-Rosas, AJ Hernández-Velasco, I Amador. 2021. The voice of Mexican small-scale fishers in times of COVID-19: Impacts, responses, and digital divide. *Marine Policy* 131: 104606. DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104606
- Martínez-Domínguez M. 2018. Access and use of information and communication technologies in Mexico: determining factors. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad* 8(14): 1-18. DOI: 10.32870/pk.a8n14.316
- Mothobi O, L Grzybowski. 2017. Infrastructure deficiencies and adoption of mobile money in Sub-Saharan Africa. *Information Economics and Policy* 40: 71-79. DOI: 10.1016/J.INFOECOPOL.2017.05.003
- OCDE. 2019. Making the Digital Transformation in Latin America and the Caribbean. OCDE. París. DOI: <https://doi.org/10.1787/8bb3c9f1-en>
- OCDE. 2017. Estudio de la OCDE sobre telecomunicaciones y radiodifusión en México 2017. OCDE. París. DOI: 10.1787/9789264280656-es
- OECD. 2001. Understanding the digital divide. OECD. París. 32p.
- Rivoir AL, MJ Morales. 2019. *Tecnologías digitales. Miradas críticas de la apropiación en América Latina* (1a ed.). CLACSO, RIAT. Buenos Aires, Montevideo. 405p.
- Sánchez-Duarte E. 2008. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) desde una perspectiva social. *Revista Electrónica Educare* XIII(Núm. Extraordinario).
- Sánchez M, MS Kaplan, L Bradley. 2015. Using technology to connect generations: Some considerations of form and function. *Comunicar* 23(45): 95-104. DOI: 10.3916/c45-2015-10
- Srinuan C, E Bohlin. 2013. Analysis of fixed broadband access and use in Thailand: Drivers and barriers. *Telecommunications Policy* 37(8): 615-625. DOI: 10.1016/j.telpol.2013.03.006
- Sunkel G. 2006. *Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación en América Latina: una exploración de indicadores*. CEPAL. Santiago de Chile. 70p.
- UNCTAD. 2021. *Technology and innovation report 2021. Catching technological waves innovation with equity*. United Nations, UNCTAD. Geneva. 170p.
- Yezers'ka L. 2003. El Desarrollo de la Sociedad de la Información en el Perú. *Revista de Comunicación* 1: 116-146.

Recibido: 22 de abril de 2022.

Aceptado: 25 de junio de 2022.

Aviso de arribo

La pesca artesanal en América Latina y el Caribe: Temáticas a la luz de una revisión documental

Artisanal fishing in Latin America and Caribbean: Themes from a documental review

Claudia Elizabeth Delgado-Ramírez*✉, Andrés Cisneros-Montemayor** y Yoshitaka Ota***

Resumen

El presente documento destaca los principales temas abordados en torno a la pesca artesanal en la región de América Latina y el Caribe, a partir de la revisión de 165 documentos publicados y/o elaborados en 2000 y 2021. Si bien no se pretendió hacer una selección de documentos estadísticamente representativa para la región, consideramos que sí ofrece un panorama sólido de temas que se están trabajando, sobre todo desde las ciencias sociales. Los resultados de esta revisión se organizaron como temas y destacamos las revistas científicas en las que se están publicando cuestiones pesqueras desde las ciencias sociales, las disciplinas y los enfoques que las están abordando, los idiomas en los que se publican, los temas de investigación en común, la presencia de mujeres y grupos indígenas y étnicos en la pesca y las problemáticas comunes que enfrentan las y los pescadores en esta región. Esta sistematización provee elementos para guiar estudios comparativos de mayor alcance y, sobre todo, para dar cuenta de las investigaciones en ciencias sociales sobre la pesca artesanal de los países latinoamericanos y caribeños.

Palabras clave: Pesca artesanal, pesca pequeña escala, grupos étnicos, indígenas, mujeres en la pesca

Abstract

This paper highlights the main themes regarding artisanal fishing in the Latin American and Caribbean region, based on the review of 165 documents between the years 2000 and 2021. Although a statistically representative selection of documents for the region was not intended, we believe that the selection offers a solid overview of topics that are being worked on, especially from the social sciences. The results of this review have been organized as themes and we highlight scientific journals in which fishing issues are being published mainly from the social sciences such as disciplines that are addressing them, common research topics, presence of women, indigenous and ethnic groups in fishing and common problems of fishing in this region. This systematization provides elements to guide broader comparative studies and, to account for social science research on artisanal fishing in Latin American and Caribbean countries.

Keywords: artisanal fishing, small-scale fishing, indigenous, ethnic groups, women in artisanal fishing

Introducción

La actividad pesquera en el mundo se divide en dos grandes industrias: la pesca industrial o de gran calado/escala y la pesca artesanal o en pequeña es-

cala (también conocida como *ribereña* en México). Aunque la pesca industrial tiene las mayores inversiones económicas y destaca en la producción de grandes volúmenes de captura de productos como la sardina, el atún y el camarón para el caso de México, la pesca artesanal constituye la industria de la que depende 90% de la población que se dedica a esta actividad (FAO 2021).¹ Los pueblos y comunidades costero-pesqueras suelen tener una importante

* Instituto Nacional de Antropología e Historia, Escuela de Antropología e Historia del Norte de México. Calle 5 de febrero núm. 301, esquina con Ave. Instituto Politécnico Nacional (calle 28ª), Col. Guadalupe, 31410 Chihuahua, Chih., México. ✉ Autor responsable de la correspondencia: claudia_delgado@inah.gob.mx.

** Nippon Foundation Ocean Nexus Center, School of Resource and Environmental Management, Simon Fraser University.

*** Nippon Foundation Ocean Nexus Center, EarthLab, University of Washington.

1. FAO lanza el año Internacional de la Pesca y la Acuicultura Artesanales 2022 en América Latina y el Caribe. <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1456796/>

tradición cultural asociada al mar y sus especies, e incluso, en el caso de los pueblos indígenas, estas tradiciones y cosmovisiones se remontan a la época prehispánica.

La pesca artesanal provee alimentos, empleos, ingresos y modos de vida para una buena parte de las poblaciones costeras en el mundo. En América Latina y el Caribe, más de dos millones de personas subsisten gracias esta actividad (De Oliveira *et al.* 2019) y la captura regional constituye 11% de la captura mundial (Chuenpagdee *et al.* 2019).

Sin embargo, la relevancia de la pesca artesanal no reside sólo en su importancia económica, pues para muchas familias y pueblos costeros, la pesca es un modo de vida que da forma a sistemas culturales complejos; debido a esto es que, incluso cuando la actividad pesquera puede no ser económicamente viable, los pescadores y sus familias se mantienen de ella (McGoodwin 2002).

Materiales y métodos

La revisión y el análisis se llevó a cabo a partir de 165 documentos publicados (artículos y capítulos de libro) y de literatura gris (reportes, tesis de grado, informes y monografías) en el periodo de 2000 a 2021. La búsqueda de estos documentos se realizó en la biblioteca de la Universidad de British Columbia y en Google académico (Tabla 1), específicamente en las bases de datos de Elsevier,

Jstor y Redalyc. Los descriptores se fueron afinando durante la búsqueda hasta tener un cuerpo documental de la pesca artesanal y en pequeña escala, analizada desde las ciencias sociales o interdisciplinarias y para la región de América Latina y el Caribe, fuera consistente.²

Dada la gran cantidad de documentos, se decidió hacer más selectiva la búsqueda incluyendo dos descriptores más pertinentes: *small-scale fishing communities* y *artisanal fishing communities* (Tabla 2).

Una vez hecha la revisión de los 82 documentos, se descartaron siete que trataban sobre pesca en aguas interiores y arqueología, quedando así 75 artículos, 61 capítulos de libro y nueve libros. La estrategia de búsqueda por Redalyc fue incluir como descriptor inicial comunidades pesqueras, en español, lo que arrojó un total de 144 artículos (Tabla 3).

De los 219 documentos se seleccionaron 165, de los cuales 75 fueron artículos, 61 capítulos de libro, nueve libros y 20 documentos de literatura gris (tesis, reportes, ponencias y diagnósticos). Esta última selección se hizo con base en el idioma (inglés y español), el abordaje de la pesca marina y no de aguas interiores (ríos, presas, canales),

- En una primera catalogación se incluyeron documentos sobre la pesca ribereña en Brasil y al ser revisados se observó que se referían a la pesca en ríos y aguas interiores, por lo que fueron descartados y sustituidos por otros artículos, incluidos algunos del año 2021.

Tabla 1
Primera búsqueda con un descriptor general a través de la Biblioteca de la Universidad de Columbia Británica

Descriptores	Periodo	Contenido	Disciplinas	Idioma	Repositorio	Total
1. <i>Fishing communities in Latin America</i>	2000-2020	Artículo Libro Capítulo de libro	Ciencias sociales Ciencia social Antropología Ciencias ambientales	Inglés Español Portugués	En línea	1 296

Tabla 2
Segunda búsqueda con dos descriptores específicos en la Biblioteca de la Universidad de Columbia Británica

Descriptores	Periodo	Contenido	Disciplinas	Publicaciones	Repositorio	Total
1. <i>Small-scale fishing communities in Latin America</i>	2000-2020	Artículo	Ciencias sociales Ciencia social Antropología	Con revisión por pares	En línea y con PDF disponible	82
2. <i>Artisanal fishing in Latin America</i>		Libro Capítulo de libro	Ciencias ambientales			

Tabla 3
Búsqueda con un descriptor general en Redalyc

Descriptor	Periodo	Contenido	Disciplina	Repositorio	Total
1. Comunidades pesqueras	2000-2021	Artículos Libros Capítulos	Multidisciplinarias (ciencias sociales)	PDF disponible	144

una disciplina o enfoque en ciencias sociales o ambientales y el uso de metodologías mixtas o cualitativas.

La información se organizó en una base de datos en Excel® que contiene el tipo de documento (artículo científico, capítulo de libro, libro, informe, tesis, monografía, diagnóstico) y se dividió primero en dos categorías: literatura científica y literatura gris.

Esta revisión y el análisis de las fuentes se organizaron en algunos temas o hallazgos a partir de los cuales se expresa este panorama general desde la literatura seleccionada.

Limitaciones

La selección de la literatura y los documentos no tiene una representatividad cuantitativa, es decir, no se seleccionó la misma cantidad de documentos para cada uno de los países que conforman la región. Algunos de los artículos presentan estudios comparativos sobre cuatro países dentro y fuera de la región aquí tratada y se consideraron relevantes porque dan cuenta de los abordajes que se han estado llevando a cabo en estas dos últimas décadas. Por el país de interés, la disponibilidad y el acceso a documentos tales como libros, informes y tesis es mayor para México; sin embargo, se reitera que la intención es ofrecer un panorama general de la pesca artesanal en América Latina y el Caribe y no una discusión profunda sobre un país en particular o un tema. Aun así, se espera que este primer esfuerzo sea una invitación para otras investigadoras e investigadores, así como equipos de trabajo, a llevar a cabo un análisis y una síntesis documental de mayor alcance y profundidad para la región.

Resultados

A continuación se presentan los resultados del análisis de la literatura mencionada; como ya se

señaló, la búsqueda fue en torno a los países en los que se están desarrollando estudios relacionados con la pesca artesanal en América Latina y el Caribe, y a partir de ésta se retomaron algunas temáticas generales que permitieron tener un panorama general regional. Por ejemplo, algo que la revisión y el análisis pusieron en relieve fue la mención de la participación de las mujeres y de los grupos indígenas o étnicos en las investigaciones sociales sobre la pesca artesanal, las diversas disciplinas sociales y los enfoques interdisciplinarios con los que se está abordando el tema, así como las revistas científicas que acogen los avances y resultados de investigación y los idiomas en que predominantemente se presentan. Entre los resultados de mayor relevancia se consideran las problemáticas comunes que están enfrentando los sectores pesqueros de la región y que se asocian a otras problemáticas latinoamericanas y caribeñas tales como la migración internacional y el desplazamiento forzado por violencia y crisis económicas.

¿En dónde se está investigando y escribiendo sobre la pesca artesanal

De acuerdo con la FAO (2013),³ la actividad pesquera en América Latina y el Caribe se ha convertido en una actividad económica de mucha relevancia en términos de la generación de empleos y de ingresos familiares. No obstante, destaca el aumento de los flujos de producción y los canales de comercialización mundial de países como Perú, Chile, México, Argentina y Brasil que tienen un

3. FAO. 2013. La pesca en América Latina y el Caribe. Producción y Consumo. Agronoticias: Actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe. Nota informativa publicada en la página de la FAO el 31/08/2013. <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/512591/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20pesquera%20en%20Am%C3%A9rica,debajo%20del%20consumo%20medio%20mundial>

dominio de 90% de la producción de pescados y mariscos en la región.

La relevancia de estos países en la producción pesquera se refleja también en la cantidad de publicaciones y documentos que destacan en la producción académica y colaborativa en la región, tal y como se observa en el mapa (Fig. 1). Un documento que se destaca por la compilación de capítulos de diversos países de la región latinoamericana y caribeña abordados desde una perspectiva etnográfica y antropológica es el libro editado por Alcalá (2011), que constituye un referente para la pesca artesanal en esta región.

¿En cuáles revistas se publica sobre la pesca artesanal de la región?

La búsqueda de los artículos científicos resultó en una amplia cantidad de revistas científicas indexadas (38), entre las que destacan *Marine Policy* y *Ecology & Society* en inglés, y *Sociedad y Ambiente* en español. Aunque algunas de las revistas están más orientadas a la publicación de trabajos en las ciencias naturales, como se puede observar en la *tabla 4*, algunos artículos que abordaban la dimensión social o humana de la pesca se encontraron en esa disciplina.



País	Número	País	Número	País	Número
Anguila	2	Costa Rica	10	México	78
Antigua y Barbuda	2	Cuba	1	Nicaragua	5
Argentina	6	Dominica	2	Perú	9
Bahamas	2	Ecuador	5	Puerto Rico	3
Barbados	5	El Salvador	1	República Dominicana	2
Belice	4	Granada	1	San Cristóbal y Nieves	4
Brasil	19	Guatemala	1	San Vicente y Granadinas	4
Chile	20	Honduras	4	Santa Lucía	2
Colombia	16	Jamaica	3	Trinidad y Tobago	2
				Uruguay	3

Fig. 1. Países representados en los documentos revisados, en la *tabla* se señala el número de artículos revisados de cada país.

Tabla 4
Número de artículos revisados y revista científica en la que se encontraron

<i>Revista científica</i>	<i>Núm. de artículos revisados</i>
Marine Policy	12
Ecology and Society	9
Sociedad y Ambiente	7
Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad	5
Ciencia Pesquera	3
PLoS ONE	3
Antropologías del Sur	2
Región y Sociedad	2
Revista Colombiana de Sociología	2
Biología Marina y Oceanografía	1
Revista Portal de la Ciencia	1
e-Agronegocios	1
Universitas Humanística	1
Entrepreneurship and Management	1
Revista Colombiana de Geografía	1
Economic Inquiry	1
Revista Iberoamericana de Ciencias	1
Acta Pesquera	1
México y la Cuenca del Pacífico	1
Revista de Investigaciones Sociales	1
Gazeta de Antropología	1
Journal of Marine Sciences	1
Polis. Revista Latinoamericana	1
América Latina Historia Económica	1
Current Opinion in Environmental Sustainability	1
Horizonte de la Ciencia	1
Conexión	1
Ecological Modelling	1
Ocean and Coastal Management	1
Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas	1
Estudios Sociales	1
Conservations Letters	1
Critique of Anthropology	1
Cultural Anthropology	1
Ecología Política	1
Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas	1
Vibrant	1
Maritime Studies	1
Global Environmental Change	1
TOTAL: 75 artículos revisados	

Las disciplinas y temáticas⁴ desde las que se abordan los documentos revisados son también ampliamente diversas. Se encontraron documentos de carácter más bien etnográfico, histórico, de manejo pesquero y gobernanza, de ecología política y derecho ambiental, por mencionar algunos. En la *figura 2* se presenta esta información de manera detallada y en ella se observa que los estudios desarrollados desde la antropología social, el manejo pesquero, la economía y la ecología humana, destacan en su atención a las sociedades pesqueras en América Latina y el Caribe.

La literatura antropológica está integrada por estudios con perspectiva cultural, con un interés especial en los métodos etnográficos y presentan de manera común estudios de caso. Las investigaciones que atañen a la disciplina de manejo pesquero suelen tener un componente de interdisciplinariedad, pero abordan los sistemas institucionales o consuetudinarios a partir de los cuales diversas sociedades pesqueras organizan el acceso a los recursos pesqueros, y suelen caracterizarse por mostrar datos desarrollados desde metodologías mixtas, es decir, cuantitativas y cualitativas. Los estudios en economía por lo general privilegian el análisis de la producción pesquera, volúmenes y valores de captura, impactos en la economía pesquera a partir de un factor externo, por ejemplo, El Niño Oscilación Sur (ENOS) o por un proceso interno, como la sobreexplotación de una pesquería.

Como se señala, en esta revisión se dio prioridad a los documentos que se ubicaran en alguna o varias dimensiones de la pesca como actividad humana, es decir, desde algunas ciencias sociales.

Idiomas en los que se escribe, publica y cita la literatura científica

Lo primero que se quiere señalar aquí es que hay gran cantidad de literatura científica que aborda el tema de la “pesca en pequeña escala” para los países de la región latinoamericana y la caribeña, así como del mundo. La mayor parte de ésta se ha

4. Algunos documentos señalan explícitamente desde cual disciplina o enfoque se está abordando el análisis. En los casos en los que no se señala, se hizo una deducción a partir del título, las palabras clave, el enfoque y los métodos de investigación del documento.

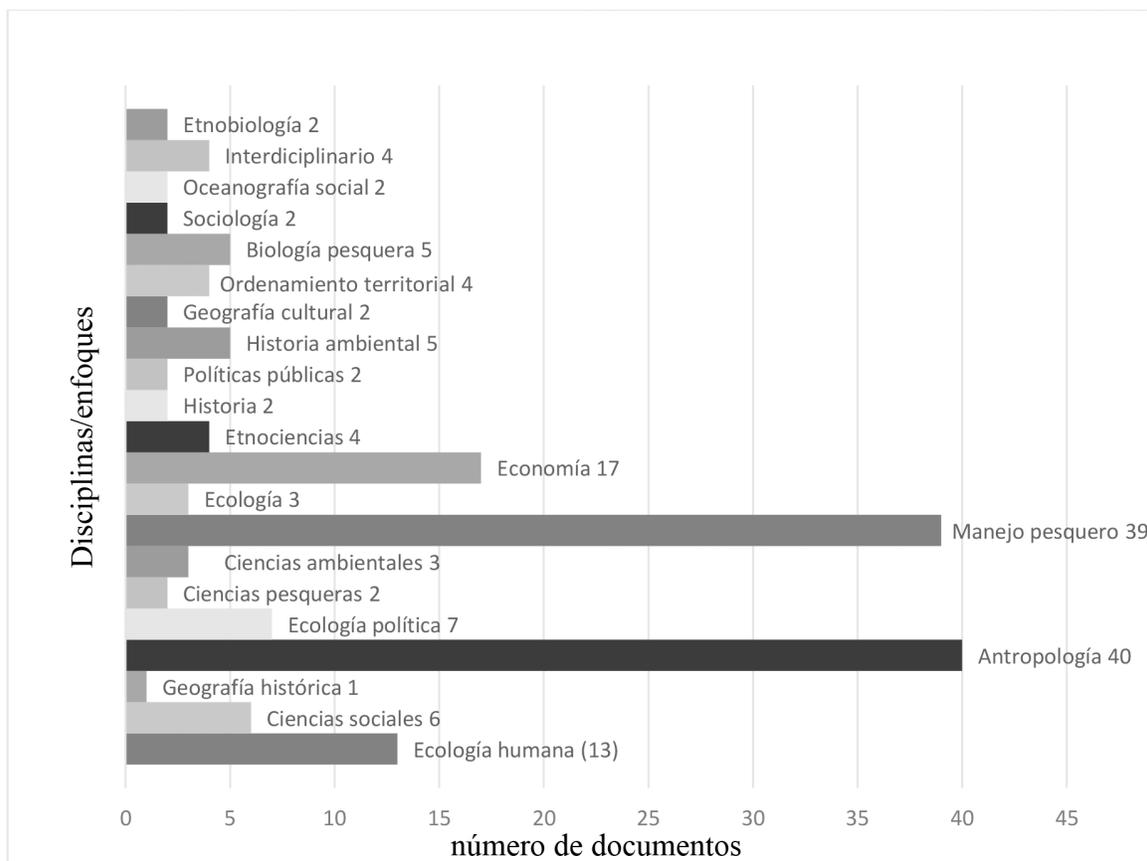


Fig. 2. Disciplinas y enfoques desde donde se orientan los documentos revisados.

escrito en inglés, aunque los cuerpos de investigación sobre el tema en cada país suelen escribir también en su propia lengua. No obstante, dado que los comités y consejos de ciencia suelen ponderar de mejor manera las publicaciones internacionales (en inglés), es común que, conforme esta lógica, estos cuerpos de investigación publiquen más avances y resultados de investigación en revistas científicas en inglés que en su propio idioma. Esta situación se complejiza por lo que ya han señalado Chuenpagdee *et al.* (2019).

Se ha escrito gran cantidad de literatura sobre numerosos aspectos de la pesca en la región de América Latina y el Caribe, con una creciente contribución de la investigación y la discusión enfocadas en la pesca de pequeña escala. Dado que algunos de estos estudios están escritos en español, francés y portugués, no han sido citados tanto

como aquellos escritos en inglés (Chuenpagdee *et al.* 2019).⁵

De los 165 documentos seleccionados para la revisión, 86 estuvieron escritos en español y 79 en inglés; de los artículos científicos revisados, 40 están escritos en español y 35 en inglés.

Temas más representados

Se identificaron temas recurrentes en la literatura, así como formas de nombrar la pesca, las disciplinas, las categorías analíticas y los grupos más o menos representados por medio de las palabras clave de los documentos, así como en el contenido

5. Traducción propia de la cita “A large body of literature has been written about numerous aspects of fisheries in Latin America and Caribbean region, with a growing contribution of research and discussion focusing specifically on small-scale fisheries. Because some of these studies are written in Spanish, French, and Portuguese, they have not been cited as highly as those in English” (Chuenpagdee *et al.* 2019: 4).

de los títulos. Se decidió elaborar la nube de palabras que se presenta en la *figura 3*, para mostrar aquellas que más se repiten y se descartaron todas las palabras tanto en los títulos como en las palabras clave que refieren a lugares, regiones y países, así como nombres, comunes y científicos de especies.

Como se puede ver, en un primera escala se tiene la expresión con letras más grandes, que es pesca en pequeña escala (PPE), es decir, es la que se repite más veces en los documentos revisados. En un segunda escala están las expresiones pesca artesanal y gobernanza y en tercera escala están manejo pesquero y pesca ribereña. Aunque en menor medida, siguen destacando las expresiones pesquerías, lineamientos PPE, modos de vida y sustentabilidad, así como en una quinta escala están las expresiones co-manejo, cambio climático, mujeres, cooperativas, conservación, identidad y pueblos indígenas.

La gobernanza y el manejo pesquero son los temas recurrentes en la literatura revisada. No obstante, otros temas que se incluyen en los documentos revisados son vulnerabilidad, resiliencia, conocimiento local, ODS (Objetivos de Desarrollo Sustentable), neoliberalismo, reservas

marinas, área marina protegida, desarrollo, comunidades costeras, comunidad turismo, cooperación, política pesquera, conflictos pesqueros, ordenación pesquera y desarrollo local.

Pesca artesanal, pesca en pequeña escala, pesca ribereña

Es importante señalar aquí que la mayor parte de la literatura revisada escrita en inglés, utiliza la categoría *pesca en pequeña escala* y que, de acuerdo con la revisión, las y los autores de lengua española utilizan la categoría cuando escriben y publican en inglés (Salas *et al.* 2019). Sin embargo, algunas veces, ya en el cuerpo del capítulo, utilizan las categorías pesca artesanal, pesca artesanal de pequeña escala, pesca artesanal y de subsistencia para referirse al tipo de actividad pesquera sobre el que escriben (Castellanos y Zapata 2019). Cuando los documentos se escriben en español, suele utilizarse la categoría pesca artesanal o ribereña (Salas *et al.* 2006), aunque para Brasil, la pesca ribereña refiere a la pesca en ríos. Es probable que en algunos casos se esté considerando la categoría pesca en pequeña escala como la



Fig. 3. Representación ponderada de palabras clave y de títulos de documento.

traducción al inglés de pesca artesanal, pesca de subsistencia y pesca ribereña.

Particularmente, se considera que los investigadores de habla hispana tienen una relación más estrecha, en términos culturales, con las categorías pesca artesanal, ribereña, de autoconsumo y subsistencia, pues son las utilizadas por las y los pescadores, por las instituciones gubernamentales nacionales y por los gremios académicos. No obstante, las instancias internacionales, como la FAO, mediante códigos y lineamientos para la pesca en pequeña escala orientan las categorías utilizadas para denominar a este tipo de pesca. Probablemente sea necesario un análisis sobre la operatividad de las categorías que usamos para definir varios tipos de pesca de acuerdo con sus características y no por su aparente oposición a la pesca industrial o de gran escala. También se ha establecido que la categoría pesca en pequeña escala tiene distintos significados de acuerdo con la región y el país en el que se utiliza (Teh y Pauly 2018, Smith y Basurto 2019).

Mujeres en la pesca

Si bien es cierto que en la producción bibliográfica de artículos y libros científicos, así como de tesis de grado, el papel que las mujeres tienen en las sociedades pesqueras es cada vez más representado, en la muestra de los 165 documentos analizados fueron poco mencionadas (Tabla 5), salvo en aquellos que se desarrollaron específicamente para hablar de su papel en las diversas actividades de la pre-captura, la captura y la pos-captura. Esto tiene que ver, por un lado, con la concentración de los estudios específicamente en la pesca como captura y, por otro, con que la actividad pesquera ha presentado, histórica y culturalmente, una rígida división sexual del trabajo que ubica a las mujeres en las tareas terrestres; ambos factores se suman y abonan a la invisibilización (Donoso 2016, Perea y Flores 2016, Delgado 2021) del trabajo de las mujeres, su papel en la actividad pesquera en general y su participación en la reproducción de los modos de vida costeros.

Tabla 5. Documentos que abordan la participación de las mujeres en la pesca

País	Autor(es), año, título
México	• Ramírez y Verduzco. 2016. El papel del Estado en la configuración de la realidad actual de las sociedades pesqueras en México.
	• Torre y Fernández-Rivera Melo. 2018. Acción sin daño: un análisis de las intervenciones de una organización de la sociedad civil ambientalista en comunidades costeras del noroeste de México.
	• Perea Blázquez y Flores. 2016. Participación de las mujeres en la pesca: nuevos roles de género, ingresos económicos y doble jornada.
	• Ponce Díaz <i>et al.</i> 2009. Capítulo 8. Pesca ribereña: retos y oportunidades en un entorno adverso.
	• Espinosa-Romero <i>et al.</i> 2017. Civil society contributions to the implementation of the small-scale fisheries guidelines in Mexico.
	• Fulton <i>et al.</i> 2019. From fishing fish to fishing data: the role of artisanal fishers in conservation and resource management in Mexico.
	• Cruz-Torres. 2012. Contested Livelihoods. Gender, fisheries, and resistance in northwestern Mexico.
	• Navarro. 2011. De pescadoras libres a pescadoras reguladas. La pesca artesanal ribereña de la curvina golfinia entre mujeres indígenas Cucapá.
	• Espinoza <i>et al.</i> 2011. La diversidad étnica como factor de planeación pesquera artesanal: chontales, huaves y zapotecas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México.
	• McCay <i>et al.</i> 2011. Coping with environmental change. Systemic responses and the roles of property and community in three fisheries.
	• Morán Angulo. 2011. Entre cuerdas, cimbras y chinchorros: la dimensión humana de la pesca ribereña costera en Mazatlán, Sinaloa, México.
	• Gavaldón y Fraga. 2011. Rompiendo esquemas tradicionales en la pesca artesanal: las mujeres trabajadoras del mar en San Felipe, Yucatán, México.
	• Gutiérrez y Cabrera. 2012. La pesca ribereña de Guerrero.
	• COBI. 2020. Resiliencia de las comunidades pesqueras de México ante COVID-19. Impactos económicos y sociales.
	Brasil
• Trimble y Berkes. 2015. Towards adaptive co-management of small-scale fisheries in Uruguay and Brazil: lessons from using Ostrom's design principles.	
• Macedo <i>et al.</i> 2017. Implementing the small-scale fisheries guidelines: lessons from Brazilian clam fisheries.	

<i>País</i>	<i>Autor(es), año, título</i>
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Donoso <i>et al.</i> 2016. Pasado y presente de las alquerías de Coliumo y Cocholgué. Una descripción de la relación, género, economía e identidad. • Álvarez <i>et al.</i> 2017. La visualización femenina en la pesca artesanal: transformaciones culturales en el sur de Chile. • O’Riordan 2006. Las comunidades de pescadores artesanales en el siglo XXI. • Saunders <i>et al.</i> 2016. Transformation of small-scale fisheries critical transdisciplinary challenges and possibilities.
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> • Barragán-Paladines 2017. The Buen Vivir and the small-scale fisheries guidelines in Ecuador: A comparison.
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Sabau 2017. Costa Rica: a champion of the small-scale fisheries guidelines. • Solís <i>et al.</i> 2011. Sones que se van al mar y estrategias de manejo para la sobrevivencia: un ejemplo de cómo también en Centroamérica se trata de rescatar la identidad cultural de la pesca artesanal. • Martín <i>et al.</i> 2018. Análisis socioeconómico de las comunidades de pesca a pequeña escala que traslapan con la flota de arrastre en el litoral Pacífico de Costa Rica.
Cuba	<ul style="list-style-type: none"> • Doyon 2011. Pesca para la revolución: transformaciones y adaptaciones en la industria pesquera cubana.
Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrero 2011. La gestión comunitaria de la pesca en el bajo Paraná Argentino. Un estudio de caso con pescadores artesanales.
Jamaica	<ul style="list-style-type: none"> • Soares 2017. Walking the talk of the small-scale fisheries guidelines in Jamaica.
AlyC	<ul style="list-style-type: none"> • De Oliveira <i>et al.</i> 2019. Overview of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean: challenges and prospects. • Wiefels 2005. Presente y futuro de los mercados de pescado y productos pesqueros de la pesca a pequeña escala. Enfocado especialmente en los casos de México, Perú y Brasil. • Villanueva y Flores-Nava 2019. The contribution of small-scale fisheries to food security and family income in Chile, Colombia, and Peru. • Salas <i>et al.</i> 2019. Driver and prospects for the sustainability and viability of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean.

Mientras que en algunos lugares, la participación de las mujeres en la captura es reciente, e incluso en algunos casos impulsada por programas de

igualdad de género desde organizaciones de la sociedad civil (COBI 2020), en otros, la pesca y la organización de las actividades asociadas a ella han estado a su cargo por varias generaciones (Perea y Flores 2015) de manera paralela, complementaria o independiente a la participación de los hombres en esta actividad. En algunos lugares, estas mujeres de mar se han organizado en cooperativas o sindicatos, tales como el Sindicato de alquerías, charqueadoras y mariscadoras de orilla de Cocholgué en Chile (Donoso 2016), la SPCP Mujeres del Mar de Cortés en México y las Mujeres en Asociación Pesquera en Trinidad y Tobago (De Oliveira *et al.* 2019). Las mujeres trabajan en toda la cadena de valor pesquera (Solano *et al.* 2021). Sin embargo, el acceso a los recursos pesqueros, a los programas gubernamentales y a las capacitaciones para organizarse y administrar sus propias organizaciones está aún ausente en la mayoría de los casos revisados.

Comunidades indígenas y étnicas

Por otro lado, también los pueblos y grupos indígenas y étnicos en Latinoamérica están invisibilizados en la actividad pesquera de la región (Tabla 6). Esto no debería extrañarnos, si se consideran las orientaciones de los estudios revisados y la reconocida subrepresentación en los debates internacionales sobre gobernanza pesquera (Vierros *et al.* 2020). Empero, la tendencia a homogeneizar analíticamente a las poblaciones pesqueras, incluyéndolas en la etiqueta “pescadores artesanales”, “pescadores ribereños” o “pescadores en pequeña escala”, excluye a las y los protagonistas de la actividad y no permite identificar, por ejemplo, si los casos de mayor o menor éxito en los esquemas de manejo están o no asociados al componente étnico (Marín 2007), o si las poblaciones pesqueras con mayores grados de pobreza y vulnerabilidad son aquellas de carácter multi-cultural, étnico o indígena.

Para la mayoría de los grupos indígenas y étnicos que viven en las costas y desarrollan la actividad pesquera desde varias generaciones, estos sistemas social-ecológicos no son sólo espacios y formas económicas de subsistencia (Cisneros-Montemayor *et al.* 2016); son sistemas culturales complejos en los que las prácticas, los conocimientos y las cosmovisiones sobre sus entornos

Tabla 6
Grupos indígenas y étnicos mencionados y abordados en los documentos revisados

<i>País</i>	<i>Grupo indígena o étnico y referencia</i>
México	<p>Amuzgo, nahua, tlapaneco, mixteco Tello-Fernández y Montes-Vega. 2018. Transforming fisheries in la Costa Chica of Oaxaca: fishers, socio-spatial organization, and natural resources.</p> <p>Comca'ac (seri) Hernández-Santana y Narchi. 2018. The Seri traditional food system: cultural heritage, dietary change, and the (re) awakening of dietary resilience among coastal hunter-gatherers in the Mexican northwest. Hernández García. 2018. El pueblo comca'ac y su proyecto de futuro⁶. Luque y Doodé. 2010. Los comca'ac (seri): hacia una diversidad biocultural del Golfo de California y estado de Sonora, México. Basurto <i>et al.</i> 2013. The social-ecological system framework as a knowledge classificatory system for benthic small-scale fisheries.</p> <p>Chontal, huave y zapoteca Espinoza <i>et al.</i> 2011. La diversidad étnica como factor de planeación pesquera artesanal: chontales, huaves y zapotecas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México.</p> <p>Cucapá Navarro. 2011. De pescadoras libres a pescadoras reguladas. La pesca artesanal ribereña de la curvina golfina entre mujeres indígenas Cucapá.</p> <p>Cucapá, seri, yaqui, mayo, huichol Cisneros-Montemayor y Cisneros-Mata 2018. A medio siglo de manejo pesquero en el noroeste de México, el futuro de la pesca como sistema socioecológico.</p> <p>Ikoot Matus Pineda. 2017. Atención a la diversidad cultural y actividades pesqueras en una comunidad Ikoot de Oaxaca.⁷</p> <p>Japoneses Velázquez. 2007. Japoneses y pesca en la península californiana 1912-1941.</p> <p>Mero ikooc (huave), huazantecos, mareños Zepeda-Domínguez y Espinoza-Tenorio. 2018. Lessons of governance from traditional fisheries: the huaves de San Francisco del Mar Pueblo Viejo, Oaxaca.</p> <p>Nahuas Marín. 2007. Pesca artesanal, comunidad y administración de recursos pesqueros.</p> <p>Seri, yaqui Delgado. 2009. Los pescadores seri, yaqui y kineños: un estudio comparativo sobre la inserción del capitalismo en tres comunidades pesqueras del Golfo de California.</p>
Belice	<p>Mestizos y garífuna Huitric. 2005. Lobster and conch fisheries of Belize: a history of sequential exploitation.</p>
Brasil	<p>Caiçaras Idrobo. 2018. Adapting to environmental change through the lens of social wellbeing: improvements and trade-offs associated with a small-scale fishery on the Atlantic Forest coast of Brazil. Trimble y Berkes. 2015. Towards adaptive co-management of small-scale fisheries in Uruguay and Brazil: lessons from using Ostrom's design principles.</p>
Colombia	<p>Pueblos indígenas y afrocolombianos Saavedra-Díaz y Jentoft. 2017. The role of the small-scale fisheries guidelines in reclaiming human rights for small-scale fishing people in Colombia.</p>
Chile	<p>Huilliche y chilote Ceballos y Ther. 2011. Transformaciones en las economías pesquero-artesanales contemporáneas: el caso de las localidades de Cucao y Tenaún (Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos, Chile).</p>
Guatemala	<p>Garífuna y q'eqchi Giannini. 2011. Can Fishers' virtuous behavior improves large marine ecosystem health?</p>

6. La Jornada del Campo 133. Suplemento Informativo de la Jornada. México. 20 de octubre de 2018.

7. Matus Pineda ML. 2017. Atención a la diversidad cultural y actividades pesqueras en una comunidad Ikoot de Oaxaca. XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa. San Luis Potosí, SLP. México. 12p.

Honduras	Garífunas Carbajal <i>et al.</i> 2017. Diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en la Bahía de Tela.
Nicaragua	Complejo SumuMayangna (Ulwas, Twaskas y Panamaskas), rama, creole, miskitu, garífuna Kronik y Verner. 2010. Indigenous peoples of the Caribbean and central America. Indígenas y afrodescendientes Rama-kriol González. 2017. Beyond the small-scale fisheries guidelines: tenure rights and informed consent in indigenous fisheries of Nicaragua.
Regional	Pueblos indígenas Cisneros-Montemayor <i>et al.</i> 2016. A global estimate of seafood consumption by coastal indigenous peoples. Vierros <i>et al.</i> 2020. Considering Indigenous People and local communities in governance of the global ocean commons.

interactúan de manera particular, por lo que considerar a estos pescadores y pescadoras como parte de estos sistemas es fundamental para comprender la magnitud de los efectos de factores externos, como la economía de mercado, los desarrollos turísticos aledaños, su relación con una gran diversidad de especies animales y vegetales, así como sus comportamientos respecto a la mera actividad pesquera. Es probable que, al despojarlos analíticamente de su adscripción étnica y su identidad, también se desechen un cúmulo de conocimientos y prácticas costero-pesqueras ancestrales altamente adaptativas y resilientes, y que también se dejen de lado categorías que permiten abordar esta complejidad (Luque y Doode 2010).

Problemáticas comunes a las que se enfrentan las y los pescadores en América Latina y el Caribe

Si bien es cierto que cada país, región y localidad enfrenta distintas problemáticas asociadas a factores muy específicos –por ejemplo, la transformación de las caletas a partir del temblor y el tsunami en Chile en el año 2010 (Donoso *et al.* 2016)–, hay una serie de problemas en común para la pesca artesanal en toda América Latina y el Caribe. A continuación se presenta una lista de las problemáticas encontradas en esta revisión, con el fin de mostrar estos puntos en común para la región y que con mucha probabilidad se ven en el resto del mundo.

La liberalización económica y la incentivación de un modelo extractivista y de exportación están cambiando los intereses de los gobiernos y transformando de forma negativa la orientación de la pesca artesanal en muchos países y regiones.

La biodiversidad marina y los inventarios de recursos pesqueros están siendo merma- dos por la puesta en marcha de los llamados

“megaproyectos” de industrias energéticas, como la construcción de presas hidroeléctricas y centrales termoeléctricas, parques eólicos, la explotación y el aprovechamiento del petróleo y las plantas de tratamiento de gas natural licuado, así como las carboneras. Los proyectos turísticos de gran envergadura y los desarrollos portuarios también suelen tener estos efectos.

Falta de datos estadísticos confiables y series largas acerca del estado de los recursos pesqueros, los volúmenes de captura, las embarcaciones y los pescadores que trabajan en esta actividad.

Las mujeres tienen una participación fundamental en la actividad pesquera, sea la recolección de algas y el marisqueo, la captura en embarcaciones, la transformación y el valor agregado a los productos pesqueros, así como su comercialización en distintas escalas; sin embargo, a menudo quedan fuera de las investigaciones académicas, de los instrumentos de conservación (áreas marinas protegidas, por ejemplo) y de las políticas pesqueras y sus beneficios.

Los ecosistemas marinos, como manglares, fondos arenosos, arrecifes rocosos, bosques de sargazo, mantos de rodolitos, pastos marinos, entre otros, están cada vez más deteriorados por efectos de la sobrepesca y el cambio climático. Además, las zonas costeras se ven afectadas por otros procesos vinculados a la urbanización, tales como compresión de los suelos, la supresión de dunas, la reducción de aporte sedimentario, la contaminación por afluentes urbanos y agrícolas, operaciones de dragado, transferencia de residuos sólidos y derrames petroleros.

La regulación para el uso y el acceso a los recursos pesqueros es uno de los grandes dilemas que persisten en la investigación de base y aplicada sobre estas sociedades pesqueras. El ordenamiento pesquero, la gobernanza ambiental, la economía

azul y los modelos de manejo participativo se presentan como paradigmas hacia la sustentabilidad pesquera, el bienestar social y la participación de los actores sociales de la pesca.

Cada vez más, el turismo forma parte de las localidades y regiones costeras. Cuando el desarrollo turístico se “gesta” e involucra a las personas de las localidades, en particular a las familias de pescadores, pueden generarse sinergias que aminoran la vulnerabilidad. Cuando el turismo es una actividad incentivada desde fuera de la población de las localidades, suele convertirse en una competencia por el territorio y los recursos locales.

La reducción de los recursos pesqueros, la competencia por éstos, la pesca ilegal, la falta de créditos y subsidios gubernamentales, la ausencia de asistencia técnica, las vedas y la falta de permisos de pesca para algunas especies, la deficiencia de equipo de trabajo, así como aspectos “externos” a las comunidades y organizaciones pesqueras como huracanes, temblores, tsunamis, El Niño, La Niña, el cambio climático, los florecimientos algales nocivos (marea roja), la contaminación del mar, el mal tiempo y las mortandades de recursos, constituyen los problemas más comunes identificados en las comunidades pesqueras y señalados por las y los pescadores en éstas.

El narcotráfico, el consumo de alcohol y otras drogas, el paramilitarismo, la violencia y la inseguridad, así como la persecución de ambientalistas son asuntos no generalizados, pero sí presentes en toda la región.

Las comunidades pesqueras de esta región están entre las poblaciones con mayores grados de pobreza y precariedad en toda la región.

Conclusiones

De acuerdo con la revisión realizada, la pesca artesanal es una actividad que sustenta los modos de vida (económica y socioculturalmente) de las regiones costeras en el mundo y, como se ha mostrado, con sus especificidades para la región de América Latina y el Caribe. Esta actividad no sólo provee alimentos a las familias y localidades de las y los pescadores, sino que, por lo general, sus productos llegan a diversos mercados regionales, nacionales e internacionales, sobre todo asiáticos.

Lograr un desarrollo pesquero responsable orientado a un aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y al mayor bienestar de las poblaciones que trabajan y subsisten de esta actividad, sigue siendo un reto, aunque con casos locales exitosos en toda la región. Se considera que poner atención en aspectos como la participación de las mujeres y de los pueblos indígenas y étnicos en las investigaciones, los instrumentos de conservación y manejo de recursos pesqueros, así como en el diseño y la instrumentación de las políticas pesqueras traerá consigo una mejor comprensión de estas realidades y, por consiguiente, mayor éxito de las estrategias de manejo y bienestar puestas en marcha.

Se recomienda el desarrollo de un repositorio que concentre los documentos sobre la pesca artesanal o en pequeña escala, la lectura obligada de los avances y resultados de investigación publicados en el idioma de la región de estudio, así como espacios de divulgación de éstos. Esto podría abonar a una mayor comunicación, discusión e interacciones entre las y los académicos y públicos interesados en el tema, como las propias comunidades y organizaciones pesqueras.

Agradecimientos

La autora y los autores agradecen a Nippon Foundation Ocean Nexus Center at EarthLab, University of Washington, así como a las/los lectores anónimos que permitieron mejorar el artículo con sus recomendaciones y comentarios.

Literatura citada

- Alcalá G. (ed.). 2011. *Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política*. Facultad de Ciencias, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación-Sisal, Yucatán, UNAM. México. Vol. I: 376p. y Vol. II: 415p.
- Álvarez M, G Stuardo, N Collao, C Gajardo. 2017. La visualización femenina en la pesca artesanal: transformaciones culturales en el sur de Chile. *Polis, Revista Latinoamericana* 16(46): 175-191. DOI: 10.4067/S0718-65682017000100175.
- Barragán-Paladines M. 2017. The *Buen Vivir* and the small-scale fisheries guidelines in Ecuador: A comparison. *En: S Jentoft, R Chuenpagdee, MJ*

- Barragán-Paladines, N Franz (eds.). *The small-scale fisheries guidelines. Global Implementation*. Springer MARE Publication Series 14: 695-715. DOI: 10.1007/978-3-319-55074-9_33.
- Basurto X, S Gelcich, E Ostrom. 2013. The social-ecological system framework as a knowledge classificatory system for benthic small-scale fisheries. *Global Environmental Change* 23(6): 1366-1380. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2013.08.001.
- Carbajal Marquez EA, LP Sierra Castillo, EA López Irías. 2017. Diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en la Bahía de Tela. *Revista Portal de la Ciencia* 12: 36-50. DOI:10.5377/pc.v12i0.5516.
- Castellanos-Galindo GA, LA Zapata Padilla. 2019. Small-Scale Fisheries on the Pacific Coast of Colombia: Historical Context, Current Situation, and Future Challenges. En: S Salas, MJ Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). *Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and The Caribbean*. Springer MARE Publication Series 19: 79-100. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0_4.
- Ceballos Cardona M, F Ther Ríos. 2011. Transformaciones en las economías pesquero-artesanales contemporáneas: el caso de las localidades de Cucao y Tenaún (Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos, Chile). *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 20(2): 61-75. DOI:10.15446/rcdg.v20n2.27182.
- Chuenpagdee R, S Salas, MJ Barragán-Paladines. 2019. Big Questions About Sustainability and Viability in Small-Scale Fisheries. En: S Salas, MJ Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). *Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and The Caribbean*. Springer MARE Publication Series 19: 3-14. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0_1.
- Cisneros-Montemayor AM, MA Cisneros-Mata 2018. A medio siglo de manejo pesquero en el noroeste de México, el futuro de la pesca como sistema socioecológico. *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad* 39(153): 99-127. DOI: 10.24901/rehs.v39i153.392
- Cisneros-Montemayor A, D Pauly, L Weatherdon, O Yoshitaka. 2016. A Global Estimate of Seafood Consumption by Coastal Indigenous Peoples. *PLoS ONE* 11(12): e0166681. DOI: 10.1371/journal.pone.0166681.
- COBI. 2020. *Resiliencia de las comunidades pesqueras de México ante COVID-19. Impactos económicos y sociales*. Comunidad y Biodiversidad A. C. México. 7p.
- Cruz-Torres ML. 2012. Contested Livelihoods. Gender, fisheries, and resistance in northwestern Mexico. En: ML Cruz-Torres, P McElwee (eds.). *Gender and Sustainability: Lessons from Asia and Latin America*. University of Arizona Press. EEUU. vol. 9780816599479: 207-228.
- De Oliveira Leis M, MJ Barragán-Paladines, A Saldaña, D Bishop, J Hong Jin, V Kereži, M Agapito, R Chuenpagdee. 2019. Overview of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean: Challenges and prospects. En: S Salas, MJ Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). *Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and The Caribbean*. Springer MARE Publication Series 19: 15-47. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0_2.
- Delgado Ramírez CE. 2009. Los Pescadores Seri, Yaqui Y Kineños: Un estudio comparativo sobre la inserción del capitalismo en tres comunidades pesqueras del Golfo de California. Tesis de Maestría en Antropología Social. Escuela Nacional de Antropología e Historia-Unidad Chihuahua/CIESAS. México. 172p.
- Delgado Ramírez CE. 2021. Entre jaiba, camarón, sardina y erizo: mujeres en la producción pesquera y la reproducción social en el noroeste de México. *Revista Latinoamericana de Antropología del Trabajo* 5(12): 235-258.
- Donoso C, C Molina, D Valdés, I Ortiz. 2016. Pasado y presente de las algueras de Coliumo y Cocholgüe. Una descripción de la relación entre género, economía e identidad. *Antropologías del Sur* 3(5): 85-102. DOI: 10.25074/rantros.v3i5.815.
- Doyon S. 2011. Pesca para la revolución: transformaciones y adaptaciones en la industria pesquera cubana. En: G Alcalá (ed.). *Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política*. UNAM. México. II: 285-316.
- Espinosa-Romero M, J Torre, J Zepeda, F Vergara-Solana, S Fulton. 2017. Civil society contributions to the implementation of the small-scale fisheries guidelines in Mexico. En: S Jentoft, R Chuenpagdee, MJ Barragán-Paladines, N Franz (eds.). *The small-scale fisheries guidelines. Global Implementation*. Springer MARE Publication Series 14: 423-449. DOI: 10.1007/978-3-319-55074-9_20.
- Espinoza-Tenorio A, LC Bravo Peña, SJ Serrano-Guzmán, JA Ronsón Paulín, MA Ahumada-Sempoal, P Cervantes-Hernández, E Robles Zavala, P Fuentes, AR Guerra Mendoza, MI Gallardo-Berumen. 2011. La diversidad étnica como factor de planeación pesquera artesanal: Chontales, huaves y zapotecas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. En: G Alcalá (ed.). *Pescadores en América Latina y el Caribe:*

- espacio, población, producción y política*. UNAM. México. I: 167-216.
- Ferrero B. 2011. La gestión comunitaria de la pesca en el bajo Paraná Argentino. Un estudio de caso con pescadores artesanales. *En: G Alcalá (ed.). Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política*. UNAM. México. I: 25-48.
- Fulton S, A Hernández-Velasco, A Suárez-Castillo, F Fernández-Rivera Melo, M. Rojo, A Sáenz-Arroyo, A. Hudson Weaver, R Cudney-Bueno, F Micheli, J Torre. 2019. From fishing fish to fishing data: the role of artisanal fishers in conservation and resource management in Mexico. *En: S Salas, MJ Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and The Caribbean*. Springer MARE Publication Series 19: 151-175. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0_7.
- Gavaldón H, J Fraga. 2011. Rompiendo esquemas tradicionales en la pesca artesanal: las mujeres trabajadoras del mar en San Felipe, Yucatán, México. *En: G Alcalá (ed.). Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política*. UNAM. México. II: 15-47.
- Giannini V. 2011. Can Fishers' virtuous behavior improve large marine ecosystem health? *En: RE Ommer, RI Perry, KL Cochrane, P Cury (eds.). World Fisheries. A Social-Ecological Analysis*. Wiley-Blackwell. EEUU. pp: 310-321. DOI: 10.1002/9781444392241.ch18.
- González M. 2017. Beyond the small-scale fisheries guidelines: tenure rights and informed consent in indigenous fisheries of Nicaragua. *En: S Jentoft, R Chuenpagdee, MJ Barragán-Paladines, N Franz (eds.). The small-scale fisheries guidelines. Global Implementation*. Springer MARE Publication Series 14: 191-212. DOI: 10.1007/978-3-319-55074-9_10.
- Gutiérrez Zavala RM, E Cabrera Mancilla. 2012. *La pesca ribereña de Guerrero*. Instituto Nacional de Pesca. México. 88p.
- Hernández-Santana G, NE Narchi. 2018. The Seri Traditional Food System: Cultural Heritage, Dietary Change, and the (Re) Awakening of Dietary Resilience Among Coastal Hunter-Gatherers in the Mexican Northwest. *En: L Price, N Narchi (eds.). Coastal Heritage and Cultural Resilience. Ethnobiology*. Springer, Cham. Switzerland. pp: 135-182. DOI: 10.1007/978-3-319-99025-5_7.
- Huitric M. 2005. Lobster and conch fisheries of Belize: a history of sequential exploitation. *Ecology and Society* 10(1): 1-21.
- Idrobo CJ. 2018. Adapting to environmental change through the lens of social wellbeing: improvements and trade-offs associated with a small-scale fishery on the Atlantic Forest coast of Brazil. *En: D Johnson, T Acott, N Stacey, J Urquhart (eds.). Social Wellbeing and the Values of Small-scale Fisheries*. Springer, Cham. MARE Publication Series 17: 75-96. DOI: 10.1007/978-3-319-60750-4_4.
- Kronik J, D Verner. 2011. Indigenous peoples of the Caribbean and Central America. *En: J Kronik, D Verner (eds.). Indigenous Peoples and Climate Change in Latin America and the Caribbean*. The World Bank. EEUU. pp: 71-96.
- Luque Agraz D, S Doode Matsumoto 2010. Los comcáac (seri): hacia una diversidad biocultural del Golfo de California y estado de Sonora. *Estudios Sociales* 17(núm. esp.): 273-301.
- Macedo G de Mattos S, MJ Wojciechowski, AE Macnaughton, GHG da Silva, AM Lima R Maia, J Carolsfeld. 2017. Implementing the small-scale fisheries guidelines: lessons from brazilian clam fisheries. *En: S Salas, MJ Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and The Caribbean* Springer MARE Publication Series 19: 473-493. DOI: 10.1007/978-3-319-55074-9_22.
- Marín Guardado G. 2020. Pesca artesanal, comunidad y administración de recursos pesqueros. Experiencias en la costa de Michoacán, México. *Gazeta de Antropología* 23(20): DOI: 10.30827/Digibug.7041
- Martín Parada A, S Elizondo Mora, Y Mejías San Lee, J Espinoza Rodríguez, JI Rodríguez Araya. 2018. *Análisis socioeconómico de las comunidades de pesca a pequeña escala que traslapan con la flota de arrastre en el litoral Pacífico de Costa Rica*. Fundación MarViva y Escuela de Economía de la Universidad Nacional de Costa Rica. Costa Rica. 103p.
- McCay BJ, W Wiesman, C Creed. 2011. Coping with environmental change. Systemic responses and the roles of property and community in three fisheries. *En: RE Ommer, RI Perry, KL Cochrane, P Cury (eds.). World Fisheries. A Social-Ecological Analysis*. Wiley-Blackwell. EEUU. pp: 381-400. DOI: 10.1002/9781444392241.ch1.
- McGoodwin J. 2002. Comprender las culturas de las comunidades pesqueras. Clave para la ordenación pesquera y la seguridad alimentaria. *FAO Documento Técnico de Pesca* 401.
- Morán Angulo RE. 2011. Entre cuerdas, cimbras y chinchorros: la dimensión humana de la pesca ribereña costera en Mazatlán, Sinaloa, México.

- En: G Alcalá (ed.). *Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política*. UNAM. México. I: 253-286.
- Navarro A. 2011. De pescadoras libres a pescadoras reguladas. La pesca artesanal ribereña de la curvina golfinia entre mujeres indígenas Cucapá. En: G Alcalá (ed.). *Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política*. UNAM. México. II: 219-250.
- O’Riordan B. 2006. Las comunidades de pescadores artesanales en el siglo XXI. *Ecología Política* 32: 119-122.
- Perea Blázquez A, F Flores Palacios. 2016. Participación de las mujeres en la pesca: nuevos roles de género, ingresos económicos y doble jornada. *Sociedad y Ambiente* 1(9): 121-141. DOI: 10.31840/sya.v0i9.1636.
- Ponce Díaz G, LF Beltrán Morales, S Hernández Vázquez, E Serviere Zaragoza. 2009. Pesca ribereña: retos y oportunidades en un entorno adverso. En: Urciaga García JI, LF Beltrán Morales, D Lluch Belda (eds.). *Recursos marinos y servicios ambientales en el desarrollo regional*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC/Universidad Autónoma de Baja California Sur/Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN. México. 8: 177-196.
- Ramírez AH, FJ Verduzco. 2016. El papel del estado en la configuración de la realidad actual de las sociedades pesqueras en México. *Antropologías del Sur* 3(5): 125-139. DOI: 10.25074/rantros.v3i5.817.
- Saavedra-Díaz LM, S Jentoft. 2017. The role of the small-scale fisheries guidelines in reclaiming human rights for small-scale fishing people in Colombia. En: S Jentoft, R Chuenpagdee, MJ Barragán-Paladines, N Franz (eds.). *The small-scale fisheries guidelines. Global Implementation*. Springer MARE Publication Series 14: 573-594. DOI: 10.1007/978-3-319-55074-9_27.
- Sabau G. 2017. Costa Rica: a champion of the small-scale fisheries guidelines. En: S Jentoft, R Chuenpagdee, MJ Barragán-Paladines, N Franz (eds.). *The small-scale fisheries guidelines. Global Implementation*. Springer MARE Publication Series 14: 355-377. DOI: 10.1007/978-3-319-55074-9_17.
- Salas S, MJ Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). 2019. *Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin American and The Caribbean*. Springer International Publishing. MARE Publication Series 19: 574p. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0.
- Salas S, R Chuenpagdee, MJ Barragán-Paladines. 2019. Driver and prospects for the sustainability and viability of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. En: S Salas, MJ Barragán-Paladines, R Chuenpagdee (eds.). *Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and The Caribbean*. Springer MARE Publication Series 19: 543-559. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0_23.
- Salas S, G Mexicano-Cíntora, MA Cabrera. 2006. *¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán? Tendencias, Retos y Perspectivas*. CINVESTAV-Unidad Mérida. México. 97p.
- Santos A. 2015. Fisheries as a way of life: gendered livelihoods, identities, and perspectives of artisanal fisheries in eastern Brazil. *Marine Policy* 62: 279-288. DOI: 10.1016/j.marpol.2015.09.007.
- Saunders FP, GL Gallardo-Fernández, T Van Tuyen, S Raemaekers, B Marciniak, R Díaz Plá. 2016. Transformation of small-scale fisheries critical transdisciplinary challenges and possibilities. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 20: 26-31. DOI: 10.1016/j.cosust.2016.04.005.
- Smith H, X Basurto. 2019. Defining small-scale fisheries and examining the role of science in shaping perceptions of who and what counts: A systematic review. *Frontiers in Marine Science* 6(236): 1-19. DOI: 10.3389/fmars.2019.00236.
- Soares LK. 2017. Walking the talk of the small-scale fisheries guidelines in Jamaica. En: S Jentoft, R Chuenpagdee, MJ Barragán-Paladines, N Franz (eds.). *The small-scale fisheries guidelines. Global Implementation*. Springer MARE Publication Series 14: 115-137. DOI: 10.1007/978-3-319-55074-9_7.
- Solano N, I López-Ercilla, FJ Fernández-Rivera Melo, J Torre. 2021. Unveiling Women’s Roles and Inclusion in Mexican Small-Scale Fisheries (SSF). *Frontiers in Marine Science* 7: 617965. DOI: 10.3389/fmars.2020.617965.
- Solís V, P Madrigal, D Barguil. 2011. Sones que se van al mar y estrategias de manejo para la sobrevivencia: un ejemplo de cómo también en Centroamérica se trata de rescatar la identidad cultural de la pesca artesanal. En: G Alcalá (ed.). *Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política*. UNAM. México. II: 49-80.
- Teh LCL, D Pauly. 2018. Who brings in the fish? The relative contribution of small-scale and industrial fisheries to food security in Southeast Asia. *Frontiers in Marine Science* 5: 44. DOI: 10.3389/fmars.2018.00044.
- Tello-Fernández E, OA Montes-Vega. 2018. Transforming Fisheries in la Costa Chica of

- Oaxaca: Fishers, Socio-Spatial Organization, and Natural Resources. *En*: L Price, N Narchi (eds.). *Coastal Heritage and Cultural Resilience. Ethnobiology*. Springer, Cham. Switzerland. pp: 183-208. DOI: 10.1007/978-3-319-99025-5_8.
- Torre J, F Fernández-Rivera Melo. 2018. Acción sin daño: un análisis de las intervenciones de una organización de la sociedad civil ambientalista en comunidades costeras del noroeste de México. *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad* 39(153): 69-97. DOI: 10.24901/rehs.v39i153.391.
- Trimble M, F Berkes. 2015. Towards adaptive co-management of small-scale fisheries in Uruguay and Brazil: lessons from using Ostrom's design principles. *Maritime Studies* 14(14): 1-20. DOI: 10.1186/s40152-015-0032-y.
- Velázquez Morales C. 2007. Japoneses y pesca en la península californiana 1912-1941. *México y la Cuenca del Pacífico* 10(29): 73-90.
- Vierros MK, AL Harrison, MR Sloat, G Ortuño Crespo, JW Moore, DC Dunn, Y Ota, AM Cisneros-Montemayor, GL Shillingeri, TK Watson, H Govan. 2020. Considering Indigenous Peoples and local communities in governance of the global ocean commons. *Marine Policy* 119: 104039. DOI: 10.1016/j.marpol.2020.104039.
- Villanueva García Benitez J, A Flores-Nava. 2019. The contribution of small-scale fisheries to food security and family income in Chile, Colombia, and Peru. *En*: S Salas, MJ Barragán-Paladines, R Chuenpagee (eds.). *Viability and sustainability of small-scale fisheries in Latin America and The Caribbean*. Springer MARE Publication Series 19: 329-351. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0_14.
- Wiefels R. 2005. Presente y futuro de los mercados de pescado y productos pesqueros de la pesca a pequeña escala. Enfocado especialmente en los casos de México, Perú y Brasil. INFOPECA/FAO. Roma. 36p.
- Zepeda Dominguez JA, A Espinoza Tenorio. 2018. Lessons of governance from traditional fisheries: the huaves de San Francisco del Mar Pueblo Viejo, Oaxaca. *En*: L Price, N Narchi (eds.). *Coastal Heritage and Cultural Resilience. Ethnobiology*. Springer, Cham. Switzerland. pp: 63-77. DOI:10.1007/978-3-319-99025-5_4.

Recibido: 1 de abril de 2022

Aceptado: 19 de julio de 2022

Aviso de arribo

Propuesta de Política de Desarrollo del Sector Pesquero para Baja California Sur

Proposal of a Policy for the Development of the Fishing Sector in Baja California Sur

*Martín Salgado-Mejía**

Resumen

Con base en el análisis y la síntesis de la información recabada en 74 talleres participativos acerca de la problemática y las propuestas de acción del sector pesquero durante cinco años de trabajo de campo (2014-2018), se presenta esta herramienta de planeación que consiste en una propuesta de Política de Desarrollo Pesquero para Baja California Sur (BCS), compuesta de siete programas territoriales de los cuales emanan los proyectos, tanto de bienes de inversión privada como de bienes públicos. Se muestra de forma breve una Matriz de Indicadores de Resultados (MIR) general para las siete regiones identificadas y se presentan las principales conclusiones y recomendaciones, con el objetivo de proponer un instrumento de planeación que consiste en una política para impulsar la productividad¹ en los sectores pesquero y acuícola en BCS mediante inversión en capital físico, humano y tecnológico que garantice la seguridad alimentaria en BCS.

Palabras clave: Programa público, planeación participativa, metodología marco lógico, pesca ribereña

Abstract

A proposal of a Policy for the Development of the Fishing Sector in Baja California Sur, composed by seven Territorial Programs and a variety of investment projects of Capital Goods and Public Goods is presented. A Result Indicators Matrix (MIR) for the whole Policy was obtained, and a brief discussion of the actions defined, is carried out. The potential impact and the general conditions needed to assure the success of this Policy are summarized. The objective of this policy is to propel the productivity in the fishing sector, through physical, human, and technological capital investments.

Keywords: Public policy and program, territorial program, user participation, logical project framework methodology, fishing sector

Introducción

Uno de los principales resultados del Encuentro de Diálogo para el Rescate del Sector Pesquero y Acuícola es que se identificó, en términos generales, que el problema central en los sectores pesca y acuicultura es que sus productores presentan escasa productividad, lo que conlleva a bajos niveles de ingresos que no permiten su desarrollo socioeconómico (DOF 2020b). En Baja California

Sur (BCS), como en todo el país, esta problemática afecta de manera negativa a los trabajadores de la pesca y la acuicultura, sobre todo de aquellos que están en las zonas rurales, lo que incide de manera perjudicial en la baja disponibilidad de productos que contribuyan a su seguridad alimentaria, debido al aislamiento geográfico y las malas condiciones de sus vías de comunicación, en la imposibilidad de mantener su empleo y/o realizarlo en condiciones adecuadas y en no tener de manera constante y segura una fuente de ingresos económicos, lo que provoca la migración de la población pesquera. En este sentido, se han diseñado programas que pretenden revertir estas inercias en apego a los principios y la visión del PND hacia 2024 (DOF 2020b). Sin embargo, para lograr este objetivo es necesario tener una política

* Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera La Paz-INAPESCA. Carretera a Pichilingue km 1. Col. El Esterito, 23022 La Paz, BCS. ✉ martin.salgado@INAPESCA.gob.mx

1. El objetivo de la productividad es medir la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, entendiendo por eficiencia el hecho de obtener el mejor o máximo rendimiento utilizando un mínimo de recursos.

sectorial de la pesca ribereña por entidad federativa, para incrementar el grado de capitalización de las unidades económicas (UE) productivas, mediante programas territoriales de sustentabilidad. En el diseño de esta política sectorial, la participación de los usuarios en las comunidades es importante para identificar los asuntos de preocupación real que pueden afectarlas y hacer posible la colecta de información más detallada y un análisis más significativo dirigido a problemas productivos clave, con resultados que sean más probables de ser aceptados y respaldados por esas comunidades (BRSAFF 2005). En México, ya se ha desarrollado este tipo de estudios con la participación de los usuarios en la identificación de problemas y soluciones con el objetivo de que ellos mismos diseñaran y se impusieran esquemas de rotación estacional en la cosecha de ostión (De la Cruz *et al.* 2018); además de otro estudio con el fin de caracterizar el manejo de los recursos naturales y estimar los beneficios de uso directo en un Área Natural Protegida (Aguilar-Cordero *et al.* 2012) y uno más para capacitar a pescadores ribereños y actores clave de la pesca en regulaciones pesqueras (Meza-Monge *et al.* 2015). En la cuestión de la gobernanza, se puede mencionar de manera breve que en BCS la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) es la agencia federal que regula los recursos pesqueros mediante el otorgamiento de permisos y concesiones. En la escala local de gobernanza, las cooperativas afiliadas a la FEDECOOP que poseen concesiones para recursos de alto valor comercial (langosta y abulón), han desarrollado un sistema de derechos de uso basado en la cooperación, lo que les otorga derechos de pesca de áreas delimitadas especificadas en las concesiones. Los miembros del resto de las cooperativas no pueden hacer uso de estos recursos. Las regulaciones federales están especificadas en las 22 fichas contenidas en la Carta Nacional Pesquera (CNP), así como el manejo en cuatro planes de manejo pesquero (PMP) que tienen injerencia en los recursos de este estado. Las reglas internas de cada cooperativa están basadas en procedimientos de elección, aunque esto requiere revisión al respecto. El sistema de gobernanza a escala local está soportado por la Ley General de Acuacultura Sustentable y las sanciones a escala federal son ejecutadas por la CONAPESCA en visitas de sus oficiales de pesca a

las áreas. Derivado de lo anterior, la participación de los usuarios de los recursos pesqueros en el diseño de los instrumentos de política pública debe ser una condición para fortalecer la gobernanza en sus comunidades y promover la productividad del sector.

Este trabajo presenta la información colectada en 74 talleres participativos con miembros del sector productivo a lo largo de cinco años en 15 comunidades costeras agrupadas en siete regiones en BCS. En cada evento se observaron las problemáticas reales de los participantes. En el análisis de esta información se utilizó la Metodología de Marco Lógico (MML) (Ortegón *et al.* 2005) y la de Planeación Estratégica, que consistieron ambas, inicialmente en la descripción de la problemática y las soluciones propuestas de manera participativa en cada una de las siete regiones seleccionadas para así construir una Matriz de Indicadores de Resultados (MIR)² para todo el periodo. Con estos resultados se elaboró una propuesta de Política de Desarrollo Pesquero para BCS que impulsara la productividad en el sector pesquero y en el acuícola. Esta Política se compone de siete programas territoriales, de los cuales emanan los proyectos, tanto de bienes de inversión privada como de bienes públicos. Por último, se muestran las conclusiones sobre las propuestas de acción (con base en la MIR) y las recomendaciones generales que deberán cumplirse para instrumentar esta Política. El objetivo general de este trabajo es plantear un instrumento de planeación con la metodología para la elaboración de políticas, programas y proyectos públicos (SHCP 2020a,³ 2020b,⁴ 2020c,⁵

2. El objetivo principal al construir una MIR es establecer y estructurar cuatro ámbitos: el problema central resuelto a escala Propósito; los fines a escala Fin; los medios a escala componente; y las acciones en actividades, así como describir sus indicadores, medios de verificación y supuestos para cada ámbito.
3. SHCP. 2020a. Diplomado. Presupuesto basado en Resultados 2020. Módulo 1: Finanzas públicas y Planeación Nacional. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Unidad de Evaluación del Desempeño (UED), México.
4. SHCP. 2020b. Diplomado. Presupuesto basado en Resultados 2020. Módulo II (Parte I). Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Unidad de Evaluación del Desempeño (UED) México.
5. SHCP. 2020c. Diplomado. Presupuesto basado en Resultados 2020. Módulo II (Parte 2). Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Unidad de Evaluación del Desempeño (UED), México.

2020d,⁶ 2021)⁷ que consiste en una política para impulsar la productividad (que sería la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, entendiendo por eficiencia el hecho de obtener el mejor o el máximo rendimiento con un mínimo de recursos) en el sector pesquero y en el acuícola en BCS mediante inversión en capitales físico, humano y tecnológico que se traduzcan en el incremento de su bienestar social. Es decir, la identificación y la evaluación de los efectos de esta actividad en la sociedad relacionados, de alguna manera, con el grado de satisfacción general que perciben, tanto pescadores como actores clave, por realizar esta actividad, ya sea como única o en conjunto con otras.⁸

Materiales y métodos

La información utilizada en este trabajo proviene de 74 talleres participativos realizados en ambas costas del estado de BCS. En ellos participaron 2 041 beneficiarios, entre directivos, personal administrativo, socios y pescadores afiliados a alguna unidad económica pesquera. Cada taller tuvo una duración de dos días de agosto a diciembre de 2014 a 2018, en 15 localidades distribuidas en ambas costas del estado de BCS (Fig. 1).

En cada taller se desarrollaron tres etapas de planeación participativa: *i*) diagnóstico general de la problemática de la pesca en las comunidades aledañas a la localidad sede donde se realizó cada taller, aplicándose las técnicas de lluvia de ideas y de escenarios;⁹ *ii*) propuesta de soluciones a los principales problemas detectados y *iii*) la construcción de un programa de trabajo a corto plazo para instrumentar las acciones seleccionadas y priorizadas en la segunda etapa. El desarrollo de los tres momentos en cada taller (problemática,

6. SHCP. 2020d. Diplomado. Presupuesto basado en Resultados 2020. Módulo II (Parte 3). Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Unidad de Evaluación del Desempeño (UED), México
7. SHCP. 2021. Modelo de términos de referencia para la evaluación en materia de diseño. Aplicable a evaluaciones cuya instancia de coordinación es la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Documento interno SHCP. México.
8. Para este caso, el *bienestar social*, puede ser definido sencillamente como “la valoración que hacemos de las circunstancias y el funcionamiento dentro de la sociedad” (Keyes 1998).

9. Esta técnica tiene como objetivo construir representaciones del pasado, actual o base y de los futuros posibles con base en condiciones reales y en condiciones deseables.

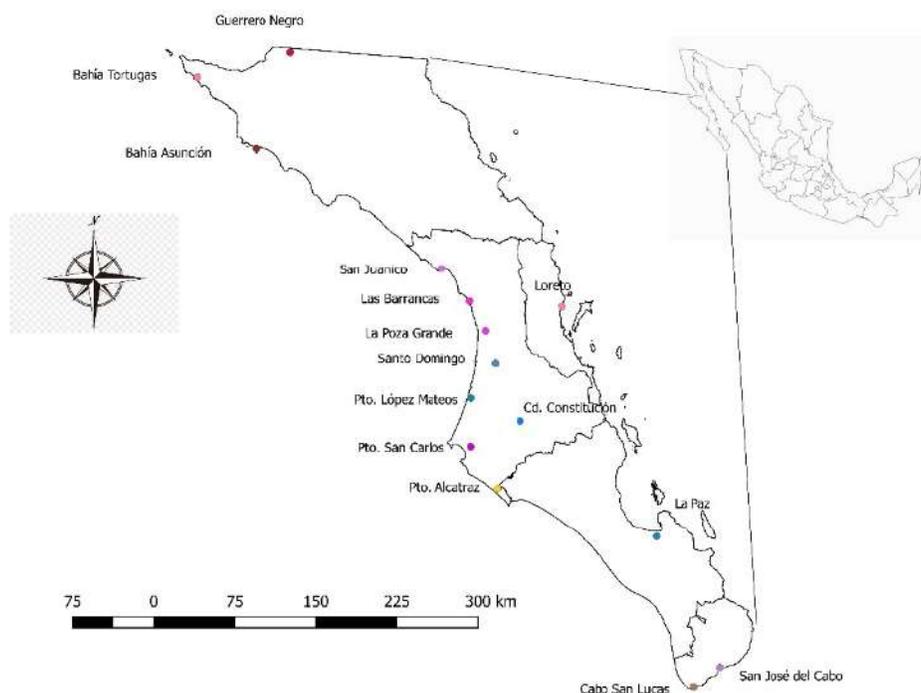


Fig. 1. Macro localización del área de estudio y localidades sede donde se llevaron a cabo los eventos de colecta de información en Baja California Sur.

búsqueda de soluciones y elaboración de un plan de trabajo) se homologó metodológicamente al proceso de instrumentación de las tres etapas del Diseño de Políticas Públicas (árbol de problemas, árbol de objetivos y MIR) recomendado por la Unidad de Evaluación de Desempeño (UED) de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). Todo este procedimiento fue llevado a cabo basado en metodologías de Planeación Estratégica y MML¹⁰ (Ortegón *et al.* 2005). La MIR constituye una herramienta de planeación estratégica que en forma resumida, sencilla y armónica (en una matriz de 4x4) establece con claridad los objetivos de la política o el programa (resumen narrativo) y su alineación con aquellos de la planeación nacional, estatal, municipal o sectorial; incorpora los indicadores que miden los objetivos y resultados esperados; identifica los medios para obtener y verificar la información de los indicadores; así como los supuestos que deberán presentarse para el cumplimiento de los objetivos; todo ello en cuatro diferentes ámbitos: fin, propósito, componentes y actividades (SHCP 2020c). Las fichas técnicas de los indicadores no forman parte de este documento.

El contenido de este documento se enfoca en presentar los resultados, análisis y discusión de los principales hallazgos de la problemática y soluciones encontradas mediante la aplicación de la MML (que incluye la definición del problema central, el análisis del problema y de los objetivos y la selección de alternativas), mostrando únicamente como producto la MIR (SHCP 2020a) resultante para todo el estado como instrumento de planeación. En un inicio se describen los criterios usados para definir la propuesta de regionalización en BCS, de acuerdo con las presentadas por Díaz-Uribe *et al.* (2013) y Leslie *et al.* (2015), con el objetivo de agrupar las localidades pesqueras en regiones en las que se basarán los programas territoriales. A continuación, según la MML, se define el problema central de manera general y posteriormente se exponen los principales hallazgos de la problemática y soluciones encontradas en cada una de las regiones previamente mencionadas.

A continuación, a manera de síntesis y con base en estos resultados, se elabora la propuesta de una MIR para toda el área de estudio, se discute cada uno de los ámbitos de esta matriz: fin y propósito; cinco componentes (organización, comercialización, inversiones, alternativas y normatividad) y se llega hasta las propuestas de actividades que deberán llevarse a cabo para lograr los componentes diseñados. Posteriormente se presenta el modelo general de esta política, los siete programas regionales que la componen y los proyectos de inversión que se derivan de cada programa. Finalmente, se muestran las principales conclusiones y recomendaciones.

Resultados

Regionalización

Durante todo el periodo de estudio se llevaron a cabo 74 talleres participativos en 15 diferentes localidades (Fig. 1) distribuidas en ambas costas de BCS, con la concurrencia de 2 041 beneficiarios de las comunidades cercanas a donde se llevaron a cabo los eventos de colecta de información. La regionalización que se ha definido para este análisis es una síntesis de las propuestas por Díaz-Uribe *et al.* (2013) y Leslie *et al.* (2015) y de los resultados del presente estudio. El trabajo de Díaz-Uribe *et al.* (2013) se basa en evaluar la similitud entre las capturas registradas por oficina de pesca, mediante un análisis de agrupación jerárquica de Ward (modo q) basado en la composición de las capturas arribadas; mientras que Leslie *et al.* (2015) definen 12 regiones con base en datos de la literatura especializada, información económica y ambiental gubernamental y a partir del conocimiento experto de pescadores, tomadores de decisiones sobre manejo y de conservación, así como de investigadores. Resultaron, para este análisis, siete regiones, que fueron nombradas de la siguiente forma: *i*) Guerrero Negro; *ii*) Pacífico Norte; *iii*) Golfo de Ulloa; *iv*) Bahía Magdalena; *v*) Los Cabos; *vi*) el municipio de La Paz; y *vii*) Loreto (Corredor San Cosme-Punta Coyote). La representación geográfica de estas regiones se muestra en la *figura 2*.

10. Instrumento de planeación que abarca desde la conceptualización y el diseño de un programa o proyecto, hasta el establecimiento de parámetros claros para llevar a cabo el seguimiento y la evaluación.

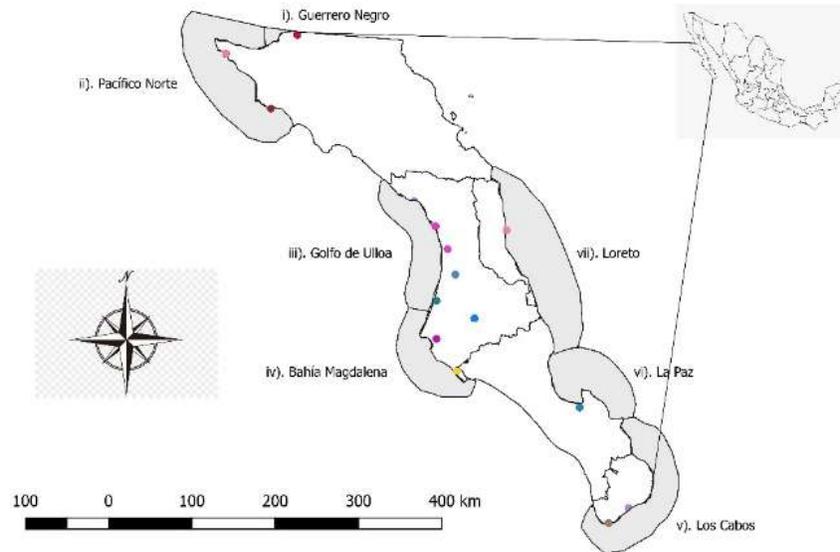


Fig. 2. Regiones de identificadas en Baja California Sur en este trabajo.

Definición y análisis del problema central

En la definición del problema se consideraron tres elementos fundamentales e indispensables para la elaboración de la política pública (SHCP 2020b): *a)* Identificar correctamente el problema público que se busca resolver; *b)* Elaborar un diagnóstico del problema público (en otras palabras, determinar la magnitud del problema identificado, donde los pescadores definieron las causas raíz, así como las propuestas de soluciones) y *c)* Determinar el alcance. De esta forma, se estableció de manera clara, objetiva y concreta cuál es el problema o la necesidad no atendidos que originan o motivan el requerimiento de la intervención gubernamental, tomando en cuenta los resultados del Diálogo para el Rescate del Sector Pesquero y Acuícola, al plan sectorial de la CONAPESCA, además de los resultados aquí encontrados, que se refieren a la baja productividad del sector. Para la elaboración del diagnóstico del problema público, en las siguientes secciones se describe la problemática con relación al complejo causal (causas secundarias) y las soluciones o propuestas de acción encontradas de manera participativa en cada región. Finalmente, para determinar el alcance se integró otra parte indispensable de la realidad del problema público en torno a las inversiones necesarias, tanto en inversiones de capital como en conocimiento, ya que dependerá de estos factores el alcance que tenga esta

intervención. A raíz de los hallazgos encontrados en este análisis y siguiendo la metodología para la identificación del problema central propuesta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP 2020a), se tiene que la descripción del problema público que afecta a los pescadores de Baja California Sur (la población objetivo) es realmente la baja productividad (situación no deseada) resultado de la disminución de recursos disponibles y por no aprovecharlos de forma sustentable (SHCP 2021), además de la falta de unión que prevalece en el sector pesquero y por efecto de la pesca ilegal, lo que redundará en bajos niveles de ingresos y, por lo tanto, merma del grado de bienestar social.

Diagnóstico de la problemática general

En 90% de los eventos de colecta de información realizados durante el periodo de estudio (2014 a 2020), la problemática declarada por los participantes versó acerca de tres asuntos principales: *a)* disminución de las poblaciones de los recursos pesqueros; *b)* la desunión que existe entre el sector pesquero y *c)* la pesca ilegal. De manera general para las especies más importantes en cada región, los participantes estuvieron de acuerdo en que la captura de los recursos de su área de trabajo ha disminuido. Los resultados del ejercicio de escenarios de la pesca (pasado, actual y futuro) fueron consistentes. En opinión de los participantes, los porcentajes de decremento de la captura varían

entre 40% y 60%, en promedio. De manera contraria, los costos, tanto de capital (activos fijos, por ejemplo, una embarcación de 24' que hoy día cuesta cerca de \$210 000 MN y un motor fuera de borda de 110 HP con valor actual de \$290 000 MN), como de operación de las actividades de extracción (por ejemplo, el combustible que ha aumentado 60% en los últimos diez años) se han incrementado de forma considerable (en promedio entre 40% a 50%), al grado de que las ganancias netas por la venta de sus productos pesqueros han decaído entre 30% y 50%. Es importante recalcar que debido a que la mayor parte de los participantes fue de pescadores y algunos directivos de cooperativas, la opinión acerca de la comercialización fue que la mayor parte se lleva a cabo en playa y, por lo general, los productos no tienen valor agregado. Otro tipo de costo que por lo general no se ha contabilizado, pero que también ha aumentado de manera considerable en los últimos años, es la inversión relativa al pago por la obtención de los permisos y concesiones y sus costos asociados, como el transporte y la alimentación que se erogan durante los largos procesos de seguimiento hasta su consecución. En opinión de los participantes, la cantidad de pescadores y de embarcaciones en toda el área de estudio también ha aumentado hasta 50% en relación con hace 10 años, muchas de ellas sin permisos de captura.

La problemática que emerge en términos del bajo grado de organización, tiene su raíz en la poca o nula asociatividad de los productores. La mala organización crea en la escala de playa, la dependencia económica al comerciante o comprador mayorista, precios bajos y reducida demanda, excepto en la región conocida como Pacífico Norte, que comprende de UE de Bahía Tortugas a Punta Abrejos, principalmente. Con relación a la pesca ilegal, los pescadores declararon que las funciones del gobierno en el sistema de inspección y vigilancia presentan un desempeño muy deficiente. En opinión de ellos mismos, abundan los casos de corrupción, tanto en la expedición de permisos y concesiones, así como en la aplicación de la normatividad vigente. Se manifiesta que esta deficiencia se debe, por un lado, a la falta de inspectores. La ilegalidad tiene sus causas en el régimen de acceso al uso de los recursos. Aunque existen los permisos y concesiones como instrumentos de política pública, el acceso a los

recursos es "casi" abierto, ya que, en el aprovechamiento de la gran mayoría de los recursos pesqueros, no se cumplen los principios de exclusión. A raíz de las aportaciones de los pescadores en los talleres desarrollados se puede asegurar que existe la identidad del pescador, quien se concreta a conservar la pesca artesanal tradicional con un *sentimiento de satisfacción y orgullo* de realizar una actividad que provee alimento para la sociedad, aunque pierde de vista, en primerísima instancia, otro tipo de posibilidades de desarrollo que provea beneficios económicos que incrementen su bienestar económico y el ambiental. Esta visión parcial es uno de los factores o barreras internas que impiden el desarrollo de su actividad y que frenan el incremento de su productividad, que predominan en esta actividad, ya que se reconocen como base de la cadena de producción, generando orgullo por la función que desempeñan en la sociedad, por lo que en un principio no se tiene interés en participar en el resto de los ámbitos o eslabones siguientes de la cadena productiva.

Diagnóstico de la problemática y soluciones regionales

Región 1. Guerrero Negro

Esta región la constituye la localidad Guerrero Negro, BCS, en la costa del océano Pacífico.

Problemática

La problemática más sobresaliente en esta región en el eslabón de producción es el estancamiento de su productividad, determinada en gran medida por la deficiente infraestructura y el escaso equipamiento para la captura, así como para el procesamiento de recursos, principalmente escama marina. Con relación a la comercialización, su problemática principal radica en los precios bajos de sus productos, la existencia de intermediarios y la mala calidad de sus productos. En términos organizativos para la comercialización, el nivel es muy bajo.

Soluciones propuestas

Entre las acciones necesarias para incrementar su productividad, los participantes de esta región definieron las siguientes: a) Formación de un

comité de ventas que organice y represente a todos los pescadores de la localidad para conseguir precios de venta más justos; para lo cual es necesario, *b*) tener reglas claras para alcanzar acuerdos con respecto a los precios de venta, así como su prevalencia. Por otro lado, también están conscientes de, *c*) mejorar la presentación y la diferenciación de sus productos, e incluso explorar la posibilidad del diseño de una marca. En opinión de ellos mismos, lo anterior, puede ser posible mediante *d*) la instrumentación de buenas prácticas de manejo (BPM) para mejorar la calidad.

Región II. Pacífico Norte

En esta región se consideran dos localidades: Bahía Tortugas y Bahía Asunción, en la costa del océano Pacífico. Las unidades económicas de esta región poseen concesiones para la captura de langosta y abulón, de alto valor comercial, además de otros permisos de pesca, como: caracol, tiburón y escama, entre otros. Estas sociedades cooperativas son parte de la Federación de Sociedades Cooperativas FCL (FEDECOOP), que las integra en un segundo nivel de organización, lo que les permite consolidar su comercialización.

Problemática

En esta región, los problemas fueron principalmente de índole comercial, en cuestiones de exportación y aranceles. Los participantes expresaron que, en la exportación de sus productos pesqueros, no cuentan con comercialización directa, sino que lo hacen a través de intermediarios (*brokers*). Por otro lado, también expresaron que su capacidad de acopio actualmente es limitada y que los costos, tanto de inversión en sus artes de pesca, como de operación, son altos. Finalmente, también mencionaron que las exigencias de calidad de los mercados meta está aumentando.

Soluciones propuestas

Con respecto al problema de los aranceles para la exportación, los participantes comentaron, específicamente, que es necesario conseguir apoyo de las autoridades mexicanas para establecer (o ampliar) los tratados comerciales necesarios con países asiáticos y europeos. Además, proponen

la eliminación de los intermediarios mediante la creación de sus propias empresas para que realicen la exportación de manera directa. Por otro lado, necesitan inversiones para la ampliación de un centro de acopio para las especies de escama y otros moluscos, como las almejas, que no se aprovechan de forma óptima, así como continuar la certificación en buenas prácticas de manejo, tanto en embarcaciones como en los procesos en sus plantas de procesamiento.

Región III. Golfo de Ulloa (GU)

Esta región abarca desde la localidad El Dátil hasta Santo Domingo en el océano Pacífico. En esta zona, entre las UP de esta región hay tres sociedades cooperativas con concesiones para la captura de langosta; dos de ellas para la pesca de abulón. El derecho de uso de estos recursos las ubica en un mejor grado de organización interna que el resto del sector dentro del GU,¹¹ pero que no las integra en la escala de la FEDECOOP.

Problemática

Esta zona merece atención especial debido a que presenta un fuerte problema ecológico –ambiental y pesquero–, por la muerte incidental de tortugas marinas. En 2015, las autoridades pesqueras declararon una Zona de Refugio Pesquero (ZRP) para el GU, con el objetivo principal de disminuir esta mortandad mediante varias restricciones a la pesca. En 2016 se prohibió toda actividad pesquera durante los meses de mayor abundancia de avistamientos de tortugas marinas (julio a septiembre) en la región decretada. No obstante, el cumplimiento por parte del sector pesquero de la prohibición de toda actividad pesquera en dicha área, se presentó incidencia de tortugas muertas, lo que indica que esta mortandad puede tener causas diferentes a la pesca ribereña. En consecuencia, se exteriorizó el reclamo de los participantes acerca de la declaratoria de la ZRP en el GU, demandando un análisis más completo de los resultados obtenidos recientemente. Otro asunto

11. El límite territorial de esta área que se ubica siguiendo la línea de costa desde el Sur de Punta Abreojos hasta Puerto López Mateos.

fue la negativa de las comunidades pesqueras del GU con respecto al establecimiento de una mina submarina en esta zona, que podría tener consecuencias negativas para la biodiversidad.

Soluciones propuestas

Entre las principales soluciones propuestas destaca la exigencia de que la autoridad promueva y respalde con subsidios, el uso de tecnologías de procesamiento y empaque (para la agregación de valor), la reducción de la cadena de intermediarios y la instrumentación de canales de comercialización alternativos, por un lado, hacia mercados de productos de poco valor (consumidor de bajo ingreso), así como aquellos dirigidos a mercados preferentes, además de campañas para fomentar internamente el consumo sustentable de productos pesqueros. Los productores destacaron la iniciativa en curso del gobierno del estado de BCS, relacionada con el estímulo a la acuicultura de ostión mediante la dotación de lotes de semilla de ostión y del material básico para la construcción de artes de cultivo. Sin embargo, los productores han solicitado la ayuda de las autoridades para la identificación de proyectos de manera ordenada, así como la capacitación necesaria para el cultivo, proveeduría de semilla, las inversiones para la instalación de equipo para el cultivo, la cosecha y la comercialización a mayor escala. Esta iniciativa traerá como beneficio la generación de fuentes de empleo alternas a la pesca.

Región IV. Bahía Magdalena-Almejas

Esta región se extiende desde Puerto López Mateos hasta Puerto Alcatraz, dentro del sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas. Los pescadores de estas comunidades, además de la pesquería de camarón de ribera, se dedican a la captura de recursos de escama marina, moluscos (almejas) y otros crustáceos (jaiba). El nivel de organización es bajo, aunque el número de organizaciones es muy alto, superando las 100 unidades de producción solamente en San Carlos. Esto, principalmente debido a que la base de organización es familiar, quienes contratan pescadores para desarrollar la actividad extractiva. En la práctica existen pocas relaciones entre UE para llevar a cabo

acciones de procesamiento o comercialización conjuntas.

Problemática

Entre la problemática sobresaliente en esta región: los participantes destacaron que existen muchos problemas que atentan contra la sustentabilidad de los recursos pesqueros ribereños, por ejemplo, la pesca industrial de camarón y de sardina en áreas prohibidas. Además, la elaboración, la revisión y la actualización de la NOM-029-PESC (veda de tiburones y afines), no han incluido la participación del sector pesquero; asimismo, la distribución de especies no corresponde con las medidas de regulación vigentes y no reflejan las particularidades de cada región. En Bahía Magdalena surgió el reclamo acerca del pobre papel de la autoridad ambiental en lo relacionado con las malas prácticas de las empacadoras procesadoras de sardina, que incluyen al vertimiento de desechos a la bahía.

Soluciones propuestas

De manera particular, se acordó que es necesario mejorar la organización, respetar la normatividad, capacitarse y certificarse en BPM como medios para agregar valor a sus productos. También reiteraron que, con apoyo de la autoridad, se disminuya el impacto de la pesca industrial de sardina en los recursos pesqueros ribereños dentro de Bahía Magdalena. Los productores poseedores de permisos de pesca comercial de escama marina que quedaron excluidos de capturar tiburones y rayas, solicitan la expedición de permisos de pesca comercial nuevos para estas especies.

Región V. La Paz (municipio de La Paz)

En esta región se agrupan localidades de ambas costas del estado de BCS: La Paz, Agua Amarga, Todos Santos y algunos grupos de productores de Punta Coyote y San Evaristo. Los miembros de esta región poseen permisos para la captura de langosta, ostión, abulón, almeja, camarón, escama marina y tiburón.

Problemática

Entre los aspectos más problemáticos destacan, de nuevo, la mala organización, el reclamo a la autoridad pesquera para la emisión de permisos para captura de tiburones y rayas y la participación del sector pesquero en la elaboración, la revisión y la actualización de la NOM-029-PESC; además de que los estudios científicos que se tengan que realizar, incluyan toda el área de distribución de estas especies y la capacitación específicamente sobre la NOM -029-PESC.

Soluciones propuestas

De manera general, en La Paz se acordaron tres estrategias: *a)* Fortalecer la organización de las unidades de producción mediante capacitación en cuestiones de liderazgo, de administración, resolución de conflictos, valores y normatividad; *b)* Formar y fortalecer una empresa que acopie, procese y comercialice productos pesqueros, ofreciendo trato justo a las demás unidades de producción para mejorar el precio de venta de sus productos. Esto para tratar de apoderarse del eslabón de comercialización; y *c)* Fortalecimiento de las capacidades para la comercialización. Además, los participantes acordaron respetar la normatividad, certificarse en BPM, eliminar intermediarios y darles valor agregado a sus productos. Se estableció que, como parte de la estrategia de comercialización, es necesario conocer el mercado, los precios y las necesidades de los clientes.

Región VI. Los Cabos

En esta región se incluyeron productores de tres localidades: Cabo San Lucas, San José del Cabo y La Ribera. En el municipio de Los Cabos, los participantes atendidos provenían de actividades pesqueras (carnada viva y pesca de escama marina) y prestadores de servicios turísticos (pesca deportiva turística en las tres localidades).

Problemática

La problemática de los pescadores participantes (ya sea provenientes de cooperativas de pesca comercial o de prestación de servicios) que ofrecen servicios turísticos para la pesca deportiva fue

muy particular. Comentaron que se enfrentan a un paulatino desplazamiento de sus actividades de prestación de servicios debido a tres causas. Primera, las empresas hoteleras y las agencias de viajes ofrecen este servicio de manera directa y por su cuenta, utilizando embarcaciones propias o rentadas a sus huéspedes, por lo que la subcontratación a pescadores que han desarrollado esta actividad tradicionalmente ha disminuido. Segunda, los pescadores que prestan sus servicios turísticos contratan a “rentadores”, personas mediante las cuales establecen el contacto y el cierre del trato entre el cliente y el pescador o grupo de pescadores para quien trabaja, pero no cumplen el compromiso con los pescadores y prefieren conseguir clientes directamente para los hoteles. Tercera, los usuarios de esta actividad, los “pescadores deportivos”, no respetan las restricciones que impone la adquisición del permiso correspondiente, como las especies objetivo, el número límite de organismos por especie y el destino final del producto, entre otras. En opinión de los participantes, esta conducta de alguna manera es motivada por la falta de interés de los capitanes de las embarcaciones que proveen el servicio por parte de las empresas hoteleras y operadoras turísticas, para hacer cumplir a bordo estas prohibiciones. Este comportamiento se traduce en conflictos entre prestadores de servicios y “pescadores deportivos”, cuando el capitán de alguna embarcación de pescadores trata de hacer cumplir las reglas en el viaje de pesca, lo que es tomado como mala calidad en el servicio. Todos estos problemas tienen consecuencias sociales (como pérdida de empleos), económicas (disminución de los ingresos, pérdida de sus inversiones en equipo) y ambientales (como sobre-explotación de recursos pesqueros). En la opinión de la mayoría de los pescadores que prestan servicios turísticos, no hay alguna institución que regule la pesca deportiva. En la pesca comercial, la problemática se relaciona con la comercialización de especies de escama, que se realiza en playa y de manera individual. El destino de la producción es casi en su totalidad para consumo local y regional. No existe agregación de valor, por lo que la presentación de los productos es entero fresco, enhielado, si bien es muy frecuente encontrar producto sin enhielar en algunas zonas de desembarco, donde

los accesos son muy difíciles o no se cuenta con infraestructura urbana.

Soluciones propuestas

Sobre la pesca deportiva, la mayoría de los participantes declaró que es necesario mejorar su organización y exigió las mismas oportunidades de trabajo entre ellos y los grandes hoteles y operadores turísticos, dado el crecimiento de la prestación de estos servicios por parte de estos últimos. En relación con la pesca comercial, los productores en Cabo San Lucas y San José del Cabo acordaron desarrollar estrategias que les ayuden a conseguir equipamiento para conservar sus productos, así como capital de trabajo para realizar la actividad. Por otro lado, opinaron que con una mejor organización sería posible tener un centro de acopio que les permita manejar mejor los precios, incluso comentaron sobre la posibilidad de tener al menos un punto de venta en San José o en Cabo San Lucas para comercializar sus productos directamente con el consumidor. Otras estrategias son: mejorar la presentación de sus productos, acordar entre ellos una mejor planeación de la producción y solicitar capacitación sobre temas administrativos y comerciales.

Región VII. Loreto (El corredor San Cosme-Punta Coyote)

Esta región incluye a las comunidades pesqueras localizadas desde Loreto y en la Zona de Refugio Pesquero (ZRP) llamada Corredor San Cosme-Punta Coyote, en el Mar de Cortés, salvo la ciudad de Loreto, que se caracteriza porque sus comunidades carecen de vías de comunicación en buen estado. Esta falta de infraestructura básica hace muy difícil el traslado de sus productos y hace que el margen de utilidad de los productores sea notablemente más bajo. Los recursos capturados básicamente son del grupo de escama marina. El arte de pesca principal es el anzuelo, lo que hace que la captura sea altamente sustentable debido a la buena selectividad de estos artes de pesca.

Problemática

El grado de organización de las unidades de producción es bajo, con la presencia de algunos

acaparadores en la zona. La cadena productiva se limita solamente al eslabón de la producción, no existiendo integración para procesar ni comercializar. La mayoría de los productores carece del equipo mínimo indispensable para conservar sus productos pesqueros, lo que se traduce finalmente en la falta de capacidad para manejar el precio de venta y en la pérdida de valor. En opinión de los participantes, la primera ZRP del país (Corredor San Cosme-Punta Coyote) da excelentes resultados en términos de protección y en el cumplimiento por parte de pescadores comerciales de la región. Sin embargo, hay presencia de pescadores deportivo-recreativos que vienen de otras áreas a pescar en las zonas restringidas.

Soluciones propuestas

Destacan de manera general el acceso a capital de trabajo y la adquisición de equipamiento básico para conservar sus productos, así como de desarrollo de capacidades en buenas prácticas de manejo, administración, organización y cooperativismo; se hace hincapié en la necesidad de generar confianza entre ellos mismos. Para aprovechar la oportunidad de mercado que puede brindarles el hecho de que sus productos son capturados mediante artes de pesca altamente selectivos, como el anzuelo, y aprovechar la oportunidad que brinda la ventaja de que sus productos provienen de la primera ZRP decretada en el país, solicitan apoyo del gobierno para adquirir herramientas tecnológicas, como la del código de barras, para poder rastrear sus productos pesqueros a lo largo de toda la cadena productiva, además de subsidios para el diseño y el uso de una marca. En cuanto a los mercados, los participantes piensan que se debe impulsar la investigación al respecto para diseñar estrategias de comercialización más adecuadas a los diferentes segmentos de mercado. En relación con la presencia de pescadores deportivo-recreativos que se adentra de forma ilegal en las áreas de no-pesca, los productores demandan que el gobierno fortalezca el sistema de inspección y vigilancia.

Discusión

Matriz de Indicadores de Resultados (MIR)

Los resultados de la instrumentación de la MML a la información obtenida durante estos cinco años fueron analizados sobre una base geográfica, considerando las siete regiones seleccionadas en BCS y con el objetivo de sintetizar la información, y se obtuvo una Matriz de Indicadores de Resultados (MIR), con la que es posible establecer la base para una Política de Desarrollo Pesquero en BCS, de la cual emanarían los programas territoriales de cada región.¹² De esta forma se aseguraría el éxito de los esfuerzos de los programas, que usualmente han sido aislados debido a visiones de política pública fragmentadas en dependencias divididas, con objetivos de corto alcance, con estrategias diversas y desarticuladas en un mismo territorio, con percepciones encontradas entre la productividad y la sustentabilidad, transitando hacia programas territoriales con el objetivo de alcanzar la producción sustentable del sector pesquero y acuícola mediante la promoción de las cadenas de comercialización, la acción local, el extensionismo, la innovación y la capacitación para la sustentabilidad y la alimentación saludable (DOF 2020a). A continuación, se describe el resumen narrativo de cada uno de los cuatro niveles de la MIR.

Fin

Según la MML, el Fin en dicha MIR, que se define como la contribución del programa o programas a la consecución de un objetivo de escala superior (SHCP 2020d), necesariamente tendría que ver con los objetivos del Programa Institucional de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), así como con los del Programa Sectorial de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) derivado del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 (DOF 2020a). Según la SHCP (2020d), la sintaxis para conformar el nivel Fin inicia con los verbos contribuir o coadyuvar, seguidos del objetivo sectorial correspondiente, más la palabra *mediante* seguida de la solución

del problema, que es el propósito del programa o la política. Por lo tanto, se puede establecer de la siguiente forma: coadyuvar en la transición para fomentar la producción sustentable del sector agropecuario, pesquero y acuícola, para promover decididamente las cadenas de comercialización, la acción local, la integración de las energías renovables, el extensionismo, la innovación y la capacitación para la sustentabilidad y la alimentación saludable.

Propósito

Asimismo, la CONAPESCA, en su Programa Sectorial Derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (DOF 2020b), identificó, en términos generales, que el problema central en los sectores pesca y acuicultura es que los productores pesqueros y acuícolas presentan baja productividad, lo que conlleva a bajos niveles de ingresos que no permiten su desarrollo socioeconómico. Esta definición coincide con el problema central identificado en este estudio (véase la sección “Definición y análisis del problema central”). Por consiguiente, el propósito de los programas de desarrollo acuícola y pesquero regional definidos en este trabajo puede enunciarse de la siguiente forma: Los pescadores ribereños de Baja California Sur refuerzan aquellas acciones que permitan incrementar su productividad de manera sustentable mediante inversiones de capital y de conocimientos, que se traducen en mejoras en actividades de organización, respeto de la normatividad pesquera y agregación de valor de sus productos.

Componentes

Es importante destacar que en el propósito de toda la política se establece que la actividad se debe realizar en “un marco de sustentabilidad”, además de diferenciar los conceptos de productividad (incluye una relación entre lo producido y los recursos de todo tipo que han sido necesarios para su fabricación) y producción (valor de la producción pesquera y acuícola (IICA 2018) en la pesca y la acuicultura, lo que permitirá la evaluación del efecto de los componentes con referencia al propósito general de los programas. En este sentido, gran parte de la discusión acerca la instrumentación de este propósito de mejorar

12. Programa territorial es un conjunto de iniciativas vinculadas y articuladas mediante mecanismos de cooperación de los productores.

la productividad de las unidades de producción debe versar sobre la búsqueda de incentivos a la producción para agregar valor, la comercialización y el fomento del consumo; así como el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas (IICA 2018). Combinando las causas principales propuestas por la CONAPESCA (DOF 2020b), la propuesta de IICA (2018) y lo obtenido en este estudio, los cinco componentes diseñados fueron los siguientes: *a)* Organización mejorada; *b)* Comercialización incrementada (mercado, diversificación de productos, calidad); *c)* inversiones en infraestructura, equipo y de capital de trabajo realizadas; *d)* alternativas acuícolas instrumentadas exitosamente; y *e)* medidas de regulación conocidas.

Actividades

Las actividades constituyen el cuarto nivel de la MIR. Para la instrumentación de las actividades de la MIR se necesita la intervención del Estado, que sólo debe concentrarse en corregir las fallas de mercado¹³ y fortalecer los arreglos institucionales (Jeannot 2000), que deben buscar el adecuado funcionamiento de los mercados. Estas intervenciones pueden ir desde la participación estatal directa en la producción de bienes y servicios hasta la intervención indirecta por medio de esquemas de regulación, pero también permiten que más o menos ámbitos del mercado se autorregulen. En cuestiones de desarrollo social, la intervención del Estado también es indispensable ya que el mercado no garantiza condiciones de equidad. Una intervención característica del Estado contemporáneo es la provisión de bienes públicos y servicios a la sociedad para atender sus necesidades y demandas (SHCP 2020a). Los otros tipos de bienes son los privados, en los que el Estado también tiene la capacidad de proveerlos de acuerdo con ciertas condiciones.

Por todo lo anterior, las actividades de la MIR para esta política muestran, de manera general, la necesidad de dos grandes tipos de bienes: de

inversión privados y públicos.¹⁴ Los primeros constituyen la infraestructura y el equipamiento productivo, mientras que los segundos son aquellos necesarios para mejorar la infraestructura pública, la organización, el soporte técnico, la sanidad y la investigación, entre otros. Entre este tipo de bienes están las transferencias directas, no recomendables debido a que sus beneficios se disipan en el primer año, sin efecto posterior.

Bienes de Inversión Privada

Entre los bienes de inversión privada se encontró que, para el sector productivo, es de capital importancia que la autoridad defina e instrumente esquemas administrativos eficientes para la instalación y la operación de una red de frío (región IV), además de que debería promover el uso de tecnologías de procesamiento y de empaque /regiones I y II) y la creación de canales para la comercialización de productos pesqueros de poco valor orientados hacia el consumidor de bajo ingreso (regiones III, IV y VI). En este sentido, se necesita que el gobierno asuma el papel de orientar de manera estratégica sus apoyos para proveer a las organizaciones de productores, de los medios (inversiones) necesarios para conservar sus recursos pesqueros (región IV). Asimismo, en todas las regiones es necesario realizar inversiones destinadas a la adquisición y la operación de equipamiento e infraestructura para el procesamiento y la agregación de valor (regiones III y VI), es una parte muy importante que debe ser cubierta tanto por el gobierno, mediante apoyos y financiamiento, como por el sector productivo.

Esto es contrario a lo que históricamente se ha probado: que las inversiones en función a la demanda sin orientación estratégica propician inversiones fragmentadas en donde los grupos con capacidad de gestión son los que cuentan con el acceso a los apoyos. En el asunto del financiamiento (regiones V y VI), también, en algunos casos, surgió la necesidad de gestionar el fortalecimiento y la adecuación de los sistemas de crédito para el sector pesquero (facilitar el acceso al crédito, el equipamiento y el capital de trabajo).

13. Las fallas de mercado representan imperfecciones de un sistema de precios que impiden la asignación eficiente de los recursos (Jeannot 2000).

14. Ambos tipos de bienes son parte del Gasto Público en México (SHCP 2020a).

Con esto se podría combatir la situación de vulnerabilidad económica permanente del pescador y proporcionarle los medios para que sea el productor quien establezca las condiciones de comercialización. También son necesarias las inversiones para el desarrollo de cultivos alternos (región IV). En cuanto al financiamiento, es importante destacar que históricamente el gasto público en México se había orientado cada vez más a subsidiar bienes privados, mal llamados activos productivos, lo que lleva a reducciones en el crecimiento de la actividad; además de que existe un déficit de enfoque hacia resultados de desarrollo, motivado porque los programas están solamente orientados hacia el cumplimiento de actividades. Por lo tanto, es de capital importancia diseñar indicadores de desempeño que midan el efecto de estas acciones, así como dar fiel cumplimiento a la aplicación de las inversiones, con un estricto seguimiento que garantice el éxito de los programas. Todo ello con el propósito último de incrementar la rentabilidad de la actividad y contribuir a la salvaguarda de la vida humana en el mar.

Bienes Públicos

En cuanto a los bienes públicos, principalmente se necesita invertir en fomento productivo, traducido en acciones que incrementen la comercialización, habilidades administrativas y el grado de organización. Un bien (o servicio) público que mejore el grado de organización es la capacitación. Una mejor organización propiciará el apoderamiento de los eslabones de la cadena productiva, así como la integración productiva, tanto vertical como horizontal. Esta oportunidad debería ser vista por parte de autoridades y sector productivo, como una de las estrategias más viables para alcanzar el desarrollo sustentable de la pesca en esta entidad federativa. En todos los eventos de colecta de información, los productores convinieron que el gobierno debería proporcionar capacitación para fortalecer la organización (excepto en las unidades de producción de la FEDECOOP de BC) y la integración productiva de las organizaciones de pescadores, además, se deberían aplicar programas de capacitación para la especialización y la certificación de las operaciones pesqueras, sobre todo en buenas prácticas de

manejo a bordo que den resultados en el corto y el mediano plazos.

En cuanto a la comercialización, otro bien público que podría proveer el gobierno es la optimización de la comercialización de productos pesqueros mediante apoyos que ayuden a la reducción de la cadena de intermediarios y la instrumentación de canales de comercialización alternativos operados por las organizaciones de productores, además de fomentar el consumo de productos pesqueros para incrementar el consumo per cápita de productos nacionales en diferentes segmentos de mercado. Esto último se puede lograr mediante investigación de mercado sobre gustos y preferencias del consumidor, así como con la promoción del consumo para diseñar estrategias de comercialización por región, con hincapié en el fomento al consumo sustentable de productos pesqueros (mercados verdes o eco-certificaciones), como en el caso de los provenientes de ZRP. Mención especial merecen las cooperativas pertenecientes a la FEDECOOP de BC, que requieren apoyo por parte de las autoridades de comercio exterior para realizar sus actividades de exportación (región II).

En cuestión de inspección y vigilancia, las percepciones de los participantes fueron en el sentido de que las acciones del gobierno deberían fortalecer este aspecto de manera conjunta con el sector productivo organizado, de preferencia con un enfoque de co-manejo, con una seria inclusión del sector pesquero ribereño, lo que permitiría que se abatiera la pesca ilegal en gran medida (región VII). En relación con el tema de la sanidad y la inocuidad, la opinión consensuada de los productores fue que la función de la autoridad pesquera debería ser gestionar y promover la instrumentación de certificaciones de calidad en todas las fases de la cadena productiva pesquera (regiones I, II, V y VII), esto con la incorporación de herramientas tecnológicas como la del código de barras para la rastreabilidad de los productos pesqueros a lo largo de toda la cadena productiva (región VII). A continuación, se muestra la versión simplificada de la MIR general (Tabla 1), en donde se muestran los indicadores de desempeño, los medios de verificación y los supuestos que deben cumplirse, omitiendo el resumen narrativo en cada nivel, pues ya fueron descritos en las secciones precedentes. El resumen narrativo en

Tabla 1
Matriz de Indicadores de Resultados (MIR)

Nivel	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin	<ul style="list-style-type: none"> Productividad laboral en el sector agropecuario y pesquero.¹⁵ Tasa de variación de los ingresos netos de los productos pesqueros por efecto de las acciones de la instrumentación de esta política. 	<ul style="list-style-type: none"> “Anuario estadístico de Acuicultura y Pesca”.¹⁶ Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. 	Existe vinculación entre esta política con la ejecución de apoyos de los gobiernos federal, estatal y municipal.
Propósito	<ul style="list-style-type: none"> Tasa de variación del capital social (activos fijos) de las unidades económicas de la región. Porcentaje de incremento de las ganancias por pescador o unidad económica por efecto de la comercialización a través del comité regional. 	<ul style="list-style-type: none"> Bitácoras de producción y comercialización de cada unidad económica. Balance general de cada unidad económica. 	Existe voluntad política por parte de las instituciones gubernamentales para articular los componentes de esta iniciativa de política de desarrollo.
Componentes	Infraestructura y equipo solicitado comprado y en operación.	Balance general de cada unidad económica. Capital social de las unidades económicas.	Seguimiento puntual para que las inversiones y los activos adquiridos sean aplicados según lo planeado.
	Número de organizaciones de pescadores o de las unidades de producción de la región que comercializan su producción de manera organizada.	Bitácora de producción y comercialización de productos pesqueros por unidad económica en la región.	Los pescadores y directivos de las unidades económicas crean confianza mutua.
	Porcentaje de la producción de la región que obtiene mejores precios de venta por efecto del incremento de su calidad.	Bitácora de producción y comercialización de productos pesqueros por unidad económica (libreta de producción).	La comercialización se debe realizar con base en los resultados exitosos de estudios de mercado.
	Promedio de cosechas de ostión comercializado por pescadores o de unidades económicas que realizan efectivamente esta actividad acuícola.	<ul style="list-style-type: none"> Permisos de acuicultura de fomento vigentes. Avisos de siembra y de cosecha. 	Los beneficiarios de los permisos de acuicultura de fomento deben desarrollar exitosamente la actividad acuícola.
	Porcentaje de pescadores que aprueban y consideran satisfactorio el programa de capacitación sobre las medidas de regulación pesquera.	Encuesta de satisfacción sobre el programa de capacitación sobre las medidas de regulación.	Los pescadores asisten, participan activamente y aprueban los programas de capacitación.
	Equipo solicitado (para extracción, procesamiento y comercialización de productos y servicios) comprado y en operación.	Balance general de cada unidad económica. Capital social.	Las inversiones se aplican de acuerdo con lo establecido en el proyecto de inversión correspondiente.
Actividades	Porcentaje de variación entre la producción obtenida (kg) y el volumen comercializado de manera organizada de cada uno de los principales productos pesqueros de la región.	Bitácora de producción y comercialización de productos pesqueros por unidad económica en la región.	Los pescadores y directivos de las unidades económicas crean confianza mutua a través de una relación continuada y al otorgamiento de sanciones a los posibles socios oportunistas.

15. Tomado de la Matriz de Indicadores (Anexo 4) del Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola (PFPPA) (IICA 2018).

16. Tomado de SAGARPA (2015).

Nivel	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Actividades	Número de productos pesqueros diferenciados y con valor agregado e introducidos exitosamente al mercado nacional e internacional. Marca propia diseñada.	Bitácora de producción y comercialización de productos pesqueros por unidad económica en la región. Evidencia del diseño y registro de la marca propia.	La comercialización se debe realizar con base en los resultados exitosos de las pruebas de mercado.
	Número de pescadores o de unidades económicas que desarrollan el cultivo de ostión de manera continua y exitosa.	Informe de siembra y de cosecha.	Los beneficiarios de los permisos de acuicultura de fomento deben desarrollar exitosamente la actividad acuícola.
	Número de pescadores o de unidades económicas que reciben capacitación sobre las medidas de regulación vigentes, en temas de comercialización y agregación de valor y en temas de liderazgo, administración, resolución de conflictos, valores, etc.	Evaluaciones sobre el aprovechamiento de los cursos en temas de agregación de valor.	Los pescadores se presentan a los cursos de capacitación y aplican los conocimientos adquiridos.

los niveles de la MIR Fin y Propósito es común para toda la política. Los cinco componentes son variables en cada uno de los programas territoriales, que cuentan con sus propias actividades.

Programas territoriales

Un programa territorial parte de entender el territorio como un espacio construido socialmente, en el que se generan procesos sociales, actividades productivas, culturales y políticas (Muñoz *et al.* 2011). Estos programas surgen del análisis de la dimensión fundamental, que es la problemática pesquera de los territorios o regiones. En este estudio, en cada región recae un programa territorial al que llamaremos Programa Territorial de Desarrollo Acuícola y Pesquero. El conjunto de estos siete programas constituye el diseño de una política de desarrollo cuyo objetivo sería: Impulsar la productividad en el sector pesquero y acuícola mediante inversión en capital físico, humano y tecnológico que garantice la seguridad alimentaria. De cada una de las acciones mostradas en la MIR emanan los proyectos de inversión, tanto en *a*) bienes de inversión privada (enfocados a el fomento productivo) como de *b*) bienes públicos (beneficio social y fomento productivo). Existe otro tipo de inversión que son los proyectos de conservación, que serán tema de trabajos posteriores, así como los temas de investigación. La estrategia de intervención para la instrumentación de los proyectos en los territorios involucra iniciativas

organizacionales, financieras, comerciales y tecnológicas que potencien la confianza, la cooperación y la reciprocidad para impulsar círculos virtuosos eficientes y enfocados en insertarse en cadenas de valor. En la *tabla 2* se muestran los principales proyectos priorizados que componen cada programa territorial regional, agrupados en inversiones de bienes públicos y privados. La combinación de apoyo financiero y social es necesaria para asegurar la persistencia de nuevas formas de gobernanza participativa, a diferencia de las formas de gobierno establecidas, así como de la incertidumbre ambiental y social (Schluter *et al.* 2021).

Conclusiones

La instrumentación de mecanismos de participación, como los presentados en este trabajo, ayudan a integrar las necesidades, los objetivos, perspectivas y conocimiento de las comunidades en las políticas, su instrumentación y su seguimiento hasta la consecución de sus resultados (FAO 2018). En los territorios o regiones aquí identificados y descritos, la dinámica de la actividad productiva se centra principalmente en la extracción de recursos pesqueros sin una planeación comercial ni en su distribución o comercialización con límites locales. En pocas ocasiones se lleva a cabo la comercialización regional y en ocasiones sumamente limitadas para exportación. No se presentan altos estándares de calidad, ni escalas

Tabla 2
Proyectos que componen cada programa regional en función del tipo de bienes

<i>Inversión en bienes públicos</i>	<i>Inversión en bienes privados</i>
Programa regional I. Guerrero Negro	
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un comité de ventas para alcanzar acuerdos y mantener los precios fijos • Mejorar la presentación de los productos. • Recibir capacitación sobre las buenas prácticas de manejo (BPM) a bordo de embarcaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inversiones en infraestructura y equipamiento para la captura y el procesamiento de los recursos pesqueros en la región.
Programa regional II. Pacífico Norte	
<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la comercialización a los mercados asiáticos y europeos. • Obtener la certificación en BPM en embarcaciones y plantas. • Realizar estudios de mercado para obtener nuevos productos con valor agregado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las inversiones en infraestructura y equipamiento para la ampliación de un centro de acopio y procesamiento.
Programa regional III. Golfo de Ulloa (GU)	
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la organización intra y entre las UP. • Capacitación para realizar actividades de agregación de valor. • Recibir capacitación para realizar actividades de comercialización. • Realizar la exploración de mercados para identificar nuevas presentaciones de productos pesqueros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir equipo para elaborar nuevas presentaciones de productos pesqueros con valor agregado por unidad económica o grupos de unidades económicas.
Programa Regional IV. Bahía Magdalena - Almejas	
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un estudio de mercado para identificar nuevos mercados para los productos pesqueros de la región. • Formar un comité(s) para acordar y respetar los precios de venta de sus productos en la región. • Recibir capacitación sobre las medidas de regulación vigentes (vedas, tallas mínimas, etcétera). 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyos y adquirir equipo para conservar el producto (hieleras, refrigeradores, máquina para hacer hielo). • Desarrollar cultivos de recursos alternos.
Programa Regional V. La Paz	
<ul style="list-style-type: none"> • Formar un comité regional para mejorar la organización y la comercialización. • Fortalecer la organización del comité (o empresa) mediante capacitación en cuestiones de liderazgo, de administración, resolución de conflictos, valores, negociación, etcétera. • Aplicar las BPM a bordo de embarcaciones menores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir equipo para fortalecer al comité (o la empresa) que acopie, procese y comercialice productos pesqueros. • Línea de crédito revolvente de la banca de fomento o de desarrollo por parte de cada comité regional para destinarlo a CT de sus socios.
Programa Regional VI. Los Cabos	
<ul style="list-style-type: none"> • Formar un comité que agrupe a los prestadores de servicios para la pesca deportiva/recreativa de la región. • Formar empresas de los productores que operen como centro de acopio para productos de pesca comercial. • Mejorar la presentación del producto de acuerdo con la demanda 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inversiones para mejorar instalaciones y compra de equipo para pescar y/o prestar servicios turísticos. • Apoyos individuales para CT.
Programa Regional VII. El corredor San Cosme – Punta Coyote	
<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo para recibir capacitación en BPM a bordo de embarcaciones. • Apoyos para el desarrollo de capacidades sobre administración, organización (confianza) y cooperativismo. • Fortalecer el sistema de inspección y vigilancia en el corredor de manera conjunta con los pescadores. • Apoyo para desarrollo de una marca propia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyos para adquirir tecnologías de procesamiento y empaque.

de producción; existe una amplia diversidad de propósitos y objetivos individuales que condicionan negativamente la articulación organizativa; no existen unidades y redes productivas de pequeños productores, además de que los productores

no se insertan con eficiencia al mercado, ni a cadenas o redes definidas de comercialización.

En casi todas las cooperativas, durante estos cinco años, el principal impedimento para incrementar su productividad fue el bajo grado de

organización. Por esta razón, habrá que proporcionarles apoyo en capacitación para la fortalecerla (en cuestiones de liderazgo, resolución de conflictos, integración productiva, administración y normatividad). El aumento del grado de organización por medio del desarrollo de habilidades blandas en los productores y la apropiación de los eslabones de la cadena productiva de manera integral, ayudará a resolver el problema del desorden del sector mediante la integración productiva de las unidades económicas (cooperativas federadas) en redes de valor mediante inversiones en conocimientos y para la adquisición de bienes productivos, tales como el equipamiento para la conservación y el procesamiento de sus productos y, finalmente, el acceso al capital de trabajo para atacar el problema de la “permanente necesidad económica” que aqueja a casi 80% de los productores. En igualdad de importancia están las acciones de seguimiento y la evaluación de la aplicación correcta y estricta de los bienes público y productivos, ya sea de origen público y/o privado. Por otro lado, también se deben resolver problemas sanitarios mediante la incorporación de certificaciones de buenas prácticas de manejo pesquero a través de acciones de capacitación y de extensionismo, como un servicio prestado por personal de las instituciones de educación y de investigación que facilita el acceso al conocimiento, la información y las tecnologías, a productores, grupos y organizaciones económicas rurales y a otros actores del sector agropecuario, pesquero y acuícola, así como garantizar la inocuidad de los productos pesqueros en toda la cadena productiva.

Este documento constituye una herramienta de planeación que debería ser apoyada por el gobierno como la forma más importante para destinar los recursos económicos vía programas de apoyo y de financiamiento para la instrumentación de los programas territoriales y obtener los resultados y los efectos deseados. La SADER debería considerar en sus reglas de operación este tipo de instrumentos de planeación para otorgar sus apoyos y alinear sus objetivos y metas a los resultados y acciones plasmados en los programas.

Literatura citada

- Aguilar Cordero WJ, NN Castro-Castillo, JG Couoh Cab. 2012. El manejo del área marina y costera protegida Actam Chuleb y los beneficios económicos que genera a los usuarios del municipio de San Felipe, Yucatán, México. *Estudios Sociales* 20(40): 125-153.
- BRSAFF. 2005. Socio-economic Impact Assessment Toolkit. A guide to assessing the socio-economic impacts of Marine Protected Areas in Australia. Australian Government Department of the Environment and Heritage. Bureau of Rural Sciences of Agriculture, Fisheries and Forestry/ Bureau of Transport and Regional Economics of Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics, Australia. 41p.
- De la Cruz-González, FJ, JL Patiño-Valencia, MC Luna-Raya, AM Cisneros-Montemayor. 2018. Self-empowerment and successful co-management in an artisanal fishing community: Santa Cruz de Miramar, Mexico. *Ocean & Coastal Management* 154: 96-102. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2018.01.008
- Díaz-Uribe JG, VM Valdez-Ornelas, GD Danemann, E Torreblanca-Ramírez, A Castillo-López, MÁ Cisneros-Mata. 2013. Regionalización de la pesca ribereña en el noroeste de México como base práctica para su manejo. México. *Ciencia Pesquera* 21(1): 41-54.
- DOF. 2020a. Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Programa Sectorial Derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. *Diario Oficial de la Federación*. México. 25 de junio de 2020.
- DOF. 2020b. Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020-2024. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. *Diario Oficial de la Federación*. México. 30 de diciembre de 2020.
- FAO. 2018. *Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza*. Segunda Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. San Salvador. 27p.
- IICA. 2018. *Evaluación de Consistencia y Resultados 2017. Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. México.

- Jeannot F. 2000. De las fallas de mercado a las fallas de las organizaciones. *Análisis Económico* xv(31): 5-33.
- Keyes C. 1998. Social well-being. *Social Psychology Quarterly* 61: 121-140
- Leslie H, X Basurto, M Nenadovic, L Sievanen, KC Cavanaugh, JJ Cota-Nieto, BE Erismang, E Finkbeiner, G Hinojosa-Arango, M Moreno-Báez, S Nagavarapu, SMW Reddy, A Sánchez-Rodríguez, K Siegel, JJ Ulibarria-Valenzuela, AH Weaver, O Aburto-Oropeza. 2015. Operationalizing the social-ecological systems framework to assess sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(19): 5979–5984. DOI: 10.1073/pnas.1414640112.
- Meza-Monge A, MJ Espinosa-Romero, J Torre-Cosío. 2015. Difundiendo los instrumentos legales para el aprovechamiento sustentable de la jaiba en Sonora, México. *Ciencia Pesquera* 23(núm. esp.): 91-100.
- Recibido: 17 de febrero de 2022.
Aceptado: 13 de agosto de 2022.
- Muñoz M, V Santoyo, J Altamirano-Cárdenas, B González, JI Rangel, J Aguilar-Ávila, R Rendón-Medel. 2011. Gestión de la innovación agroalimentaria y rural: Diseño de estrategias. Apuntes del taller: Proyectos Territoriales. Universidad Autónoma de Chapingo. CIESTAAM. México.
- Ortegón E, F Pacheco, A Prieto. 2005. *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Serie Manuales. ONU. CEPAL. Chile.
- SAGARPA. 2015. *Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola (PFPPA)*. Diagnóstico 2016. Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. S-261 México.
- Schlüter M, E Lindkvist, X Basurtob. 2021. The interplay between top-down interventions and bottom-up self-organization shapes opportunities for transforming self-governance in small-scale fisheries. *Marine Policy* 128: 104485. DOI: 10.1016/j.marpol.2021.104485

Estudio Socioeconómico

La pesca tradicional en el lago de Pátzcuaro, Michoacán

Traditional fishing on the Lake Patzcuaro, Michoacan

Mauricio Vargas-Herrejón*, Martina Medina-Nava*✉ y Yaayé Arellanes-Cancino**

Resumen

La pesca tradicional en Michoacán es una actividad ancestral y es parte de una identidad regional e incluso le da el nombre a esa entidad federativa. Este documento tiene como objetivo identificar las artes de pesca aún utilizadas, cuáles son los recursos pesqueros que se aprovechan y cómo es su aprovechamiento. Se seleccionaron nueve localidades pesqueras de junio del 2021 a febrero del 2022 de acuerdo con los siguientes criterios: 1) la captura del recurso pesquero, 2) la comercialización y 3) facilidad para tener acceso a la información. Se hicieron 180 entrevistas semiestructuradas, número que fue obtenido mediante la utilización de la fórmula de nivel de confianza. Además, en cada salida a campo se procedió a obtener datos cuantitativos de los organismos capturados. El análisis estadístico se realizó a partir de *RStudio* mediante un análisis de patrón multinivel, análisis de varianza, análisis de regresión lineal y la prueba de Shapiro-Wilk. Los artes de pesca utilizados fueron parakata, cherémikua, warhukua y uàloni. Los recursos pesqueros aprovechados por las pesquerías tradicionales son nueve, siendo las principales especies aprovechadas: *Chirostoma estor*, *Chirostoma* spp., *Cyprinus carpio* y *Oreochromis niloticus*. Lo obtenido se utiliza para el autoconsumo, la comercialización y el trueque. Los recursos pesqueros indicaron una diferencia significativa en relación con el peso-talla y el lugar de captura, en función de las principales especies capturadas por los pescadores. Al obtener información, por parte de los pescadores y administradores del recurso pesquero, fue posible tener un acercamiento sobre las pesquerías tradicionales del Lago de Pátzcuaro.

Palabras clave: recurso pesquero, artes de pesca, trueque y purépecha.

Abstract

Traditional fishing in Michoacán is an ancestral activity and is part of a regional identity and even gives the name to that federal entity. The objective of this document is to identify the fishing arts or tools still used, what are the fishing resources that are used and how is the use of the fishing resource. Nine fishing locations were selected from June 2021 to February 2022 according to the following criteria: 1) the realization of the capture of the fishing, 2) the commercialization and 3) the facility to have access to information. 180 semi-structured interviews were applied, a number that was obtained by using the confidence level formula. In addition, in each field trip they obtained quantitative data of the organisms captured. Statistical analysis was performed from *RStudio* using multilevel pattern analysis, analysis of variance, linear regression analysis, and the Shapiro-Wilk test. There are four fishing arts that still used in Lake Pátzcuaro; parakata, cherémikua, warhukua, and uàloni. The fishing resources used by traditional fisheries are nine, being the main species used: *Chirostoma estor*, *Chirostoma* spp., *Cyprinus carpio* and *Oreochromis niloticus*. Fishing resources are used through self-consumption, marketing, and barter. The fishing resources indicated a significant difference in relation to weight-size and the place of capture, depending on the main species captured by the fishermen. Obtaining information from the fishermen and administrators of the fishery resource, it was possible to have an approach to the traditional fisheries of Lake Pátzcuaro.

Keywords: fishing resources, fishing arts, barter y purépecha.

* Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Gral. Francisco J. Múgica s/n, Ciudad Universitaria, 58030 Morelia, Michoacán, México. ✉ Autor responsable de la correspondencia: martina.medina@umich.mx.

** CONACYT y Facultad de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Gral. Francisco J. Múgica s/n, Ciudad Universitaria, Edificio T, 58030 Morelia, Michoacán, México.

Introducción

Los recursos pesqueros han sido aprovechados por el humano desde hace miles de años y han formado parte de su dieta básica, como se ha observado en hallazgos arqueológicos (Mayr 1953, Sandoval-Moreno 2019). Se reconoce que en la actualidad ha

crecido la intensidad con la que se aprovechan los recursos pesqueros y esto trajo como consecuencia cambios en los grados de riqueza y abundancia de la ictiofauna, así como en su biodiversidad (Miller y Spoolman 2011, FAO 2021).¹

En el caso de la pesquería artesanal, y en particular la continental que se lleva a cabo con artes de pesca tradicionales, la intervención por parte del Estado en relación con los problemas de marginación y pobreza es limitada (Rojas-Carrillo y Fernández-Méndez 2006). Aunado a esto, dicha actividad ha sido afectada en mayor medida por la contaminación, la inclusión de especies exóticas, el crecimiento urbano, la deforestación, las represas, los residuos industriales y la agricultura industrializada (Sandoval-Moreno y Hernández-García 2013, Arroyo-Quiroz *et al.* 2014, Pedroza-Gutiérrez 2018). Ante este panorama mundial, el Comité de pesca de la FAO y la Organización de las Naciones Unidas declaran 2022 como Año Internacional de la Pesca y Acuicultura Artesanal, con el fin de potencializar el valor y la diversidad de la pesca artesanal en pequeña escala y destacar los beneficios que pueden obtenerse, con la finalidad de fomentar la formación de uniones-cooperativas de pescadores, piscicultores y trabajadores de la pesca, en el camino hacia el desarrollo sostenible, logrando el objetivo de la Agenda 2030 de la ONU (FAO 2022).

En nuestro país, México, las culturas originarias como la wixárica y la purépecha, los lagos simbolizan el origen de la vida, además de que estos últimos consideran al lago, o *Japóndarhu*, un ente vivo proveedor de recursos y fertilidad (Argueta y Castilleja 2008); estas manifestaciones forman parte de la riqueza biocultural² del país. En la cultura purépecha se considera emblemático el Lago de Pátzcuaro, cuerpo de agua que se ubica en el centro-occidente del país. Los primeros registros del aprovechamiento y el manejo de los recursos pesqueros del Lago de Pátzcuaro se hicieron en la época precolombina y están plasmados en la “Relación de Michoacán”, recopilada

por el fraile Franciscano Jerónimo de Alcalá en 1547 (Alcalá 2008). En ésta se describen sus embarcaciones, redes de pesca y las actividades recreativas, así como elementos de su arquitectura, su vestimenta, su joyería y sus celebraciones.³ Los purépecha pescaban y cultivaban pescado desde el siglo XIII, tenían ese conocimiento y una cosmovisión⁴ particular por la interacción y el contacto continuo con la biodiversidad. Los recursos pesqueros proporcionaron a los purépecha elementos para su desarrollo social, nutricional y comercial (Toledo *et al.* 1992). Estos elementos nos llevan a la reflexión que la pesca es una actividad que ha contribuido a una identidad regional; de hecho, el nombre del estado de Michoacán proviene del náhuatl *Michihuacán*, que significa “lugar de pescadores”, o de la palabra purépecha⁵ “michmacuán”, que significa “lugar junto al agua” (Rico Lemus 2019).

Hoy en día se sigue considerando que la pesca en Pátzcuaro es artesanal porque se utilizan herramientas de baja escala y con alta demanda de mano de obra. En las comunidades ribereñas del lago se utilizan, entre otros artes de pesca, la red de mariposa (*parakata*), el arpón (*atarakua*), las redes (*cherémikua*), el chinchorro (*warhukua*), red con mango (*tupirita*) y el anzuelo (*uàloni*). De acuerdo con Argueta y Castilleja (2008), utilizan artes de pesca ancestrales en la región, argumento que se suma al de considerar que la pesca en este lago es de tipo artesanal y tradicional. Lo anterior coincide con la definición de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) “Como la actividad que opera con artes de pesca tradicionales, las herramientas elaboradas por los propios pescadores y la utilización de embarcaciones pequeñas sin apoyos tecnológicos” (FAO 2022).

En cuanto a la organización de la pesca artesanal en el Lago de Pátzcuaro, de acuerdo con los

1. FAO. 2021. <https://www.fao.org/fishery/en/capture>.
2. La biocultura es el conjunto de conocimientos, invenciones y experiencias de los pueblos indígenas; este concepto está estrechamente relacionado con el uso que los seres humanos dan a sus recursos naturales y el vínculo que los une (Toledo y Barrera 2008).

3. Michoacán: Indumentaria Tradicional. El Traje Regional. Patrimonio de los Pueblos. Michoacán, México. Casa de las Artesanías de Michoacán, 1986.
4. La cosmovisión es una concepción o aprehensión integral del mundo, desde un punto de vista específico. La cosmovisión hace referencia a nuestra intuición del mundo (Williams 2016, Naugle 2018).
5. El etnónimo actual (o nombre de un grupo étnico) es purhépecha en español o p'urhépecha en lengua purépecha. Se considera como exoetnónimo el término tarasco.

datos que se tienen de hace un par de décadas, se reportan 800 pescadores en activo, 810 embarcaciones, 7 655 artes de pesca y 26 organizaciones, la mayoría de origen purépecha (DOF 2015, Contreras *et al.* 2022). El aprovechamiento del recurso pesquero a finales del siglo XX reportó una drástica caída en sus registros de captura y, entre los argumentos técnicos-científicos por los que los gobiernos federal y estatal determinaron establecer una temporada de veda que iniciaría en el año 2000, estuvo el uso de artes de pesca no selectivos. Esto influyó en una negativa por parte de los pescadores para renovar u obtener el permiso de pesca, situación que complicó la regulación y el ordenamiento pesquero en la región (SEMARNAP 2000, Ortiz Paniagua 2004, SAGARPA 2004, Vargas 2011).

La pesca en el Lago de Pátzcuaro está regulada parcialmente por la norma oficial mexicana, publicada en 2015, que establece reglas e instrucciones para el aprovechamiento del recurso pesquero. La NOM-036-SAG/PESC-2015 sólo permite el uso de ciertos artes de pesca y prohíbe el uso de chinchorro de arrastre, chinchorro de playa, atarrayas, fisgas o arpones, electricidad y explosivos, así como embarcaciones mayores (DOF 2015). En términos de los recursos biológicos, esta norma prohíbe capturar el achoque (*Ambystoma dumerilli*) y la tripilla⁶ (DOF 2015). Las normas establecidas y publicadas por la autoridad federal solamente las consideran cuatro cooperativas del lago (*Com. pers.* de Ruperto Salazar).⁷

El aprovechamiento del recurso pesquero es fundamental en los ámbitos turístico, cultural, social, económico, recreativo y deportivo (CONAPESCA 2016, Argueta Villamar y Castilleja González 2018); además, para las comunidades purépecha, el lago es más que un cuerpo de agua, en palabras de Amézcuca y Sánchez (2015), “el lago aún refleja la grandeza de sus dioses y los peces son un regalo”.

Con la finalidad de aportar un acercamiento, una mirada a la situación actual de la pesca tradicional artesanal del Lago de Pátzcuaro, se planteó, como objetivos de investigación, determinar

los artes de pesca que se utilizan, la identificación del recurso pesquero que es capturado, así como la forma de aprovechamiento y el manejo que tienen las pesquerías tradicionales. Esta investigación aporta información básica acerca de la diversidad de los artes de pesca, los beneficios tangibles e intangibles para las localidades que aprovechan el recurso pesquero.

Materiales y métodos

Área de estudio

El Lago de Pátzcuaro se encuentra ubicado en la zona centro-occidente de México, a más de 2 000 msnm, en la provincia fisiográfica conocida como Cinturón Volcánico Transmexicano (Fig. 1). El lago está dentro de una cuenca endorreica con escasas y pequeñas corrientes de entrada de 934 km², el espejo de agua cubre 97.5 km² y tiene una profundidad media de cinco metros que alcanza hasta 10 metros. La elevación y el área de superficie del lago han fluctuado en respuesta al largo plazo de ciclos de precipitación (Orbe-Mendoza *et al.* 2002).



Fig. 1. Localización del Lago de Pátzcuaro, con los sitios seleccionados.

6. La tripilla es el nombre otorgado por la comunidad de la ribera del lago de Pátzcuaro y pescadores de la región, a la etapa temprana de desarrollo del charal (*Chirostoma* spp.).

7. Jefe del departamento Subdelegación de pesca en el estado de Michoacán.

Los habitantes de las localidades seleccionadas del Lago de Pátzcuaro son 9 583 de acuerdo con el último censo de población y están distribuidos en: Ojo de agua (67), colonia Revolución (La Ortiga) con 261, isla Tecuena con 296, San José Oponguio (341), isla Urandén de Morelos (375), isla Pacanda (412), San Jerónimo Purenchécuarro (1 798), isla Janitzio (2 458) e Ihuatzio (3 575). Las comunidades estudiadas comparten la pesca como principal fuente de ingreso; sin embargo, es importante mencionar que existen otras, como: el comercio, el turismo y la artesanía (tallado de piedra, cantera, madera y laca, alfarería bruñida, textiles, sombreros y petates de chuspata). Comparten rasgos socioeconómicos como el grado de marginación –de medio a alto–, la falta de nuevos empleadores y de empleos formales. El uso del idioma purépecha es cercano a 30% en las comunidades de estudio (INEGI 2010,⁸ INEGI 2021⁹).

La selección de las localidades de estudio se estableció a partir de la literatura, que indica que las condiciones ambientales y la profundidad del cuerpo del agua no son homogéneas, lo que se refleja en una distribución heterogénea de especies (Toledo *et al.* 1992, Ramírez y Domínguez 2015, Argueta Villamar y Castilleja González 2018). Sumado a lo anterior, se realizaron recorridos en la ribera del lago y se ubicaron los principales sitios de desembarque, de comercialización del producto pesquero y se identificó a personas clave. Otro criterio de selección fue que en los sitios elegidos se llevara a cabo pesca continua y que su producto pesquero se comercializara. Se logró que los miembros de la comunidad pesquera y los habitantes del lugar facilitaran el acceso y dieran su apoyo, como resultado de las seis visitas que se hicieron al sitio de estudio en junio y julio de 2021. El trabajo de campo se realizó de agosto de 2021 a febrero del 2022; con un total de 75 visitas a los sitios, donde se aplicó la entrevista semiestructurada como instrumento de obtención de información cualitativa que contó con una versión piloto desarrollada en la localidad de Tzintzuntzan con un par de personas dedicadas a la pesca.

Posteriormente se modificó y se volvió a aplicar en una segunda fase de prueba en la comunidad de Ihuatzio. Con los cambios necesarios se generó la versión final que se aplicó como entrevista semiestructurada. El número de entrevistas se estableció a partir de la fórmula de nivel de confianza y con el programa Analyst STASTS 2.0 (Jerry 2020),¹⁰ determinó la aplicación de 180 entrevistas entre las nueve localidades. La aplicación de las entrevistas semiestructuradas se realizó en un periodo de ocho meses que inició en agosto de 2021. El tipo de muestreo empleado fue no probabilístico por conveniencia en combinación con el método bola de nieve (Hernández-Sampieri *et al.* 2014).

De forma paralela, se realizó observación participativa propuesta por Taylor y Bodgan (1984), de los pescadores en sus jornadas de trabajo para conocer el arte de pesca de forma directa y participar en la colocación del material de captura y en la recolección del recurso pesquero. Para esto, se pactaron citas previas con los pescadores después de la aplicación de la entrevista semiestructurada. El acompañamiento con el pescador se realizaba desde su casa, luego en la zona de desembarque y las orillas del lago. La observación participativa permitió registrar el proceso de preparación del arte de pesca, que algunos pescadores nombran ritual pesquero. Algunas entrevistas fueron grabadas con el consentimiento de los pescadores y se seleccionaron fragmentos relacionados con el recurso pesquero.

La entrevista semiestructurada se utilizó adicionalmente como herramienta de obtención de información sobre el aprovechamiento y el manejo del recurso pesquero.

En cada salida a campo se obtuvieron datos cuantitativos de los organismos capturados, de forma aleatoria se seleccionaban dos ejemplares por pescador entrevistado, que se midieron y pesaron (en fresco sin eviscerar). En el caso de los pescadores que obtienen más de una especie, se seleccionó la de mayor captura o la destinada para comerciar, de cada pescador en cada sitio de estudio, obteniendo la información de 360 organismos.

La información obtenida se clasificó y capturó en una base de datos, con el programa Excel para

8. INEGI. 2010. Censo de población y vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

9. INEGI. 2021. DENEUE. Información de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de los negocios activos. <https://www.inegi.org.mx/temas/directorio/>

10. Jerry W. 2020. Choice ModelR™ 2020 Creador de Software Analyst STASTS 2.0

elaborar los gráficos de barras o pastel en porcentaje de los entrevistados y tablas correspondientes. Se efectuó un análisis mediante la prueba de Shapiro-Wilk (1965), con el fin de determinar si la muestra proviene de una población normalmente distribuida. Para esta investigación se consideró una distribución normal y se obtuvo el resultado menor de $p = 0.05$.

Con los datos cuantitativos de los organismos se realizaron análisis de patrón multinivel con el *Rstudio* (R Core Team 2020)¹¹ y con él se generaron las combinaciones entre las especies reportadas, mediante la frecuencia de mención y su distribución, por los pescadores de los nueve sitios seleccionados. Para determinar diferencias en la relación peso-talla de los organismos y el lugar de captura del recurso pesquero, se aplicaron pruebas estadísticas para establecer si existen diferencias significativas o no, mediante un análisis de varianza (ANOVA).

Resultados

En la *tabla 1* se muestran los datos generales de los pescadores de las nueve localidades que permiten identificar que la actividad pesquera se realiza en su mayoría por hombres (90%), también destaca la presencia de mujeres en la captura del recurso pesquero en seis localidades. En la isla Tecuena, las mujeres pescadoras tienen una participación de 40%. Los entrevistados tienen en promedio 28 años de experiencia. El pescador con más experiencia tiene 85 años en el oficio y 92 años de edad y pertenece a la localidad de San José Oponguio; mientras que el más joven cuenta con apenas medio año en el oficio de pescador y con nueve años de edad y pertenece a la localidad de la isla Pacanda.

Tabla 1
Distribución por sexo, edad y experiencia de los pescadores del Lago de Pátzcuaro

Municipio	Localidad			\bar{x} Edad	\bar{x} Experiencia
		Mujeres	Hombres		
Erongarícuaro	Col. Revolución	1	19	37.3	30.1
	San José Oponguio	2	18	43.7	19.8
Pátzcuaro	Isla de Janitzio	1	19	40.1	30.4
	Isla de Tecuena	8	12	45.3	33.2
	Isla de Urandén	1	19	42.4	34.6
Quiroga	San Jerónimo P.	0	20	38.2	31.1
Tzintzuntzan	Ihuatzio	0	20	47.5	27.9
	Isla de Pacanda	1	19	45.2	24.3
	Ojo de Agua	0	20	45.1	25.0

En cuanto a los artes de pesca utilizados en la captura del recurso, se reportan cuatro técnicas, que se transmiten de forma oral por los padres, abuelos o esposos; algunas de las herramientas son heredadas de generación en generación “... Son un tesoro, es mi herencia”.¹² Los pescadores y pescadoras contestaron que pescar de la forma tradicional y saber usar las herramientas que usaron sus abuelos, representa un orgullo. El principal arte de pesca utilizado es la red agallera (la *rede* o *cherémikua*), que utiliza siete de cada diez pescadores, con pequeñas diferencias en la abertura de la malla –0.13 mm hasta 7.5 cm (3 plg o tres dedos)–. Actualmente, este arte de pesca se elabora con nailon de origen chino.

El caso de la red de mariposa o *Parakata* (en purépecha), que es una red con mango, con boca elíptica y gruesa, se debe utilizar en parejas de dos canoas. El 5% de los pescadores entrevistados, la emplean incluso indican que en la isla Janitzio se está utilizando para preservar la tradición en el Lago de Pátzcuaro, por lo que el porcentaje ha aumentado a 40%. Este aumento se relaciona con que los tatas¹³ y los jefes pescadores del grupo “mariposero” de la isla de Janitzio sólo permiten realizar exhibición de pesca a los maestros

11. Core-Team. R 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

12. Ricardo, Isla de Janitzio 2021

13. Tata: Personas mayores de 50 años, abuelos, que normalmente son reconocidos por la comunidad como personas con un amplio conocimiento de las costumbres y de cultura local (Amezcuca y Sánchez 2015).

pescadores y a quien pesque con la *Parakata*. Esta exhibición (simulación de pescar con red de mariposa y con ropa tradicional, para ser fotografiados y contemplados), que se realiza para los turistas que se dirigen a Janitzio es muy importante para las familias de los pescadores, pues les representa un ingreso económico cercano a 70%.

El chinchorro (*warhukua*), arte de pesca reportado por 20% de los pescadores entrevistados, "... está bien pesado. Sólo de chavo lo hacía, se ocupa re harta gente".¹⁴ El chinchorro requiere gran esfuerzo físico y deben participar equipos de cinco personas, compuestos por un patrón¹⁵ y varios peones.¹⁶ Este arte de pesca se utiliza en las cuatro islas: Tecuena, Pacanda, Janitzio, Uran-dén de Morelos y en la localidad de San Jerónimo

Purenchécuaro, en esta última localidad es el arte de pesca más utilizado

El anzuelo (*uàloni*), último arte de pesca reportado, es poco rentable, de acuerdo con los pescadores, ya que demanda mayor tiempo y se obtiene poco recurso pesquero. Sólo se aplicó una entrevista a un pescador que lo utiliza, "... es la forma que puede pescar, ya 'toy viejo, ya no veo bien y si me caigo, me muero, mejor pesco sin canoa"¹⁷ (Fig. 2).

Las embarcaciones de diseño tradicional, conocidas como canoas, son utilizadas por 90% de los pescadores entrevistados, como herramienta en la captura de recurso pesquero. Las nuevas formas (diseño de embarcación) de transporte en la captura del recurso pesquero, conocidas como lanchas, son utilizadas por 10% de los pescadores. Las canoas tradicionales y artesanales hechas de madera representan 12% y se elaboraban en la comunidad de Comachuén; sin embargo, los pescadores reportaron que son sustituidas por

14. José León, San Jerónimo Purenchécuaro, 2021
15. De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española, patrón es la persona que manda un pequeño buque mercante o la persona que organiza y controla las faenas de pesca.
16. De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española, peones se refiere a la persona que actúa subordinada a las indicaciones del patrón.

17. Tata Juan, San Jerónimo Purenchécuaro, 2021



Fig. 2. Artes de pesca utilizados en el Lago de Pátzcuaro: a) red de mariposa (parakata); b) redes (cherémikua); c) chinchorro (warhukua); d) anzuelo (uàloni).

canoas de fibra de vidrio por sus cualidades, como son: ligereza, facilidad de reparación y costos bajos. En todas las canoas utilizan los remos de madera para desplazarse y para manejo. La localidad de Ojo de Agua es la única que reportó la utilización de lanchas de material de fibra de vidrio, impulsadas con motor a gasolina como herramienta para desplazarse en el Lago de Pátzcuaro.

En todas las localidades de estudio, el arte de pesca que más se utiliza son las redes agalleras con pequeños cambios en la abertura de la malla; en cuatro localidades es la única que se utiliza para la captura del recurso pesquero (Ihuatzio, Oponguio, Colonia Revolución y Ojo de Agua). Ninguno de los nueve sitios de estudio reportó utilizar los cuatro tipos de artes de pesca. La localidad de San Jerónimo Purenchécuaro, reportó el uso de tres artes de pesca diferentes: anzuelo, chinchorro y las redes agalleras (Fig. 3).

Respecto a la actividad pesquera, algunos pescadores consideran el proceso previo a pescar como un ritual, parte de su pesca tradicional, ya que lo heredaron de sus maestros pesqueros, "... la pesca va más allá de las redes y la canoa, es un ritual que me enseñó mi apá".¹⁸ El ritual inicia

tomando las redes, las mismas que se revisan a diario y se reparan si fuese necesario, si bien esta práctica cada vez se realiza con menor frecuencia, porque el nailon es un material difícil de reparar, "... sólo los pescadores grandes, o tatas, saben repara las redes, los chavos son flojos, no aprenden, van a lo fácil y compran otra, por eso ya ni les enseñó cómo se hace eso; a mí me enseñó mi abuelo, yo por eso sé".¹⁹ El ritual pesquero continúa con la encomienda a algún santo, la mayoría lo hace a San Pedro, patrón de los pescadores, ponen una veladora y después toman alguna manta para usarla como aislante en las piernas: "... somos pocos que llevamos bordado, hay que llevarlo, es el amuleto que nos da mi amá o mi vieja, eso me cuida pa no ahogarme".²⁰ Pero la mayoría de los pescadores ha sustituido la tradición de portar una manta por el uso de frazadas térmicas o lonas de plástico. Enseguida se dirigen a su canoa, en la que ponen un pequeño tablón de madera a modo de asiento y cubren sus piernas con la manta para enfilarse a su zona de pesca e iniciar el tendido de la red. Después de tres o cuatro horas, vuelven a su casa a descansar. Posteriormente preparan las

18. Ricardo, Ihuatzio 2021

19. Camilo V, Urandén de Morelos 2021

20. Froilán, Isla Tecuena 2022

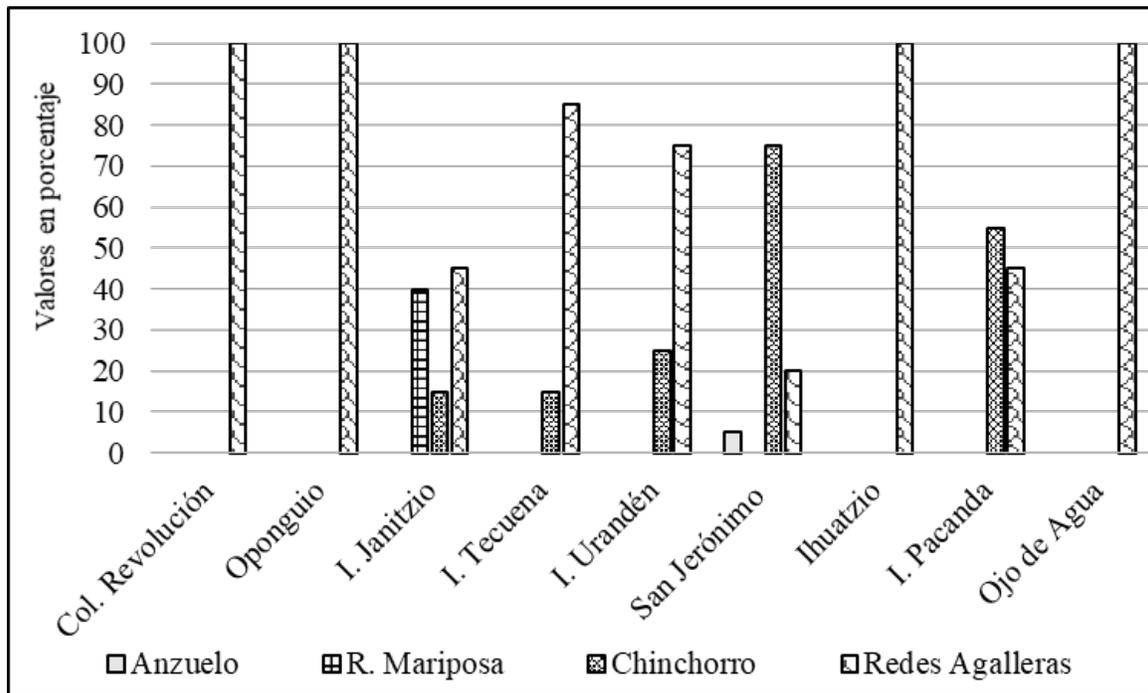


Fig. 3. Artes de pesca utilizados en nueve localidades del Lago de Pátzcuaro en el año 2021.

cubetas de plástico o incluso carretillas, para comenzar a levantar la red, o algunos sólo recogen lo capturado. Todo este proceso es similar en la mayoría de las localidades muestreadas, salvo para los chinchorreros de San Jerónimo Purenchécuaro, que inician el proceso a las cuatro de la mañana; un pescador líder espera a sus compañeros en la canoa de madera de más de diez metros de largo y pide por la pesca a su santo predilecto o a Dios, acomoda la red de una forma específica para que no se enmarañe o se enrede con las boyas o el material flotante, como botellas de plástico; cuando llega el equipo, dos reman, uno maneja y otro busca el lugar idóneo para hacer el tendido del chinchorro hasta formar una “U”, “... estar despierto, sin pensarlo tanto, *PA qué*, sólo busco la señal de peces, ¡heiii, tú, bájale a la música!, deja oigo el lago”.²¹ Los maestros chinchorreros comentan que escuchan el lago, a causa de *Japóndarhu*, una entidad purépecha que provee recursos y les habla a los pescadores, “... ella habla, sólo falta saber escucharla, a mí me enseñó mi apá”.²² (Fig. 4).

Los pescadores del lago capturan nueve especies, de las cuales tres son endémicas (*Chirostoma estor*, *Algansea lacustris* y *Ambystoma dumerilli*), tres nativas (*Alloophorus robustus*, *Allotoca diazi* y *Chirostoma* spp.) y tres no nativas (*Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio* y *Micropterus salmoides*). Parte de su identidad está plasmada en la forma de nombrar en purépecha los recursos pesqueros capturados, costumbre que se debe preservar, ya que es parte de la riqueza intangible de la localidad. El pescado blanco (*C. estor*), una de las especies más emblemáticas del lago, forma parte de su cultura y su identidad, conocido como *Kurúcha urápiti*, protector del lago en palabras de los entrevistados. Dicen los pescadores que “... capturar akúmara [sardina (*A. lacustris*)] es señal de que te va ir bien, pues abundancia muchacho, y si hay poca en el lago es por aquí envidia de la gente”.²² (Tabla 2).

De acuerdo con los datos obtenidos en las entrevistas, se captura en su mayoría charal blanco (*Chirostoma grandocule*); sin embargo, la mayoría

21. Pedro, San Jerónimo Purenchécuaro 2021

22. Pescador, Isla de Pacanda 2022



Fig. 4. Arte de pesca en San Jerónimo Purenchécuaro: a) el chinchorro (*warhukua*), buscando el lugar para colocar la red; b) colocación de la red.

Tabla 2
Recursos pesqueros capturados en el lago de Pátzcuaro

Especie	Nombre común	Nombre purépecha	Origen
<i>Chirostoma estor</i> (Jordan 1879)	Pescado blanco	Kurúcha urápiti	Endémico
<i>Algansea lacustris</i> (Steindachner 1985)	Sardina	Akúmara	Endémico
<i>Ambystoma dumerilli</i> (Dugès 1870)	Achoque	Achójki	Endémico
<i>Allotoca diazi</i> (Meek 1902)	Chehua	Choromu	Nativo
<i>Allophorus robustus</i> (Jordan 1880)	Chehuita	Chehüa	Nativo
*** <i>Chirostoma</i> spp.	Charal	Chakuami	Nativo
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus 1758)	Carpa	Kurucha jimhani	No nativa
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacépède 1822)	Lobina negra o trucha	Kurúcha	No nativa
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus 1758)	Mojarra o tilapia	No tiene	No nativa

***El grupo de los charales que se unificaron como *Chirostoma* spp.

de los pescadores no menciona si se captura “charal blanco (*C. grandocule*), pinto (*Chirostoma patzcuaro*) o prieto (*Chirostoma attenuatum*)”, razón por la que se decidió unificarlos como *Chirostoma* spp.

La especie *O. niloticus* (mojarra) es la más abundante, capturada por el 40% de los pescadores, reportándose en todos los sitios muestreados. El *Chirostoma* spp. (charales) es el segundo recurso pesquero más capturado con 23%, se reportó en siete de los nueve sitios (no se captura en Ihuatzio ni en Ojo de agua). Se ha incrementado la demanda de la especie *C. carpio* (carpa) día con día hasta alcanzar el tercer lugar en captura con 20%. Esta especie se captura en siete de los nueve sitios, no reportándose para la localidad de isla Urandén de Morelos ni para la colonia Revolución.

La especie *C. estor* (pescado blanco) es la más reconocida y apreciada entre los pescadores, algunos mencionaron que: “... es de un sabor delicado, textura fina, un regalo de los dioses de nosotros, pues, purépechas”.²³ Esta especie se reporta con 5% en zonas²⁴ específicas, con una distribución restringida. Algunos tatas mencionan que “... pocos pescadores conocemos dónde vive y eso sólo se lo decimos a nuestros hijos o nietos, nadie más, es por tradición”.²⁵

La captura de *A. robustus* (chehua) representa un valor cercano a 5% y de 4% para *A. diazi*

(chehuita). Con 1% están tres especies, de las cuales dos son endémicas: *A. dumerilli* (achoque), *A. lacustris* (akumara), y una no nativa *Micropterus salmoides* (trucha o lobina negra) (Fig. 5).

Los pescadores de las nueve localidades reportaron un total de 61 zonas de pesca que son heredadas y/o rentadas, que no estén ocupadas por otros pescadores o redes. La parte norte del lago (próxima a la localidad de San Jerónimo Purenchécuaro) reportó un mayor número de pescadores, mayor riqueza de especies y fue la única parte del lago donde se reportó el anfibio *A. dumerilli*. En el área contigua a la localidad de Ojo de Agua se identificó la captura de dos especies: *O. niloticus* y *C. carpio* y es en donde se alcanzó el mayor volumen del recurso pesquero, con hasta 200 kg reportados de *C. carpio* en un día de pesca. En la parte centro del lago, alrededor de las islas Pacanda, Tecuena y Janitzio, se reportó la mayor cantidad de captura de *Chirostoma* spp. (hasta 90 kg al día). En la localidad de Ihuatzio (ubicada al sur del lago) destaca la presencia de *A. lacustris* con tres capturas al año, y un peso por captura de dos kilogramos.

Se hizo evidente que los datos de peso y talla de los organismos capturados pueden variar según la localidad de captura de los pescadores; los organismos seleccionados estaban enteros, sin eviscerar, húmedos y vivos. El análisis de la varianza (ANOVA) indicó una diferencia significativa en relación con el peso-talla y la localidad de captura, en función de las principales especies capturadas por los pescadores con un valor menor de $p = 0.05$. En cuanto a las diferencias en la frecuencia de mención y localidad de captura, queda

23. José, Isla Pacanda 2021

24. Zona: hace referencia al manifiesto de los entrevistados a la división del lago como si fuera parcelas o proporción de terrenos con propietario o uso de la localidad exclusivamente.

25. Tata Antonio, San José Oponguio 2022

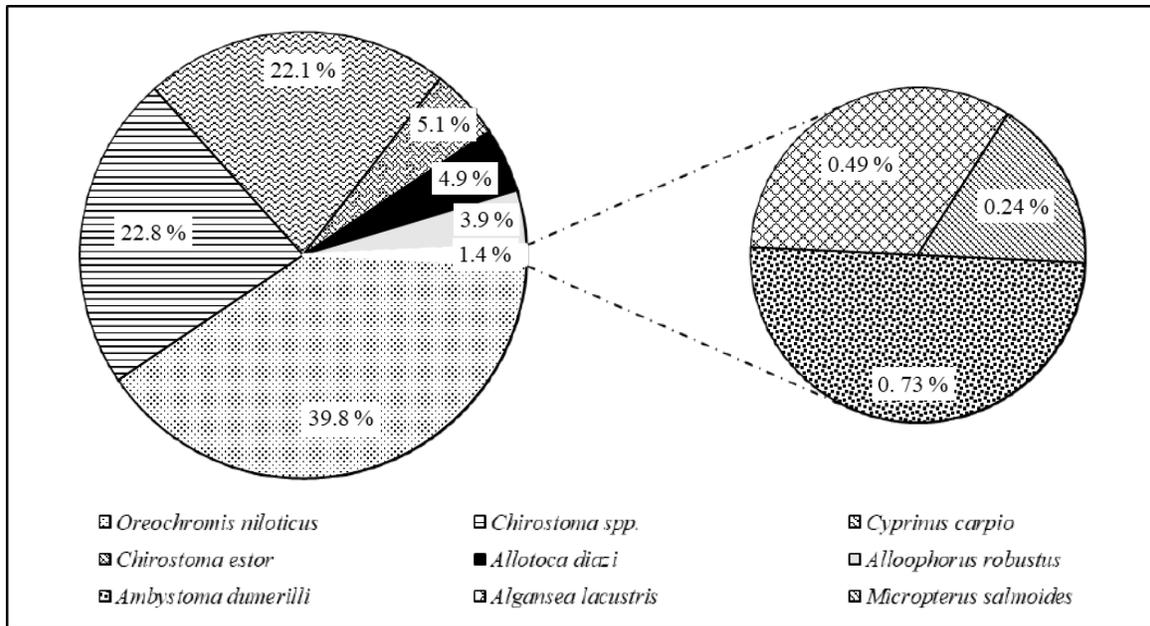


Fig. 5. Especies capturadas en nueve localidades del Lago de Pátzcuaro en la actualidad.

claro que la distribución de las especies como: *A. robustus*, *A. dumerilli* y *A. lacustris*, es restringida. La mojarra, mojarrita o tilapia (*O. niloticus*) se reportó en todos los sitios (Fig. 6).

La forma de aprovechamiento inicia con la comercialización del recurso pesquero, en su mayoría de forma directa y local. Las mujeres se encargan de su venta con miembros de la comunidad, restaurantes locales, trasladándolos a mercados de trueque,²⁶ venta en localidades más habitadas, como Tzintzuntzan, o son adquiridos por intermediarios que los trasladaran a sitios más lejanos, como Uruapan o Zacapu. Los recursos pesqueros son comercializados sin ningún tratamiento o manejo, e incluso se ofertan aún vivos, ya que se transportan en cubetas con agua solamente para ser vendidos como producto fresco, “recién pescado”, en palabras de las comerciantes. Esta forma de comercializarlo corresponde a 83%, lo que indica que ocho de cada diez peces capturados se venden frescos; la segunda manera es seco con 10%, principalmente para la variedad de charales. Cinco por ciento utiliza hielo para

mantenerlos frescos y 2% utilizan toallas mojas para su conservación.

Respecto al destino del recurso pesquero capturado por las nueve localidades, éste se comercializa en un total de 22 localidades. El principal sitio de destino es la localidad de Pátzcuaro, con cerca de 30% de lo capturado, seguida de Tzintzuntzan con 10%. El restante 60% es comercializado en 20 localidades, entre ellas Toluca, Uruapan, Napízaro, Paracho, Cherán o Zacapu. Se comercializan principalmente cuatro especies: *O. niloticus*, *C. estor*, *C. carpio* y *Chirostoma spp.* La trazabilidad del recurso indica que 90% se comercializó en las comunidades de la ribera del Lago de Pátzcuaro (Tabla 3).

El recurso pesquero obtenido en nueve localidades del Lago de Pátzcuaro se dedica, principalmente, al autoconsumo y el excedente se comercializa o se utiliza para trueque. De los pescadores, 80% aporta una porción de su captura para comercialización, 20% únicamente lo utilizan en autoconsumo, debido a que es su principal fuente de proteína animal. Los pescadores realizan otras actividades adicionales, entre ellas, las de jornalero, elaboración de artesanías, músico, albañilería, comercio; algunos reciben apoyos de familiares para complementar su entrada económica.

Los entrevistados y sus familias indican que comen pescado cinco veces por semana, en promedio, lo que representa 70% de su consumo

26. Trueque: Es un tipo de intercambio comercial en el que se dispone de un bien o servicio a cambio de otro cuyo valor se reconoce como similar o necesario (Andrews y Lara 2022).

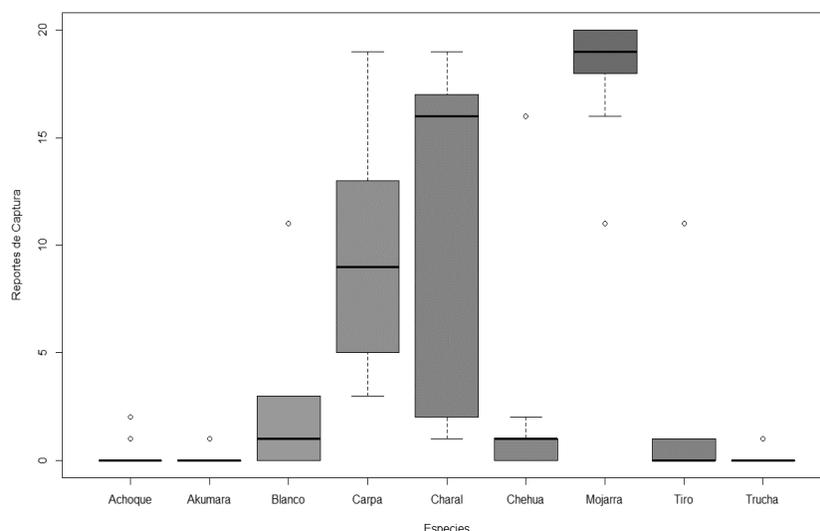


Fig. 6. Análisis de varianza (ANOVA) de los recursos pesqueros en relación con la frecuencia de mención y distribución.

Tabla 3

Localidades donde se comercializa el recurso pesquero capturado por nueve localidades del Lago de Pátzcuaro

Localidad	Principales especies comercializadas	Producto comercializado (%)
Pátzcuaro	Mojarra, charales y pescado blanco	33.88
Tzintzuntzan	Carpa y mojarra	10.55
San Jerónimo Purenchécuaro	Mojarra y charales	8.88
Janitzio	Charales y mojarra	8.88
Ihuatzio	Mojarra	7.77
Oponguio	Charales	5.01
Santiago Azajo	Mojarra	3.88
San Francisco Uricho	Mojarra	2.77
San Andrés Tziróndaro	Mojarra	2.22
Paracho de Verduzco	Carpa y charales	2.22
Isla Tecuena	Mojarra	1.66
Isla Pacanda	Charales	1.66
Erongarícuaro	Mojarra y charales	1.66
Cherán	Charales y carpa	1.66
Zacapú	Pescado blanco y mojarra	1.11
Quiroga	Charales y mojarra	1.11
Puácuaro	Charales	1.11
Uruapan	Mojarra	0.55
Napízaro	Mojarra	0.55
Cuanajo	Mojarra	0.55
Arocutín	Mojarra	0.55
Toluca	Mojarra y carpa	0.55
Total de localidades: 22	Total de especies: 4	Suma: 100

mensual de proteína de origen animal. El pollo se consume una vez por semana, la carne de res cada 15 días, la de cerdo una vez cada 21 días y los mariscos o achoque sólo en ocasiones especiales (Fig. 7).

En cuanto a la captura del recurso pesquero, se divide por temporadas, que coinciden con las estaciones de secas y lluvias. En la temporada alta (primavera-verano), la demanda aumenta, principalmente para dos productos pesqueros: el pescado

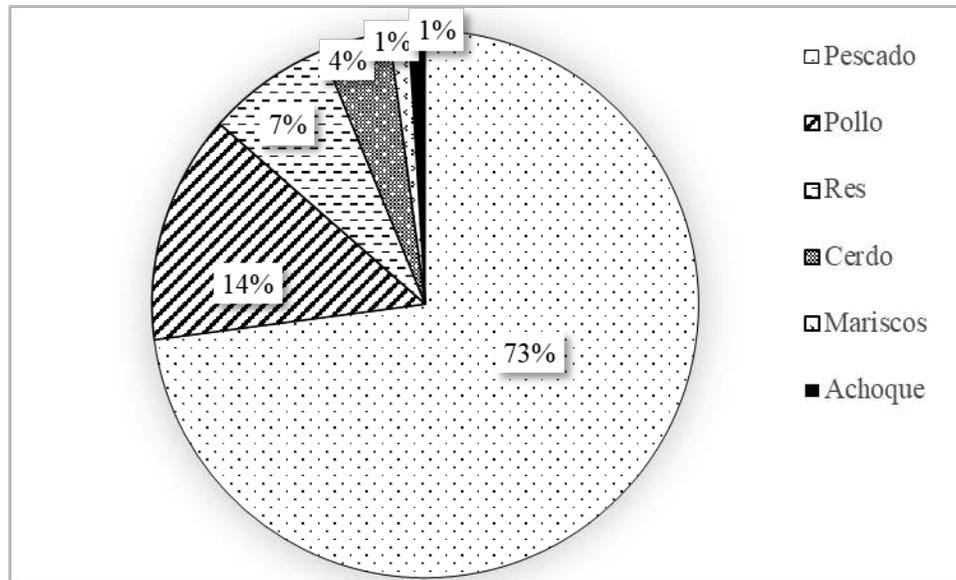


Fig. 7. Consumo promedio al mes de proteína de origen animal por pescadores del Lago de Pátzcuaro.

blanco (*C. estor*) que se comercializa hasta en 400 pesos/kg para tallas pequeñas y los 900 pesos para tallas grandes (19 cm). Por su parte, la mojarra o tilapia (*O. niloticus*) se comercializa desde 70 pesos/kg. En la temporada baja, que inicia a finales de septiembre con la llegada del otoño, las dos especies antes mencionadas se comercializan a un costo inferior en comparación con la temporada alta. La mojarra (*O. niloticus*) se comercializa a partir de los 25 pesos/kg y el pescado blanco (*C. estor*) a partir de 220 pesos y hasta 350 pesos/kilogramo.

Del análisis para establecer las diferencias en el aprovechamiento del recurso pesquero se generaron combinaciones entre las especies reportadas por los pescadores y las nueve localidades. Se reportó que sólo seis especies tienen un valor significativo en relación con el lugar de captura, así, *Chirostoma* spp. (charales) tiene un valor significativo en cinco localidades: Oponguio, San Jerónimo Purenchécuaro, Tecuena, Pacanda y Janitzio (Tabla 4).

Discusión

A partir de la información obtenida en las localidades de estudio, sabemos que las edades de los pescadores van desde jóvenes hasta personas de la tercera edad; principalmente hombres con

entrenamiento por tradición cultural, compartiendo lo presentado con Inteligencia Pública.²⁷

En cuanto a los métodos y artes de pesca, se observa que han cambiado y son menos diversos respecto a los descritos por Argueta *et al.* (1986) y Alarcón (2013) quienes indicaron que la captura de peces y demás productos pesqueros en el Lago de Pátzcuaro se hacía mediante seis artes de pesca: *tupirita* (red con mango), *tsiurho* (red con mango, forma triangular), *uirhipo* (red con mango y con una malla), *atarakua* (arpón), *parakata* (red mariposa) y *tsikiata* (canasta o chunde). En la presente investigación se reportan sólo cuatro de ellas: la red de mariposa (*parakata*), las redes (*cherémikua*), el chinchorro (*warhukua*) y el anzuelo (*uàloni*), elegidas con base en el conocimiento derivado de los saberes acerca del hábitat, la distribución de las especies y el comportamiento por especie. En la actualidad han adaptado conocimientos tradicionales a las especies no nativas, para su captura. El desuso de algunas artes de pesca, como el caso de la fisga (*atarakua*), es consecuencia de las condiciones de la calidad fisicoquímicas del lago y la baja o nula disponibilidad de alguno de los organismos (Ramírez y Domínguez

27. Es una organización dedicada a ciudadanizar información para la creación de contenidos prácticos, innovadores, oportunos y focalizados; y a realizar análisis institucional aplicado.

Tabla 4
Análisis de patrón de multinivel del recurso pesquero del Lago de Pátzcuaro, en relación especie con el sitio de origen del pescador.

Especie	C.R	I	J	OA	O	P	SJ	T	U	$p < 0.05$
<i>Chirostoma</i> spp.	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0.005
<i>Chirostoma estor</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.005
<i>Algansea lacustris</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1.000
<i>Alloophorus robustus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.005
<i>Allotoca</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.005
<i>Oreochromis niloticus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA
<i>Cyprinus carpio</i>	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0.005
<i>Micropterus salmoides</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1.000
<i>Ambystoma dumerilli</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0.275

CR: C. Revolución, I: Ihuatzio, J: Janitzio, OA: Ojo de Agua, O: Oponguio, P: Pacanda, SJ: Purenchécuaro, T: Tecuena, U: Uranden

2015). De los cuatro artes reportados para este estudio, la red agallera es el de mayor uso debido a que es el menos dispendioso y porque es un arte de pesca que se puede utilizar en solitario, el uso del anzuelo al parecer está en franco desuso y puede llegar a ser sólo un arte de pesca histórico, también discutido y mencionado por Argueta Villamar y Castilleja González (2018).

Otro aspecto relevante es que sólo se reportó la captura de nueve especies, lo que indica su disminución, ya que diferentes investigaciones, como las de Toledo *et al.* (1992) y Chacón Torres *et al.* (2004), mencionan la presencia de quince especies para el lago: *A. diazi*, *A. dugesii*, *A. robustus*, *Skiffia lermae*, *Goodea atripinnis*, *C. grandocule*, *C. attenuatum*, *C. estor*, *C. patzcuaro*, *A. lacustris*, *Ctenopharingodon idellus*, *O. niloticus*, *M. salmoides*, *C. carpio* y *Poeciliopsis infans*. A partir de este resultado es evidente que no sólo disminuyó el número de especies, sino también la presencia de especies endémicas, como el *C. estor* o *A. dumerilli*, que se encuentran en sitios muy restringidos y específicos con un difícil acceso para la mayoría de los pescadores, sumado a que están en peligro crítico. Por otro lado, respecto a presencia de un mayor número de especies en las localidades del área norte del lago, una posible relación es, como lo mencionan Ramírez y Domínguez (2015), que la parte norte del lago posee algunos factores que propician mejores condiciones fisicoquímicas y esto podría ser la razón de una mayor riqueza de especies, mayor captura y, por ende, mayor número de pescadores.

Respecto a la distribución de otras especies endémicas y nativas, la investigación realizada

por Ramírez y Domínguez (2015), apunta a que la introducción de especies no nativas es una posible causa de estos cambios. Ejemplo de ello son especies como: la lobina (*M. salmoides*), que es un depredador tope competidor directo del pez blanco, en función de alimento y zonas de reproducción. La carpa común (*C. carpio*), especie que se alimenta en el sedimento depositado en el fondo y provoca una re-suspensión de dichos sedimentos, aparentemente es la responsable del incremento de la turbidez del agua y el consumo de huevecillos de otras especies de peces; lo que podría ayudar a entender porqué en algunos sitios de pesca sólo se reportan ciertas especies, otras especies sólo se ubiquen en lugares específicos y algunos recursos pesqueros no alcanzan el crecimiento máximo. La investigación de Huerto *et al.* (2011) propone que la distribución de la carpa (*C. carpio*) no es homogénea y marca una mayor abundancia en la parte norte del lago, lo que coincide con lo encontrado en la presente investigación, que reportó la mayor captura de esta especie en la localidad de Ojo de Agua.

La investigación realizada por Zambrano *et al.* (2011) reportó que existe una variación de los organismos y los sitios de captura en cuanto a la longitud y el peso. El análisis de esta investigación encontró que hay una relación entre las tallas y los sitios de captura, como indica el resultado de *Chirostoma* spp. con un valor significativo en cinco localidades.

Respecto a la captura del grupo de los charales que se unificaron como *Chirostoma* spp., ya que los entrevistados identifican en menor medida las diferentes especies del grupo de Atherinopsidae

del Lago de Pátzcuaro, e incluso reportan y comercializan el pescado blanco en su etapa de juvenil como charal. En la investigación realizada por Betancourt-Resendes *et al.* (2019) se discute con base en la morfología y el método filogeográfico que el grupo de Atherinopsidae del Lago de Pátzcuaro incluye cuatro especies, mismas que sólo reportan los tatas del lugar, y esto puede sugerir una pérdida en la capacidad de identificar este grupo de peces por parte de los pescadores, o que se trata del resultado de la dinámica de comercialización acelerada en la región. El conocimiento compartido generacionalmente de tata a pescador respecto a la biología, el manejo y la distribución de los recursos pesqueros ha permitido a las actuales generaciones reconocer distintas especies que habitan el lago y ubicar espacialmente en dónde se distribuyen. Toledo y Barrera-Bassols (2008) mencionan que el conocimiento heredado desde la parte integrativa de creencias (kosmos), el sistema de conocimientos (corpus) y el conjunto de prácticas productivas (praxis), hace posible comprender las relaciones o el manejo de la naturaleza y sus procesos. Esto también lo abordó Alarcón-Cháires (2015) en el sentido de que los pueblos originarios basan su existencia en el manejo y el aprovechamiento de los recursos locales, y así logran perdurar como individuos y grupo social.

Las mujeres son las encargadas de comercializar el recurso pesquero y generan un conocimiento de los sitios de embarque, de los pescadores, la selección del recurso pesquero de calidad, los sitios de venta, las fechas para comercializarlo, las temporalidades y el costo, que se transmite de forma oral a través de las generaciones de mujeres. Moctezuma *et al.* (2021) mencionan que son las mujeres las encargadas de realizar el intercambio o indicar el valor del producto que se vende.

Los recursos pesqueros que provee el Lago de Pátzcuaro son esenciales para la seguridad alimentaria y parte complementaria de su economía, como reporta FAO (2022). Asimismo, podemos percibir que la pesca tradicional se adapta para no desaparecer y que todas las comunidades lacustres deberán contribuir a la conservación del lago y las especies endémicas y nativas, ya que éstas son las generadoras de identidad y sentido de pertenencia (Argueta y Castilleja 2008).

Conclusiones

Los resultados de esta investigación indican que la pesca del lago sigue una tradición de saberes arraigada en los artes tradicionales del grupo de los purépecha, y que se han adaptado a las nuevas condiciones del lago.

La pesca se basa principalmente en tres de nueve especies, entre ellas, las no nativas *O. niloticus* (tilapia) y *C. carpio* (carpa) y de las nativas el grupo denominado *Chirostoma* spp. (charales). Hay una relación entre el desuso de artes de pesca y la disminución de la presencia y abundancia de las especies nativas.

Hay un reparto por género en la pesquería, ya que la fase de captura es principalmente realizada por los hombres y la comercialización del recurso es una actividad desempeñada por mujeres de forma local con vecinas, o en localidades cercanas.

El conocimiento de la biología, el manejo y la distribución del recurso pesquero generado es compartido generacionalmente de tata a pescador. La pesca tradicional en estas nueve localidades es más que un oficio para obtener un recurso económico o servicio, es un ritual, una tradición, parte del patrimonio biocultural del pueblo purépecha, de una identidad heredada y transmitida de forma oral de generación en generación.

Agradecimientos

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Al CONACYT por el apoyo como becario con el número 788243, al primer autor. A los habitantes de las comunidades de Ihuatzio, La Ortiga, Oponguio, isla Pacanda, isla Tecuena, isla de Janitzio, Urandén de Morelos, San Jerónimo Purenchécuaro y Ojo de agua, por su hospitalidad y todas las facilidades para realizar esta investigación. En especial a los pescadores Ricardo, Antonio, Froilán, Pedro, José León, Eliseo y la señora Antonia, por toda su orientación y su guía.

Literatura citada

Alarcón-Cháires P. 2013. *Etnoecología de los indígenas Purépechas: Una guía para el análisis de la apropiación de la naturaleza. Patrimonio*

- Biocultural de México*. Centro de Investigaciones en Ecosistemas/UNAM. México. 113p.
- Alarcón-Cháires PE. 2015. Otras epistemologías. Conocimientos y saberes locales desde el pensamiento complejo. Tesis de Doctorado en Pensamiento Complejo. Multiversidad Mundo Real Edgar Morin. México. 202p.
- Alcalá J. 2008. *Relación de Michoacán, estudio introductorio de Jean-Marie Le Clézio*. El Colegio de Michoacán. México. 314p.
- Amézcuca-Luna J, G Sánchez-Díaz. 2015. *Pueblos indígenas de México en el siglo XXI. P'urhépecha*. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México. 177p.
- Andrews Serrano KA, G Lara Gómez. 2022. Las monedas complementarias y sociales. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos* 140: e79939. DOI: 10.5209/reve.79939
- Argueta A, A Castilleja. 2008. El agua entre los p'urhépecha de Michoacán. *Cultura representaciones sociales* 3(5): 64-87.
- Argueta Villamar A, A Castilleja González. 2018. Conocimientos y tecnologías p'urhepecha sobre la pesca en el Lago de Pátzcuaro. *En: E Florescano, G Sánchez Díaz (coords.). El pescado blanco en la Historia, la Ciencia y la Cultura Michoacana*. Secretaría de Cultura-Gobierno del Estado de Michoacán/Instituto de Investigaciones Históricas-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. pp: 185-226.
- Argueta A, D Cuello, F Lartigue. 1986. *La pesca en aguas interiores*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Cuadernos de la Casa Chata. Serie Los Pescadores de México.16: 122p.
- Arroyo-Quiroz I, VH Flores-Armillas, R Huerto Delgadillo, R Pérez-Gil Salcido. 2014. Estudio ecosistémico del Lago de Pátzcuaro. Estrategia para apoyar la recuperación de peces nativos en el Lago de Pátzcuaro a través del manejo de especies exóticas: propuestas para el manejo de la carpa común *Cyprinus carpio*. *En: R Huerto-Delgadillo, S Vargas-Velázquez. Estudio ecosistémico del Lago de Pátzcuaro: aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 2: 137-169.
- Betancourt-Resendes I, R Pérez-Rodríguez, IDLA Barriga-Sosa, KR Piller, O Domínguez-Domínguez. 2019. Phylogeographic patterns and species delimitation in the endangered silverside "humboldtianum" clade (Pisces: Atherinopsidae) in central Mexico: understanding their evolutionary history. *Organisms Diversity & Evolution* 20: 313-330. DOI: 10.1007/s13127-019-00419-x
- Chacón-Torres A, GL Ayala-Ramírez, MB Rendón-López, C Rosas-Monge, G Ruíz-Sevilla. 2004. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR): Humedales del Lago de Pátzcuaro. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 13p.
- CONAPESCA. 2016. *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). México. 299p.
- Contreras Jaimes B, A Camou Guerrero, B Ayala Orozco, P Urquijo Torres. 2022. Historia de las organizaciones pesqueras en la cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, 1930-2020. *Región y sociedad* 34: 8-27. DOI: 10.22198/rys2022/34/1497
- DOF. 2015. Norma Oficial Mexicana NOM-036-SAG/PESC-2015, Pesca responsable en el Lago de Pátzcuaro ubicado en el Estado de Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. *Diario Oficial de la Federación*. México. 11 de junio de 2015.
- FAO. 2022. *Año internacional de la pesca y la acuicultura artesanales 2022. Plan de Acción Mundial*. FAO. Roma. 30p.
- Hernández-Sampieri R, C Fernández-Collado, P Baptista-Lucio. 2014. *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill. México. 600p.
- Huerto-Delgadillo RI, S Vargas-Velázquez, CF Ortiz-Paniagua (eds.). 2011. *Estudio ecosistémico del Lago de Pátzcuaro: Aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable*. IMTA/UAEM/UMSNH. México. 304p.
- Rico Lemus G. 2019. Del estigma al orgullo étnico: el papel de los estereotipos en la construcción de las identidades indígenas contemporáneas. *En: S Pflieger (coord.). Lenguaje y construcción de la identidad: una mirada desde diferentes ámbitos*. Universidad Nacional Autónoma de México. pp: 207-257.
- Mayr E. 1953. Comments on evolutionary literature. *Evolution* 7(3): 273-281. DOI: 10.2307/2405739
- Miller GT, S Spoolman. 2011. *Living in the Environment: Principles, Connections, and Solutions*. Cengage Learning. EEUU. 800p.
- Moctezuma-Pérez S, D Sandoval-Genovez (comps.). 2021. *Mercados y tianguis en el siglo XXI. Repensando sus problemáticas*. Universidad Autónoma del Estado de México. México. 396p.

- Naugle D. 2018. Worldview: Definitions, History, and Importance of a Concept. https://www3.dbu.edu/naugle/pdf/Worldview_defhistconceptlect.pdf
- Orbe-Mendoza AA, J Acevedo-García, J Lyons. 2002. Lake Pátzcuaro fishery management plan. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 207-217.
- Ortiz-Paniagua CF. 2004. La pesca en el Lago de Pátzcuaro, arreglos institucionales y política pesquera: 1990-2004. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte/CICESE. México. 190p.
- Pedroza-Gutiérrez C. 2018. *Pesca continental: retos y perspectivas, el caso de México*. Coordinación de Humanidades-UNAM. México. 172p
- Inteligencia Pública, EDF de México. 2019. *Impacto social de la pesca ribereña en México: propuestas para impulsar el bienestar social en el sector pesquero*. EDF. México. 96p.
- Ramírez Herrejón JP, O Domínguez Domínguez. 2015. El Lago de Pátzcuaro, un lago en decadencia. *Saber más* 2(12): 12-15.
- Rojas-Carrillo P, JI Fernández-Méndez. 2006. La pesca en aguas continentales. *En: P Guzmán-Amaya, DF Fuentes-Castellanos (coords.). Pesca, Acuicultura e Investigación en México*. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. México. pp: 49-68.
- SAGARPA. 2004. Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2001-2006. México.
- Sandoval-Moreno A. 2019. Cultura lacustre y pesca artesanal en el Lago de Chapala, México: alimentación, ingresos y comercialización. *Waterlat-Gobacit Network* 6(1): 29-49. DOI: 10.5072/zenodo.429093
- Sandoval-Moreno A. 2021. Procesos de despojo silenciosos en la ribera del Lago de Chapala. *Punto CUNorte* 1(12): 129-162. DOI: 10.32870/punto.v1i12.98
- Sandoval-Moreno A, A Hernández-García. 2013. Cambios socioambientales y crisis de los pescadores en el Lago de Chapala, en México. *Ambiente y Desarrollo* 17(32): 13-27.
- SEMARNAP. 2000. *Prontuario Estadístico del Lago de Pátzcuaro*. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/Subdelegación de Pesca de Michoacán. México. 14p.
- Shapiro SS, MB Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52(3-4): 591-611. DOI: 10.2307/2333709
- Taylor SJ, R Bodgan. 1984. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós. España. 343p.
- Toledo VM, N Barrera-Bassols. 2008. La Memoria Biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria Editorial. España. 232p.
- Toledo VM, N Barrera-Bassols. 1984. *Ecología y desarrollo rural en Pátzcuaro: un modelo para el análisis interdisciplinario de comunidades campesinas*. Instituto de Biología, UNAM. México. 224p.
- Toledo VM, P Álvarez-Icaza, P Ávila (eds.). 1992. *Plan Pátzcuaro 2000. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido*. Fundación Friedrich Ebert Stiftung. México. 320p.
- Vargas S. 2011. Los pescadores del lago; entre el manejo comunitario y el deterioro ambiental. *En: R Huerto-Delgadillo, S Vargas-Velázquez (eds.). En: R Huerto-Delgadillo, S Vargas-Velázquez, CF Ortiz-Paniagua (eds.). Estudio ecosistémico del Lago de Pátzcuaro: Aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable*. IMTA/UAEM/UMSNH. México. 1:189-216.
- Williams E. 2016. Materialidad, naturaleza y cosmovisión en la cerámica purépecha de Huáncito, Michoacán, México. *MATerialidadeS. Perspectivas actuales en cultura material* 4: 110-143. DOI: 10.22307/2340.8480.2016.01.006
- Zambrano L, F Cordova-Tapia, JP Ramírez-Herrejón, V Mar-Silva, L Bustamante, T Camargo, E Bustamante. 2011. Las especies exóticas en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *En: R Huerto-Delgadillo, S Vargas-Velázquez (eds.). En: R Huerto-Delgadillo, S Vargas-Velázquez, CF Ortiz-Paniagua (eds.). Estudio ecosistémico del Lago de Pátzcuaro: Aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable*. IMTA/UAEM/UMSNH. México. 1: 131-154.

Recibido: 16 de mayo de 2022.

Aceptado: 30 de octubre de 2022.

Estudio Socioeconómico

Panorama reciente de la pesca artesanal con perspectiva de género en tres lagos de Michoacán

Current gender perspective of artisanal fishing in three Michoacan lakes

Yaayé Arellanes-Cancino^{*✉}, Dante Ariel Ayala-Ortiz^{**} y Martina Medina-Nava^{***}

Resumen

La pesca es una de las actividades primarias con menor participación de mujeres, baja remuneración y disparidad de género. En este trabajo se describe la situación de la pesca lacustre en tres lagos representativos de Michoacán: Cuitzeo, Pátzcuaro y Chapala, con especial interés en la participación de las mujeres. El análisis se realiza a partir de información propia levantada en campo, que es complementada y contrastada. Se aplicó una encuesta a 678 personas (98.5% pescadores y 1.5% pescadoras) en 46 localidades de los tres lagos, que permitió obtener información sobre: *i*) organización pesquera, *ii*) artes de pesca, *iii*) actividades que realizan las mujeres jefas o cabezas de familia, *iv*) destino de la producción (autoconsumo y venta), *v*) distribución de los recursos pesqueros y *vi*) perfil del entrevistado (edad, sexo, escolaridad, entre otros). Se encontró que la participación femenina es significativamente menor respecto a la masculina y que los tres lagos tienen marcadas diferencias en términos de organización e infraestructura. Se observa que la pesca lacustre, aunque es artesanal, va más allá del autoconsumo y los productos pesqueros llegan a distintos destinos finales, desde los circuitos locales hasta los nacionales. Con este trabajo se contribuye a reconocer el papel de las mujeres en el desarrollo de la pesca en tres de los lagos más grandes del país, así como su aportación a la seguridad y la soberanía alimentarias.

Palabras clave: Lago de Cuitzeo, Lago de Chapala, Lago de Pátzcuaro, perspectiva de género, pesca artesanal.

Abstract

Fishing is one of the primary economic activities with the least amount of participation from women, low pay and gender disparity. This paper describes the lake fishing situation in three representative areas in Michoacán: Cuitzeo, Patzcuaro and Chapala, with emphasis on the participation of women. The analysis was carried out based on our prior information collected in the field, which was complemented and contrasted. A survey was applied to 678 people (98.5% fishermen and 1.5% fisherwomen) from 46 localities of the three lakes, which allowed to obtain information on: *i*) fishing organization, *ii*) fishing gear, *iii*) activities carried out by female heads or heads of households, *iv*) the destination of the production (self-consumption and sale), *v*) the distribution of fishing resources and *vi*) the profile of the interviewee (age, sex, schooling, among others). It was found that female participation is significantly lower than male participation, and that the three lakes have marked differences in terms of organization and infrastructure. It is observed that lake fishing, although it is artisanal, goes beyond self-consumption, and fishery products reach different final destinations, from local to national circuits. This work contributes to recognizing the role of women in the development of fishing in three of the largest lakes in the country, as well as their contribution to food security and sovereignty.

Keywords: Lake Cuitzeo, Lake Chapala, Lake Pátzcuaro, gender perspective, artisanal fishing.

* Investigadora del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Facultad de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. ✉ Autor responsable de la correspondencia: yaaye.arellanes@umich.mx.

** Facultad de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México, 58030. Morelia, Michoacán, México.

*** Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Introducción

La pesca es una actividad que provee de alimento e ingreso a millones de personas en el mundo (FAO 2018). Esta actividad consiste en la captura de peces, crustáceos, moluscos y otros organismos para aprovechar los diversos recursos de los

ecosistemas acuáticos. Sin embargo, sigue siendo una de las actividades con menor remuneración económica y mayor sesgo de género en México, en donde las mujeres participan con menos de 10% de la ocupación (INEGI 2019).¹ Los roles tradicionales de mujeres y hombres en las actividades primarias han contribuido a la noción de que las mujeres participan muy poco en la pesquería. Sin embargo, al ampliar la definición de esta actividad y considerar el sistema pesquero, es decir, al incluir todos los trabajos directos e indirectos que forman parte de la cadena de valor, la contribución de la mujer aumenta de manera significativa (SAGARPA-IICA 2018).

A escala mundial, la participación de las mujeres en la pesca representa 12%; en contraste, si se incluyen los datos de las operaciones pre y poscaptura, se estima que uno de cada dos trabajadores del sector es mujer (FAO 2020, Solano *et al.* 2020). Esta “estimación” se debe a que las estadísticas oficiales no son exhaustivas y sólo se basan en los datos de captura, producción y comercialización, por lo que no se considera el sistema pesquero en su totalidad.

En estudios locales y regionales se ha observado que la participación de la mujer es fundamental en actividades pre y poscosecha, además de ser responsables de la crianza infantil y otras tareas domésticas (Toledo y Bozada 2002, Harper *et al.* 2017, Pedroza-Gutiérrez 2019, Solano *et al.* 2020). Durante las últimas décadas, la publicación de éstos y otros estudios ha ayudado a visibilizar las contribuciones de las mujeres a la pesca y ha permitido conocer en detalle cómo llegan las mujeres a obtener trabajos directos en actividades de preproducción tales como la reparación de redes y equipos de pesca, cosecha: pesca o guardar peces en corrales y posproducción, clasificación, limpieza, eviscerado, secado, preparación, empacado, distribución y comercialización, entre otras actividades.

A partir de lo anterior es evidente que las mujeres contribuyen de manera significativa en las actividades de las pesquerías del mundo, en distintos medios y escalas, ya sea marítimos o epicontinentales, trátase de pesca de altura, altamente

tecnificada, o artesanal rudimentaria. En el caso de la pesca artesanal, ésta se caracteriza por utilizar equipo básico poco tecnificado en una limitada escala de operación, cuyas condiciones demandan un amplio uso de mano de obra y escasa inversión de capital (Rojas-Carrillo y Fernández-Méndez 2006). Una parte del apoyo para los pescadores y las pescadoras en el grupo de producción doméstico,² en donde sus integrantes participan de la organización de las actividades productivas e incluye a los miembros de la familia, esposa(o), hijos, padres y demás parientes (Toledo y Bozada 2002); esto indica que, en la organización básica de la pesca, las relaciones de parentesco son fundamentales (Sandoval-Moreno y Hernández-García 2016). En las estadísticas oficiales se podría considerar que una parte de este grupo es considerada en la clasificación de “propietarios, familiares y otros trabajadores no remunerados” y representa 58.8% del personal ocupado en la actividad (INEGI 2019).¹

En la pesca artesanal de aguas continentales, con frecuencia los pescadores tienen otras actividades económicas y se considera una población flotante con entradas y salidas constantes (Paré 1989, Toledo *et al.* 1992). En estos sitios, los artes de pesca que se utilizan principalmente son: redes agalleras de gran diversidad en longitud y abertura de malla, según la especie; embarcaciones pequeñas o menores, la mayoría canoas, así como algunas lanchas con motores pequeños, donde se considera que la producción está destinada en gran parte al consumo humano directo (Rojas-Carrillo y Fernández-Méndez 2006, Williams 2009). El aprovechamiento de los recursos pesqueros se regula a partir de normas oficiales mexicanas pesqueras y acuícolas que obligan a que los pescadores y las pescadoras se organicen en cooperativas y se afilien a la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). La información oficial tiene un sesgo de género, ya que se omite la participación detallada de las mujeres en la pesca y las relaciones

1. INEGI. 2019. *Pesca y acuicultura: Censos Económicos 2019*. INEGI. México. 58p.

2. De acuerdo con Toledo y Bozada (2002), el grupo doméstico debe ser entendido como una unidad de consumo y de producción en donde todos sus integrantes participan en la organización de las actividades productivas. Al interior del grupo doméstico, cada pescador organiza su trabajo independientemente de los otros, en función de una complementación de tareas por sexo y por edad entre los habitantes de su vivienda.

de género; un ejemplo de lo anterior es que en documentos oficiales, como el Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, la información es muy general y no se especifica, por ejemplo, cuántas mujeres participan, además de que la pesca continental no está claramente visibilizada y no se identifica cuáles recursos provienen de las aguas epicontinentales³ (CONAPESCA 2019); de hecho, se considera que las capturas de pesca en aguas continentales son infravaloradas, dado que no se registran en su totalidad (FAO 2020).

La información general de la producción pesquera nacional de aguas epicontinentales⁴ es relevante en volumen; se estima que en 2013, el recurso pesquero ascendió a más de 36 mil toneladas, lo que representó 23% de la producción pesquera nacional (DOF 2016). En México, la actividad económica de la pesca y la acuicultura presenta las remuneraciones promedio anuales más bajas (INEGI 2014)⁵ y es la actividad primaria que menos contribuye al Producto Interno Bruto (PIB): en 2018, la pesca y la acuicultura contribuyeron con apenas 2.5% del PIB agropecuario, que representa 0.08% del nacional (DOF 2020). Aunque la pesca no hace una gran contribución a las cuentas nacionales, desde la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y otras normas regulatorias del Estado mexicano se reconoce que la pesca y la acuicultura son actividades que fortalecen la soberanía alimentaria nacional y deben ser consideradas como un asunto de seguridad nacional, y prioritario para la planeación nacional del desarrollo y la gestión integral de los recursos pesqueros y acuícolas (DOF 2016).

La pesca continental, en particular la que se realiza en zonas lacustres, beneficia a miles de personas en México, pero es una actividad cambiante debido a que se desarrolla en ecosistemas

muy vulnerables. A escala planetaria, las aguas continentales han tenido los cambios más radicales en los últimos cien años a causa de las actividades antrópicas y el uso humano de agua dulce (Welcomme 2011). Entre los riesgos de la contaminación del agua dulce están la pérdida de este ecosistema y de su biodiversidad y la disminución de su aprovechamiento (Aguilar-Ibarra *et al.* 2006). Estos cambios han influido en la pesca lacustre, que pasa por una crisis socioambiental compleja y multicausal relacionada con la contaminación de los lagos y la pérdida de especies nativas, esto sumado a conflictos por el aprovechamiento y el manejo del agua como recurso de uso común, las escasas políticas públicas e incentivos dirigidos a los pescadores y las pescadoras artesanales de baja escala (Sandoval-Moreno y Hernández-García 2016, Vargas-Velázquez 2011, Inteligencia Pública 2019).⁶ Asimismo, las estadísticas no son exhaustivas y no se incluye la participación de las mujeres, lo que influye en un sesgo de género en las políticas públicas (Solano *et al.* 2020).

En los lagos más grandes de la República Mexicana –Chapala, Cuitzeo y Pátzcuaro–, ubicados al occidente del Eje Neovolcánico, más de cinco mil pescadores (en los datos oficiales no se indica el número de pescadoras) obtienen día a día recursos pesqueros de los lagos (Bernal-Brooks 1998, Franco-Gaona *et al.* 2010).

De manera general, existe poca información sobre la pesca lacustre de los lagos antes mencionados, poco se conoce acerca de quienes realizan esta actividad a escalas local y regional y si el recurso pesquero tiene más alcances que sólo el autoconsumo, así como las actividades que realizan las mujeres esposas o jefas de familia, como parte del grupo doméstico, dentro el sistema pesquero, es decir, actividades relacionadas con la captura, la precosecha y la poscosecha (Paré 1989, Pedroza-Gutiérrez 2018).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la situación de la actividad pesquera y la participación de las mujeres a partir de información propia de trabajo de campo levantada en 46 localidades lacustres del estado de Michoacán.

3. En México, las aguas epicontinentales son muy diversas e incluyen lagos, represas, ríos, presas, entre otros, que en conjunto abarcan una extensión cercana a cinco millones de hectáreas, alrededor de dos por ciento de la superficie de la República Mexicana (DOF 2015a).
4. A la explotación pesquera de los embalses continentales se les denomina pesquerías acuaculturales y se caracterizan por una siembra sistemática de crías de especies: carpa, tilapia, lobina, entre otras especies generadas en los centros acuícolas estatales y federales (Olmos Tomasini 1990). En estos embalses se practica la pesca comercial (CONAPESCA 2019).
5. INEGI. 2014. Censos Económicos 2014. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2014/doc/frddf_ce2014.pdf

6. Es una organización dedicada a “ciudadanizar” información para la creación de contenidos prácticos, innovadores, oportunos y focalizados; y a realizar análisis institucional aplicado.

Esta información aporta elementos importantes acerca de las condiciones en las que se realiza esta actividad, así como sobre los pescadores y las pescadoras que sobreviven en una actividad relevante para la soberanía alimentaria, de gran aporte nutricional, pero, paradójicamente, poco visibilizada en las estadísticas.

Materiales y métodos

Ubicación de los sitios de estudio y características socioeconómicas

Las regiones de estudio están en las riberas de los lagos de Chapala, Cuitzeo y Pátzcuaro (Fig. 1). El de Chapala se ubica en su mayor parte en el estado de Jalisco (86%), mientras que 14% en el estado de Michoacán, recibiendo el afluente de diversos ríos; forma parte de la cuenca Lerma-Chapala, integrada por cinco distintos estados de la República Mexicana y que abarca 205 municipios.⁷

El segundo lago más grande de México es Cuitzeo y se localiza entre los estados de Guanajuato y Michoacán, mientras que el de Pátzcuaro, ubicado en su totalidad en este último estado, se considera emblemático por ser la cuna del pueblo originario purépecha (Amezcu-Luna y Sánchez-Díaz 2015). Cuitzeo y Pátzcuaro son cuerpos de agua endorreicos, es decir, pertenecen a cuencas cerradas que no tienen salida al mar. Para esta investigación sólo se consideró a los pescadores de Michoacán, ya que forma parte de un proyecto más amplio realizado entre 2017 y 2020.⁸

Para identificar las localidades donde están las y los pescadores se revisó información oficial. En la *tabla 1* se indican las localidades pesqueras y los

municipios de los tres estados en donde hay pescadores lacustres. Se señalan con un asterisco las entidades federativas que no se incluyeron en el estudio. Para ubicar a quienes pescan en el estado de Michoacán se solicitaron censos a organismos gubernamentales federales y estatales: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), CONAPESCA, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) y Comisión de Pesca del Estado de Michoacán (COMPESCA). En las riberas de los lagos se realizó trabajo de campo en diferentes periodos; en Cuitzeo y Pátzcuaro en la primavera de 2018 y en Chapala en el otoño de 2019.

En la *tabla 2* se resume la información socioeconómica de los municipios del estado de Michoacán en donde se localizan los lagos. Las estadísticas oficiales indican que en esta entidad federativa hay una población pesquera de 14 232 personas, de las cuales 13 344 son pescadoras y pescadores ribereños y 1 587 se dedican a la acuicultura.⁹ A partir de los censos proporcionados por los distintos organismos gubernamentales se identifica que hay alrededor de 2 737 pescadoras y pescadores en los tres lagos, sólo en la parte que corresponde a Michoacán.¹⁰ *A priori* se estimó que se trata de pescadoras y pescadores, si bien los distintos censos no permiten identificar las diferencias de género; al solicitar esta información se comentó que ese dato sólo se asentó en la documentación interna de las cooperativas, en las actas de asamblea; pero se considera que más de 90% o 95% de los afiliados son hombres.¹¹ En la *tabla 2* se muestra el número de pescadores por cada uno de los municipios que forma parte de los distintos lagos, en la parte que corresponde a Michoacán, y que están afiliados al Registro Nacional Pesquero y Acuícola (RNPA). Para los lagos de Chapala y de Cuitzeo la información proviene de censos de la toma de datos en campo y de la información de 2018 y 2019. En el caso de Pátzcuaro,

7. El agua que llega al Lago de Chapala tiene un recorrido de aproximadamente 734 km. El cuerpo de agua forma parte de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, que inicia al sudoeste de la ciudad de Toluca con el nacimiento del río Lerma y continúa su recorrido por en la porción noroeste del Estado de México; después, continúa entre los estados de Querétaro y Michoacán, a través del estado de Guanajuato. Finalmente se localiza en los límites de Jalisco, Michoacán y Guanajuato para desembocar en el lago de Chapala (<http://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/chapala/>).
8. Proyecto de investigación “Desarrollo local y seguridad alimentaria a través del metabolismo social de productos básicos agroalimentarios y pesqueros en Michoacán”, de la Convocatoria de Atención a Problemas Nacionales 2015 (No. 1609), CONACYT.

9. Los pescadores continentales se ubican dentro de los pescadores ribereños, de acuerdo con la información proporcionada por el jefe de Ordenamiento Pesquero de la CONAPESCA-Michoacán en 2022.
10. En la parte que corresponde al estado de Jalisco del lago de Chapala hay más de un mil 900 pescadores, mientras que en la parte de Guanajuato del lago de Cuitzeo hay más de 500 (Sánchez Salazar y Casado Izquierdo 2010, DOF 2015b).
11. Esta información la proporcionó el jefe de Ordenamiento Pesquero de la CONAPESCA en 2022.



Fig. 1. Ubicación de los lagos de Chapala, Cuitzeo y Pátzcuaro en el país y en los estados de Jalisco, Michoacán y Guanajuato. Mapa elaborado por Jarintzi Hernández Castro.

Tabla 1
Entidades federativas, municipios y localidades en donde se encuentran pescadores y pescadoras de los lagos de Chapala, Cuitzeo y Pátzcuaro

Lago	Entidad Federativa	Municipios	Localidades con pescadores
Chapala	Jalisco*	Chapala, Jamay, Jocotepec, Poncitlán, La Barca, Ocotlán, Tizapán el Alto, Tuxcueca	Agua Caliente, Ajjic, Chapala, Cuesta de Mezcala, El Chirimoyo, El Tepeguaje, Jamay, Jocotepec, La Maltaraña, La Zapotera, Mezcala, Mismaloya, Ocotlán, Poncitlán, Puerto Corona, Puruagua de Ramón Corona, San Cristóbal Zapotitlán, San Juan Cosal, San Juan Tecamatlán, San Luis Soyatlán, San Nicolás de Acuña, San Nicolás de Ibarra, San Pedro Tesistán, Santa Cruz de la Soledad, Tizapán el Alto
	Michoacán	Briseñas, Cojumatlán de Régules y Venustiano Carranza	Briseñas*, Callejón de la Calera, Cojumatlán, Isla de Petatán, La Palma, La Puerta de Cojumatlán, La Puntita Palo Alto, Puerto de León, Rincón de María, San Pedro Caro
Cuitzeo	Guanajuato*	Acámbaro	San Juan (El Zapote), San Miguel, San Vicente Munguía, Acámbaro, La Encarnación Irámuco, Isla Cerro Grande (Isla Chanaco), Santa Inés
	Michoacán	Álvaro Obregón, Cuitzeo, Huandacareo, Santa Ana Maya, Zinapécuaro	Capacho, Cheguayo, Chehuayito, Colonia el Coro, Cuamio, Cuitzeo, Estación Queréndaro, Felipe Carrillo Puerto, Isla de Tzirio, La Lobera, La Mina, La Presa, Mariano Escobedo, San Agustín del Pulque, San Bernardo, San Nicolás Curitzeo, San Rafael del Carrizal, Santa Ana Maya, San Bartolomé Coro

Lago	Entidad Federativa	Municipios	Localidades con pescadores
Pátzcuaro	Michoacán	Erongarícuaro, Quiroga, Pátzcuaro, Tzintzuntzan	Arocútin, Erongarícuaro, Ichupio, Ihuatzio, Isla Janitzio, Isla Yunuen, Jarácuaro, La Pacanda, Ojo de agua, Puácuaro, San Andrés Tzirondaro, San Jerónimo, San José Oponguio, San Pedro Cucuchuco, Santa Fe de la Laguna, Tarterio, Tecuena, Tzintzuntzan, Ucazanastacua, Urandén de Morelos

Fuente: Elaboración propia a partir de información de los censos de la CONAPESCA-SADER para Chapala y Cuitzeo y de COMPECSA para Pátzcuaro. *Entidades y localidades que no se incluyeron en el trabajo de campo.

la información es de 2012 y es sólo aproximada, ya que el censo no está actualizado porque la mayor parte de los pescadores y pescadoras no está en el RNPA en la CONAPESCA. En la *tabla 2* también se muestra información de los municipios que abarcan total o parcialmente los lagos, así como el número de pescadoras y pescadores y el porcentaje municipal de personas indígenas o de sociedades originarias que hablan una lengua indígena (INEGI 2021).¹² Es evidente que los mayores valores para hablantes de una lengua indígena se ubican en el Lago de Pátzcuaro y los porcentajes son mayores respecto al valor estatal, ya que en estos municipios se encuentra la sociedad originaria purépecha.

Respecto a la parte socioeconómica se obtuvo información de la medición multidimensional de la pobreza, que incluye datos de los grados de pobreza y de los indicadores de ésta a partir del informe anual de la situación de pobreza y desigualdad social de los municipios del estado de Michoacán que abarcan total o parcialmente los lagos de estudio (Secretaría del Bienestar 2021).¹³ La pobreza multidimensional engloba conceptos de derechos sociales y de bienestar económico que, en su conjunto, se identifican como carencias sociales. Una persona se ubica en este tipo de pobreza si sus ingresos son insuficientes para satisfacer sus necesidades básicas y, además, tiene alguna de las siguientes carencias sociales: alimentación, rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda y/o de servicios básicos de

la vivienda (CONEVAL 2015).¹⁴ En la primera parte de la *tabla 2* se identifica que todos los municipios de los lagos de estudio tienen porcentajes de pobreza extrema mayores que los estatales. La clasificación de pobreza extrema indica que una persona está en esta situación cuando tiene tres o más carencias, de seis posibles (los valores del lado derecho de la *Tabla 2*). En el caso de estos municipios con actividad pesquera, el mayor porcentaje de población vive en situación de pobreza moderada y, en la mayoría de los casos, es de 50% de la población o más.

Por otro lado, entre las carencias sociales que tienen valores mayores al estatal están: el acceso a la alimentación y a la seguridad social. Otras dos carencias sociales que se presentaron en casi todos los municipios fueron el rezago educativo (sólo el municipio de Pátzcuaro tiene un valor mayor al estatal) y los servicios básicos de vivienda (el municipio Venustiano Carranza es la excepción y tiene un valor menor al estatal). Estos datos permiten identificar que entre 63% y 65% de la población de los municipios en donde habitan pescadoras y pescadores está en situación de pobreza moderada o extrema y que entre las carencias por los altos valores están el acceso a la seguridad social, los servicios básicos de vivienda, el acceso a la alimentación y el rezago educativo.

Métodos y trabajo de campo

El marco muestral se estableció a partir de los censos de pescadores y pescadoras proporcionados por la SADER vía la CONAPESCA y la COMPECSA; en 2019, el lago de Chapala contaba con 622 permisos para pescadores, mientras que en 2018 en

12. INEGI. 2021. Censo de población y vivienda 2020. Principales resultados por localidad (ITER). Michoacán de Ocampo. <https://cutt.ly/HCi1rLr>

13. Secretaría del Bienestar. 2021. Michoacán de Ocampo, informes por municipios y demarcaciones territoriales. <https://cutt.ly/6Ci9uxa>

14. CONEVAL. 2015. Medición multidimensional de la pobreza en México: Enfoque de bienestar económico y de derechos sociales. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. México. 16p.

Tabla 2

Información socioeconómica de Michoacán y de cada uno de los municipios michoacanos que forman parte de los lagos estudiados. En negritas se marcan los valores que se encuentran por arriba valores estatales en términos de población indígena, de la pobreza multidimensional y de las carencias sociales. En el caso de las carencias sociales, entre más alto el porcentaje es mayor la carencia

Poblaciones				Pobreza multidimensional (%)					Carencias sociales					
	Núm. de personas	Núm. de pescadores/as*	Población indígena (%)	Pobreza extrema	Pobreza moderada	Vulnerable por carencias	Vulnerable por ingresos	No pobre, no vulnerable	Rezago educativo	Acceso a servicios de salud	Acceso seguridad social	Servicios básicos vivienda	Calidad espacios vivienda	Acceso a alimentación
Michoacán	4 857 777	13 344	3.18	6.1	40.0	34.8	4.9	14.3	24.4	21.2	69.5	17.7	12.7	21.1
Lago de Chapala		622												
Cojumatlán de Régules	11 010	471	0.07	13.2	57.4	25.8	1.1	2.5	36.6	16.0	88.8	31.4	9.5	31.4
Venustiano Carranza	26 298	151	0.12	12.6	55.2	23.3	3.5	5.5	30.9	20.3	80.1	17.1	10.0	32.6
Lago de Cuitzeo		1 351												
Álvaro Obregón	23 091	327	0.08	15.6	55.0	23.2	2.9	3.3	28.8	16.1	84.0	35.8	9.2	34.2
Cuitzeo	31 564	553	0.06	19.0	56.4	17.8	3.0	3.8	32.6	20.9	82.4	39.4	13.0	30.7
Huandacareo	12 588	25	0.08	9.1	54.6	26.5	3.7	6.1	33.8	21.0	77.7	14.5	6.1	28.3
Santa Ana Maya	13 196	221	0.05	15.4	58.2	20.1	2.8	3.6	30.7	25.8	82.8	28.2	9.0	28.2
Zinapécuaro	49 709	225	0.05	15.1	52.8	25.4	2.5	4.3	29.4	25.8	83.4	26.3	8.7	43.8
Lago de Pátzcuaro		764												
Erongarícuaro	16 228	122	21.85	-17.7	51.3	24.8	2.2	4.0	29.2	24.9	80.3	41.8	18.0	37.7
Pátzcuaro	98 798	232	5.87	16.1	48.4	19.2	6.4	9.9	22.4	20.4	70.5	31.4	21.2	36.4
Quiroga	29 350	81	29.09	19.5	54.7	16.8	3.8	5.2	30.5	27.0	81.3	34.7	16.8	32.3
Tzintzuntzan	15 255	329	8.87	17.7	49.2	24.8	2.7	5.6	26.1	20.9	78.1	50.1	17.5	38.5

Fuente: Elaboración propia a partir del Censo de Población y Vivienda (INEGI 2021^a) y de la Secretaría del Bienestar (2021) del Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2021. *La información de los pescadores y pescadoras proviene de los censos proporcionados para Chapala y Cuitzeo por la CONAPESCA-SADER de 2018 y de la COMPECA de 2012. En la información proporcionada no se identifica la división de género. El número total de la población pesquera proviene de la base de datos con el mismo nombre del Registro Nacional de Pesca y Acuicultura (RNPA) 2020. <https://www.gob.mx/CONAPESCA/documentos/registro-nacional-de-pesca-y-acuicultura-rnpa>
^a INEGI. 2021. Censo de Población y Vivienda 2020. Principales resultados por localidad (ITER). Michoacán de Ocampo. <https://cutt.ly/HCi1rLr>

Cuitzeo existían 1 351 permisionarios. En Pátzcuaro, en 2018, sólo 48 pescadores contaban con permiso; para el muestreo se utilizó el censo proporcionado por COMPECA que indica que en 2012 había 764 pescadores.

Se diseñó y aplicó un cuestionario a personas que sólo realizan la actividad extractiva, que incluyó preguntas abiertas y cerradas para recabar datos generales de quienes pescan: género, edad, escolaridad, así como artes de pesca que utilizan, organización pesquera, autoconsumo y venta, así como la distribución de los recursos pesqueros. Para identificar la participación de las mujeres,

a los pescadores y las pescadoras se les preguntó cuáles eran las actividades que realizaban las mujeres jefas de familia o cabezas de familia¹⁵ durante el día, en específico, qué hacían cada hora del día, para así recabar información referente a las acciones que realizaban en relación con la pesca, es decir, más allá de la pesca, las actividades de

15. Se considera para esta sección el uso del tiempo a partir de las actividades que realizaban las mujeres hora por hora. Se recabó la información de parte las cónyuges de los pescadores o de aquellas mujeres consideradas como jefas de familia, tales como mamá, hija, u otra mujer familiar que ocupará esa figura.

precosecha o poscosecha. En ocasiones, esta última parte fue detallada por las propias mujeres que estaban presentes en el momento de aplicar los cuestionarios.

Para la selección de la muestra se recurrió al método no probabilístico conocido como bola de nieve, que consiste en que las personas entrevistadas inicialmente recomiendan a nuevos participantes entre sus conocidos, lo que permite que el tamaño de la muestra se incremente de manera gradual. Con la información de los censos se eligió la cantidad de aplicaciones por localidad en función del número de pescadoras y pescadores presentes. Cabe señalar que la prueba piloto permitió ajustar el instrumento y se llevó a cabo en distintas localidades de los lagos de Cuitzeo y de Pátzcuaro.¹⁶ Así, para el levantamiento definitivo se realizaron 262 aplicaciones en Chapala (10 localidades), en Cuitzeo 205 (18 localidades) y en Pátzcuaro 212 (18 localidades) (Tabla 3).

Como parte del trabajo de campo también se realizaron entrevistas abiertas (Hernández Sampieri *et al.* 2014), para conocer la percepción de la pesca, a un funcionario de la SADER a través de la CONAPESCA y otro de la COMPESCA, así como a encargados de la compilación de la información y apoyo en trámites a pescadores y pescadoras en dos municipios. Además, se realizaron charlas informales con quienes pescan y con intermediarios, lo que permitió contar con otra perspectiva de la situación pesquera y del marco referencial.

Aunado a lo anterior, se hizo una revisión del programa de incentivos que recibieron las y los pescadores en 2019. Se eligió este registro porque fue el único documento oficial que se encontró con una división de género. La SADER, a través de la CONAPESCA, administra el incentivo de Apoyos Directos a la Pesca (BIENPESCA 2022)¹⁷ a escala nacional. Este beneficio compensa con incentivos económicos los bajos ingresos por aplicación de regulaciones normativas como vedas y normas oficiales, o bien por contingencia natural.

Además de la parte socioeconómica se realizó una búsqueda de las especies que conforman las listas de los recursos pesqueros a partir de bibliografía y de documentos oficiales, como la Carta Nacional Pesquera y el Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, así como de las normas oficiales mexicanas pesqueras. Esto permitió hacer una relación de las especies y un análisis de cómo se identifican los recursos pesqueros provenientes de las aguas epicontinentales en documentos oficiales. A esta relación se suma la información que proviene de los pescadores de las especies que son comerciales.

La información obtenida fue capturada y analizada mediante una hoja cálculo de Microsoft Excel® y el programa SPSS® para realizar la estadística descriptiva aquí presentada.

16. En enero y febrero de 2018 se aplicó la prueba piloto en las localidades de San Bartolomé Coro, islas Janitzio y Tzintzuntzan, información que no se incluye en los resultados de la investigación.

17. BIENPESCA. 2022. Tabla de solicitudes del incentivo económico directo al pescador y acuicultor. Datos Abiertos. Revisado el 1 de marzo de 2022. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/bienpesca--incentivo-economico-directo-al-pescador-y-acuicultor>

Tabla 3

Pescadoras y pescadores entrevistados de los lagos más extensos de México. En el caso de los lagos de Chapala y Cuitzeo sólo se entrevistó la parte que corresponde a Michoacán

Lago	Pescadores (hombres)	Pescadoras (mujeres)	Pesca actividad principal*	Edad promedio	<50 años (%)	Promedio habitantes/hogar	Escolaridad
Chapala	260	2	250 (12)	45.2	60.6	4.3	5.3
Cuitzeo	204	1	197 (8)	47.7	50	4.6	4.5
Pátzcuaro	204	7	208 (3)	48.8	51	4.9	5.9
	668	10	655	47.2	53.9	4.6	5.2

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo 2018-2019. *Los valores entre paréntesis hacen referencia a los que tienen a la pesca como una actividad secundaria, es decir, que tienen una actividad principal diferente a la pesca.

Resultados

Participación de las mujeres en la pesca y el sistema pesquero

En la actividad de la pesca lacustre se observa que la participación de las mujeres es escasa, sólo en lo que comprende la captura. De las 678 personas entrevistadas, apenas diez eran pescadoras y, en todos los casos, además realizan las labores domésticas (Tabla 2). De estas diez mujeres, seis viven en hogares donde hay un pescador; dos de ellas no tienen pareja y son jefas de familia, además únicamente cuatro de ellas están afiliadas a una cooperativa. Como se mencionó, estos datos no están disponibles en estadísticas oficiales.

Con respecto a las tareas que hacen las mujeres esposas o jefas de familia de los pescadores hombres ($n = 668$), 72% mencionó que se dedican exclusivamente al hogar, mientras que el restante 28% se dedica a otras labores remuneradas, como la elaboración y la venta de artesanías, comercio, empleadas, fileteo de pescado (actividad reconocida en el Lago de Chapala) y, en pocos casos, como cocineras, costureras, enfermeras; hay también una maestra y una profesionalista.

Al analizar en detalle en qué utilizan el tiempo hora por hora las mujeres, en las respuestas de 668 pescadores se identificó que en 115 casos (17.2%), sus parejas o jefas de familia, realizan

actividades asociadas al sistema pesquero, como: limpiar, lavar pescado, eviscerar, secar, acopiar, vender pescado. Sin embargo, dentro de este grupo sólo cinco mujeres (0.7%) además pescan: una en Cuitzeo, tres en Pátzcuaro y una más en Chapala. Las actividades que realizan las mujeres asociadas al sistema pesquero son diferentes en cada lago (Fig. 2). En Chapala se registraron 38 mujeres que filetean, en Cuitzeo la venta de pescado se reportó para 14 mujeres y en Pátzcuaro las mujeres realizan más actividades respecto a los otros lagos, siendo la venta (22 mujeres) y el lavado de redes (8) las más frecuentes. Cabe señalar que ellas son las que principalmente preparan y cocinan el pescado.

Perfil de los y las pescadoras

La actividad pesquera es de gran importancia para las personas entrevistadas, ya que 655 mencionaron que la pesca es su actividad principal y sólo 23 tienen otra actividad más relevante para su ingreso, como agricultura, elaboración de artesanías, construcción y empleado. Los y las pescadoras viven en hogares con un promedio de 4.6 habitantes y en donde 35% de éstos cuenta con el dinero de otra u otras personas que ahí viven.

Al analizar la variable edad se encontró que fluctúa entre 15 y 88 años, con edades promedio de entre 45 a 48 años. En la *figura 3a* se observa

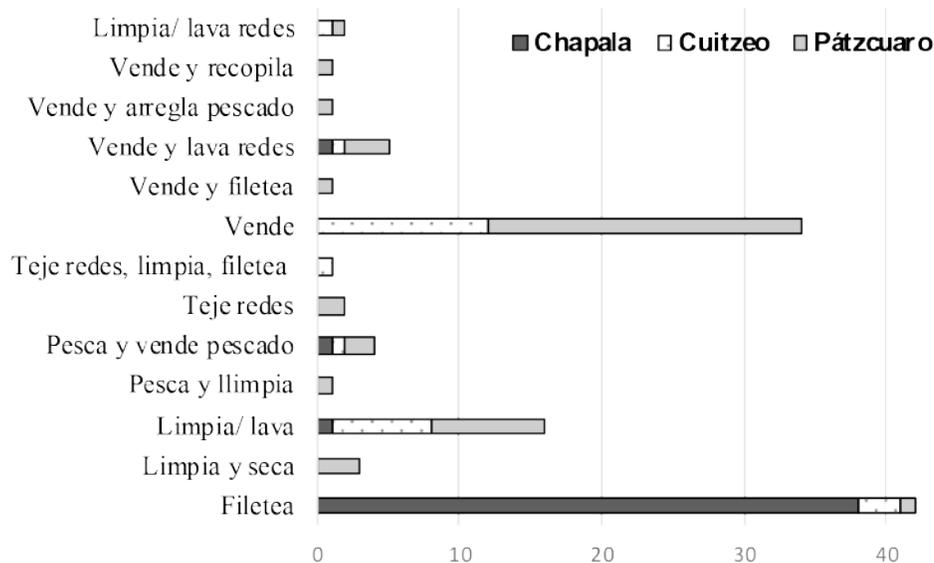


Fig. 2. Actividades del sistema pesquero que realizan las mujeres que son jefas de familia o cónyuges de los pescadores michoacanos de lagos de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de información de trabajo de campo 2018-2019.

la distribución porcentual de grupos etarios: jóvenes (de entre 15 a 26 años), adultos (27-59) y adultos mayores (>60 años), para cada lago. Se destaca que Chapala es el lago que tiene mayor número de jóvenes, Cuitzeo tiene el mayor número de adultos y en Pátzcuaro cerca de 30% de los pescadores son mayores de 60 años. En la *figura 3b* se agrega la diferenciación entre pescadores y pescadoras, destacando el muy reducido número de mujeres en los tres lagos: en el de Pátzcuaro es en el que se presentan más pescadoras con apenas siete, de las cuales casi todas son adultas y sólo una es joven.

Al preguntarles desde cuándo se dedican a la pesca, más de 300 pescadores comentaron que desde que eran niños acompañaban a sus padres a trabajar; la mayor parte de los pescadores y pescadoras iniciaron esta práctica entre los 13 y 18 años de edad.

Con relación al promedio de escolaridad, que permite conocer el grado de educación de una población determinada, se encontró que el valor promedio de los tres lagos fue 5.2 años; esto incluyó a las mujeres; sin embargo, el promedio específico de las pescadoras fue de 4.7, es decir, menor a quinto grado de primaria. Cabe señalar que la media para el estado de Michoacán, de acuerdo con el INEGI (2021), fue de 8.6 (secundaria inconclusa) y la nacional es de 9.7 (secundaria concluida), lo que ya refleja el grado de rezago que este sector observa en uno de los indicadores de desarrollo social y bienestar más importantes.

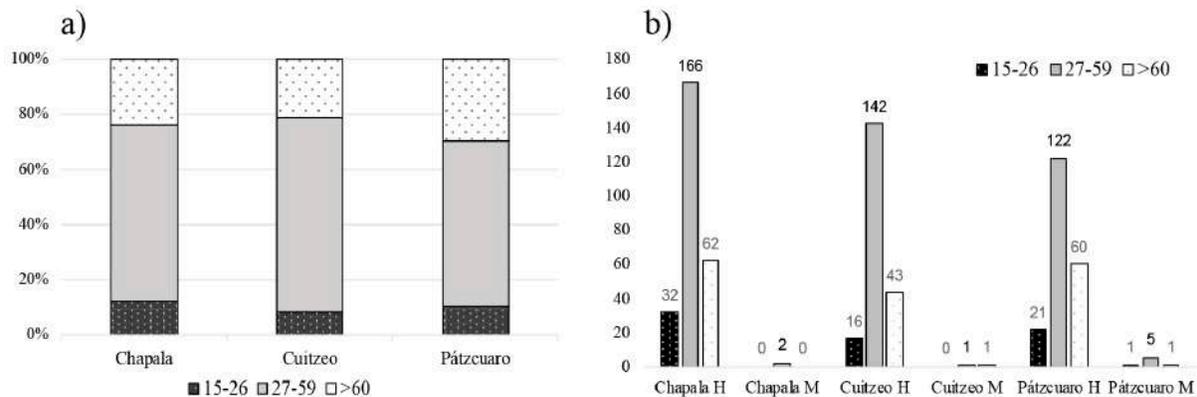
En cuando a subsidios, la información de BIENPESCA de 2019 (BIENPESCA 2020)¹⁸ indica que los pescadores y pescadoras del lago de Chapala recibieron 169 apoyos, 144 para hombres y 25 para mujeres. En Cuitzeo se apoyó a 281 personas, 265 hombres y 16 mujeres, mientras en Pátzcuaro no se apoyó ninguna solicitud.

Artes de pesca, organización y volúmenes de pesca

Son múltiples los artes de pesca que se utilizan en los lagos. A partir de las entrevistas se conoce que se usan de red agallera, la red charalera, el chinchorro, la figsa, la nasa (cilindro), la red mosquetera y la red mariposa. En Chapala y en Pátzcuaro la más socorrida es la red agallera, mientras que en Cuitzeo fueron las redes agallera (tumbo) y charalera. Pátzcuaro fue el único lugar en donde se mencionó el uso de la red mariposa, que se utiliza sólo para fines de exhibición turística y no para la pesca comercial.

La pesca, por lo general, se realiza adentrándose a los lagos en canoas o lanchas. Sólo un pequeño porcentaje de pescadoras y pescadores de los tres lagos mencionó que no utiliza embarcación, dado que pescan a la orilla del cuerpo de agua.

En Pátzcuaro es más frecuente el uso de canoas tradicionales de madera o de fibra de vidrio,



18. BIENPESCA. 2020. Tabla de solicitudes del incentivo económico directo al pescador y acuacultor. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/bienpesca--incentivo-economico-directo-al-pescador-y-acuacultor>.

con capacidad para una a tres personas, mientras que en Chapala se utiliza más la lancha de fibra de vidrio con motor fuera de borda. En Cuitzeo lo que más se utiliza son las lanchas de fibra de vidrio sin motor (sólo 20% lo tiene), para cuatro a cinco personas.

Por lo que toca a la frecuencia con que salen a pescar, casi 80% de las y los pescadores van a los lagos al menos cinco veces a la semana.

Con relación a la organización pesquera, en los lagos de Chapala y de Cuitzeo existe regulación por parte de la SADER vía la CONAPESCA, especificándose que quienes pescan requieren estar afiliados a una cooperativa, deben seguir la normatividad y pagar los permisos de pesca. A cambio, los afiliados reciben beneficios como acceso a redes, subsidios en época de veda de charales, crédito para obtener embarcaciones y, en el caso de Chapala, apoyo para gasolina.

En entrevista con la CONAPESCA se mencionó que la pesca es una actividad de alto riesgo en donde hay más hombres, además de que es una actividad variable, ya que la gente entra y sale y que, en el caso de las mujeres, ellas suelen afiliarse cuando sus parejas emigran, fallecen o tienen mucha necesidad, pero no es frecuente. En la CONAPESCA y la COMESCA los funcionarios mencionaron que hay un porcentaje de pescadores no afiliados y que pescan con fines de autoconsumo y, algunos más, de comercialización.

En el caso particular del Lago de Pátzcuaro existe la NOM-036-SAG/PESC-2015, que es de observancia obligatoria para todas las personas que realicen actividades de pesca comercial, deportivo-recreativa y de consumo doméstico. Sin embargo, esta normatividad sólo es acatada por cuatro cooperativas de la región. La pesca se regulaba en la región hasta el año 2000, pero el problema de instrumentación, regulación y sanción de periodos de veda generó el conflicto entre pescadores y gobierno (Vargas-Velázquez 2011). Los pescadores libres o no afiliados, con frecuencia se asocian a uniones sin un liderazgo evidente, como mencionaron en charlas informales dos jefes de uniones de pescadores de las islas de Urandén y de Yunuén. Al preguntarles sobre su filiación gremial, 529 de los 678 (78%) entrevistados mencionaron que sí están afiliados a alguna organización de productores, en tanto que 22% no lo está.

La SADER, vía la CONAPESCA, otorga el permiso para pescar en los lagos de Cuitzeo y Chapala, donde señala distintos puntos para desembarcar. En el caso de Pátzcuaro, la CONAPESCA también otorga los permisos de pesca a los pescadores afiliados; sin embargo, para cuestiones del desembarque su organización se basa en usos y costumbres originarios; además, esto también incide en la forma de asignar los espacios en donde se pesca, que, por lo general, son heredados de generación en generación.

Volúmenes de pesca, consumo y alcances de la pesca

Con relación a los volúmenes de pesca, la información que se presenta en la *tabla 4* proviene de las oficinas de CONAPESCA y muestra los registros de captura en “peso vivo”; y suma el peso en kilogramos de todas las especies capturadas en los lagos de Chapala y Cuitzeo de la parte del estado de Michoacán y de las cuatro cooperativas de Pátzcuaro. Los volúmenes varían entre cada año y es evidente que en Cuitzeo el cambio es más drástico, lo cual puede relacionarse con la variación de la superficie y la profundidad de agua del lago año con año.

Tabla 4

Información del reporte de arribos en peso vivo (en toneladas) de recursos pesqueros de los lagos registrado de enero a junio de 2017 y 2018 en las oficinas de la CONAPESCA de Michoacán

<i>Oficina</i>	<i>Peso vivo 2017 (kg)</i>	<i>Peso vivo 2018 (kg)</i>
Sahuayo (Lago Chapala)	2 990 358.7	2 642 643.0
Cuitzeo (Lago Cuitzeo)	5 960 938.7	881 350.5
Zitácuaro	412 228.0	55 220.0
Pátzcuaro (Lago Pátzcuaro)	148 794.5	116 913.0

Fuente: Elaboración propia a partir de la información proporcionada por la CONAPESCA. Reporte de arribos indican que los recursos pesqueros provienen directamente de los lagos, no de la acuicultura. En la oficina de Sahuayo se concentra la información del Lago de Chapala, y en las oficinas de Cuitzeo y de Zinapécuaro se compilan las bitácoras del Lago de Cuitzeo.

A la pregunta que se hizo a pescadores y pescadoras acerca de la cantidad de pescado que acostumbran consumir a la semana, alrededor de la mitad de ellos respondió que consume cerca de tres kilos.

Además de lo que se pesca para el autoconsumo, otra parte se destina a la venta, de hecho, 65% de los entrevistados comentó que el mayor porcentaje de la captura se comercializa: 69% en el caso del Lago de Chapala, 66% en el Lago de Cuitzeo y 60% en el Lago de Pátzcuaro.

Con respecto a los alcances de la pesca, en la *figura 4* es posible identificar que el mayor porcentaje de la pesca de estos tres lagos tiene como destino la venta local; aunque en el caso de Chapala la venta se comparte con los intermediarios locales y foráneos.

Particularidades por región

En la porción michoacana del lago de Chapala se observa que existe una actividad productiva asociada a la pesca: el fileteo, principalmente de mojarra tilapia. Esta actividad se realiza en bodegas o patios adaptados con mesas o tablonés. Llama la atención que las personas dedicadas a esta actividad, por la que en 2019 se les pagaba \$10 por kilo fileteado en promedio, deben utilizar sus propios cuchillos e implementos. Se encontró que en las localidades de isla Petatán, Rincón de María y Puerto de León son las mujeres quienes se dedican principalmente a filetear, mientras que en

La Palma lo hacen los hombres. En la *figura 5* se puede observar una imagen de mujeres en una fileteadora en Petatán. Se registró más de diez pescadores comentaron que sus cónyuges se dedican a filetear y que se encargan de procesar el pescado, que en su mayoría se lleva al Mercado del Mar de Guadalajara, según comentó el dueño de una de las fileteras de Petatán. El entrevistado precisó que en un día de buena pesca se puede procesar hasta una tonelada de mojarra tilapia.

En el lago de Pátzcuaro una particularidad es la práctica de trueque en el tianguis de cambio, donde mujeres de varias localidades de la ribera del lago ofrecen su pescado a cambio de otros productos (Arellanes *et al.* 2017). En la *figura 6* se puede apreciar a vendedoras de la isla de Urandén en el tianguis de cambio. Aunado a lo anterior, este lago fue el único donde se mencionó el tejido de redes de algodón y se hizo una demostración, si bien hoy en día se encuentran en desuso, según comentó un pescador entrevistado en Urandén. Otra peculiaridad se observó en la isla de Janitzio: la existencia de dos tipos de pescadores reconocidos y valorados por la comunidad, el de exhibición (aquel que se presenta ante los turistas con sus redes de mariposa) y quienes se dedican a la pesca como una actividad productiva.

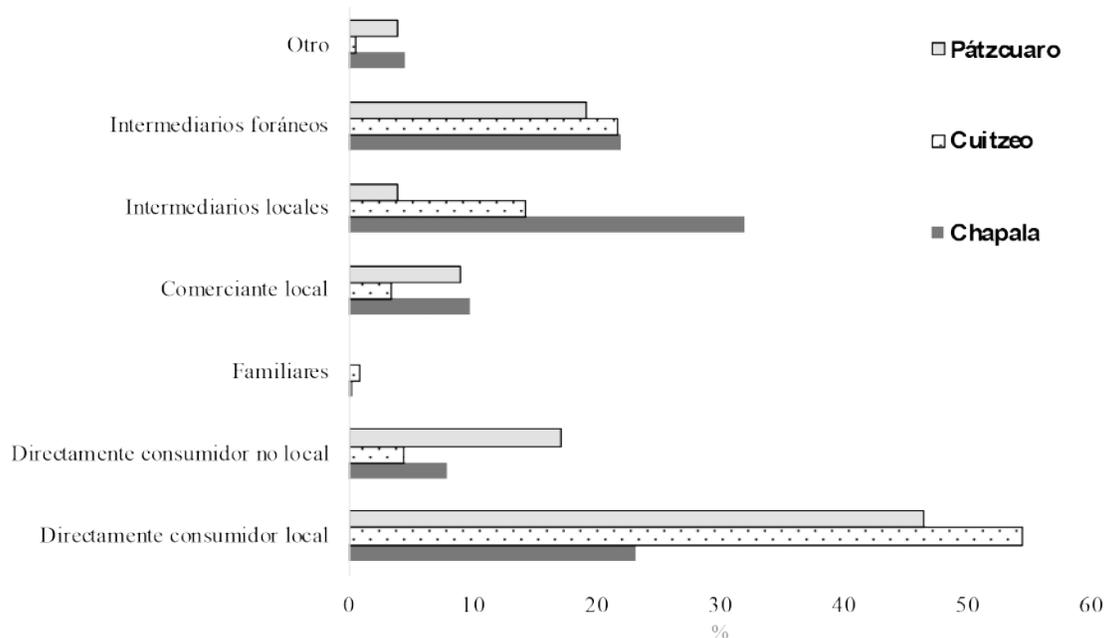


Fig. 4. Destino de los recursos pesqueros que son capturados en los lagos de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de información de trabajo de campo 2018-2019.



Fig. 5. Mujeres que filetean pescado en una “fletera” de la isla de Petatán, Cojumatlán de Regules, Michoacán. El pescado proviene del lago de Chapala. Fotografía: Yaayé Arellanes Cancino 2019.



Fig. 6. Mujeres que cambian pescado por diversos productos en el tianguis de cambio de Pátzcuaro, Michoacán. Las señoras de la imagen provienen de la isla Urandén. Fotografía: Yaayé Arellanes Cancino 2017.

Lago de Chapala

La pesca en este lago está regulada por la Norma Oficial Mexicana NOM-032-SAG/PESC-2015 (DOF 2015b). Según esta norma, se considera que en este cuerpo de agua existe una amplia diversidad de peces: 36 especies autorizadas para su aprovechamiento, de las cuales 15 son nativas 21 son introducidas (Arredondo-Vargas *et al.* 2013, DOF

2015b). La mayor parte de la comunidad de peces se compone de especies nativas, aunque lo que más se pesca son especies introducidas, como la mojarra tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner 1864). El *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca* en sus ediciones recientes registra que el charal es una de las principales pesquerías y que proviene principalmente de los estados de Jalisco y Michoacán. Existe una gran diversidad de

charales que provienen de este lago (*Chirostoma consocium* Jordan y Hubbs, *Chirostoma arge* Jordan y Snyder, *Chirostoma jordani* Woolman, *Chirostoma chapalae* Jordan y Snyder, *Chirostoma labarcae* Meek), aunque en las estadísticas oficiales sólo se consideran como un tipo de pesquería a la que se llama de charal. Otra particularidad es la presencia de bagres en la lista de especies del lago (*Ictalurus dugesii* Bean e *Ictalurus punctatus* Rafinesque), pero los pescadores mencionan que son muy escasos.

En entrevista con el encargado de la oficina de Medio Ambiente de Cojumatlán se comentó que la vigilancia y el cumplimiento de la NOM-032-SAG/PESC-2015 está a cargo de la capitanía de puerto de Chapala. En caso de que estas autoridades detengan lanchas sin permisos y a pescadores que no se identifican con su credencial, o que no están afiliados a alguna cooperativa, se decomisa el producto. En entrevista con los jefes de las cooperativas de Rincón de María y Puerto de León se comentó que los pescadores libres corren el riesgo de que la capitanía de puerto les quite, además del producto que pescaron, sus embarcaciones y les cobren una multa.

Lago de Cuitzeo

Este cuerpo de agua se rige por la Norma Oficial Mexicana NOM-060-SAG/PESC-2016 (DOF 2016). Dado que se aprovecha una especie de charal, se respetan los tiempos de veda, tal como está indicado en otras normas pesqueras. Las cooperativas con el permiso de la pesquería de charal tienen incentivos anuales durante la época de veda. En entrevista, el jefe de Ordenamiento Pesquero de la CONAPESCA-Michoacán mencionó que el charal que se registra de Michoacán sólo proviene de los lagos.

Con respecto a los recursos pesqueros, se aprovechan alrededor de 12 especies principales (Arredondo-Vargas *et al.* 2013, Domínguez *et al.* 2019). En los registros oficiales en donde se registra lo que se captura, sólo existen cuatro pesquerías autorizadas: charal, escama de agua dulce, mosco y rana. Sin embargo, se considera que todas las especies aprovechadas tienen fines comerciales y se pueden incluir en alguna de las pesquerías antes mencionadas; por ejemplo, en

forma seca utilizan el charal, que puede incluir ejemplares del gupi (*Poeciliopsis infans* Woolman), de chehuas y/o tiros (*Allophorus robustus* Bean, *Xenotoca variata* Bean, *Skiffia bilineata* Bean, *Goodea atripinnis* Jordan). Lo anterior se observó en campo y la encargada de la oficina de pesca de Cuitzeo mencionó que la pesquería de escama dulce y de charal puede incluir diversas especies. Respecto a la comercialización, las especies introducidas, como la mojarra tilapia, constituyen la mayor proporción de lo comercializado en los mercados y restaurantes de la región. Por otro lado, el mosco (género *Ephydra*) se comercializa con los acuaristas y también en los mercados regionales como alimento para pajaritos. Respecto a la rana (*Lithobates megapoda* Taylor), se comercializa por temporada, siendo la época de lluvia cuando se captura en mayor abundancia.

Lago de Pátzcuaro

Para este lago, la Norma Oficial Mexicana NOM-036-SAG/PESC-2015 (DOF 2015c) describe las especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. Esta norma sólo la siguen las y los pescadores afiliados a cooperativas y la mayor parte de las personas continúan pescando conforme sus propias normas locales. Según la información proporcionada por la CONAPESCA-Michoacán, una cooperativa ubicada en la isla de Urandén denominada Grupo de Mujeres Pesca- do Blanco SC de RL de CV, tiene autorizadas a 10 personas para la pesquería de escama dulce. Se podría pensar, por el nombre, que esta sociedad estaría conformada sólo por mujeres; sin embargo, no es así, ya que se entrevistó a un pescador que pertenecía a esta cooperativa.

Los trabajos de Argueta *et al.* (1986), Miller *et al.* (2009), Ceballos *et al.* (2017) y Domínguez *et al.* (2019) indican que 18 especies son aprovechadas, y de éstas, los peces nativos son: charales (*Chirostoma attenuatum* Meek, *Chirostoma grandocule* Steindachner, *Chirostoma patzcuaro* Meek), pescado blanco (*Chirostoma estor* Jordan), acúmara (*Algansea lacustris* Steindachner), tiros y chehuas (*Allotoca diazi* Meek, *Allotoca dugesii* Bean, *A. robustus*, *G. atripinnis*, *Skiffia lermæ* Meek); y los exóticos son mojarra tilapia, carpas y lobina (*Cyprinus carpio* Linnaeus, *Ctenopharyngodon*

idella Valenciennes, *Micropterus salmoides* Lacépède), que por su abundancia son las especies que más se comercializan. También hay dos especies de acocil que no se comercializan (*Cambarellus montezumae* Saussure, *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos) y que se capturan para autoconsumo y, en algunas ocasiones, se pueden encontrar entre los charales que se comercializan secos.

Con relación a la lista que proporcionó la oficina regional de la CONAPESCA-Michoacán, se identificó que hasta 2001 existían organizaciones pesqueras con la pesquería autorizada de pescado blanco. Sin embargo, en la actualidad han disminuido drásticamente las poblaciones de esta especie, por lo que ya no existe una pesquería exclusiva para esta especie que se considera amenazada (Domínguez *et al.* 2019). El pescado blanco, emblemático y representativo de la cultura purépecha, se reproduce en una reserva ecológica, al sur del lago en la isla Urandén a cargo del gobierno estatal (Rosas Monge y Chacón Torres 2018). Uno de los grandes retos es permitir que el pescado blanco se desarrolle, ya que en cautiverio tarda hasta seis años en alcanzar su talla máxima. Es importante diferenciar la talla máxima de la talla comercial, ya que en cautiverio la talla comercial (18-20 cm) se alcanza en menor tiempo, como se ha discutido a la luz de diversas metodologías llevadas a cabo en forma experimental (Martínez-Chávez *et al.* 2014, Martínez-Chávez *et al.* 2018, Melo *et al.* 2022). El pescado blanco en su etapa juvenil es muy parecido a las tres especies de charal que habitan en el lago (Miller *et al.* 2009), por lo que cuando lo liberan en el lago es confundido con ellos y se captura antes de que haya desarrollado la talla máxima. En entrevista con pescadores de Janitzio se comentó que ellos tienen mucho tiempo sin ver en el lago peces blancos grandes, que se caracterizan porque su columna vertebral se “enchueca” con el paso del tiempo.

Discusión

La participación de las mujeres en la actividad pesquera en los lagos de estudio no es significativa en términos cuantitativos (1.5%), siendo incluso menor que el porcentaje nacional (10%), de acuerdo con el INEGI (2019).¹ Según la Encuesta Nacional de Pescadores y Acuicultores (ENPA) que

se realizó en 2016, la participación de las mujeres en la pesca es baja. Se aplicó un total de 1 257 encuestas a Unidades Económicas (UE) y los resultados indican que la tercera parte de las UE está conformada por mujeres en distintas fases de la actividad pesquera, principalmente en el proceso de transformación y comercialización. En las actividades de captura, la participación de las mujeres disminuye dependiendo de si se trata de pesca de altura (1.8%) o si son parte de una cooperativa ribereña (12%), aunque en el caso de una cooperativa pesquera, varía (18%), posiblemente en cargos administrativos y técnicos, pero no pesqueros. Este estudio nacional valora que “la presencia de las mujeres en la actividad pesquera es importante, pero por lo común es invisibilizada” (SAGARPA-IICA 2018).

De hecho, aunque existe una cooperativa llamada Grupo de Mujeres Pescado Blanco, en la isla de Urandén del lago de Pátzcuaro, los nombres de las cooperativas no son indicativos, ya que en entrevista con la representante de esa cooperativa se mencionó que también tiene nombres de hombres. No existe un documento oficial donde identifique el número de pescadoras y es arriesgado realizar una aproximación del número de ellas que existe en los tres lagos a partir de la información obtenida. Sin embargo, al encontrar un mayor número de pescadoras en Pátzcuaro se podrá inferir que haya más mujeres que pescan en ese lago.

Existen otros estudios que destacan la importancia y la presencia de mujeres en la actividad pesquera. Por mencionar algunos de ellos, Galdón y Fraga (2011), mencionan que en San Felipe, Yucatán, las mujeres pescadoras rompen esquemas tradicionales en la pesca artesanal; por su parte, García (2021) refiere que en una cooperativa de la costa de Oaxaca se considera la transgresión de los espacios masculinos y la lucha por la visibilidad y aceptación de mujeres pescadoras, en tanto que Delgado Ramírez (2021) indican que se reconoce la importancia del trabajo de las mujeres en la producción pesquera en el noroeste de México.

Por lo general, la participación de las mujeres aumenta en otras áreas del sistema pesquero. Mundialmente existe una marcada división sexual en la pesca donde por tradición las mujeres participan en las tareas fuera del agua, tareas que requieren tiempo y destreza, como lo son el proceso pre y post cosecha de recursos marinos y su

comercialización (Villa-Casco *et al.* 2007). En los lagos de estudio, estas actividades se centran en acciones tales como el lavado de redes, la comercialización y el procesamiento o la transformación, como cortar filetes o secar el pescado, principalmente charales, y son reconocidas por algunos pescadores como parte del trabajo del hogar que realizan sus parejas o mujeres jefas de familia. El cuestionario que se aplicó recogió información relacionada con las labores que efectúan las mujeres cónyuges de pescadores o jefas de familia (mamá del pescador, hija o familiar) y 17% de las estas mujeres dijo que tienen actividades relacionadas con la actividad pesquera. Es muy probable que este valor sea mayor, ya que más de 60% de las respuestas del cuestionario sólo indica que las mujeres realizaron “labores del hogar”, pero no especificaron cuáles fueron éstas.

El trabajo no remunerado de las mujeres es parte de actividades subsumidas en una economía que no reconoce esta labor, una economía capitalista. Una de las razones más frecuentes que “válida” dicha omisión es el hecho de que las actividades se consideran propias del ámbito doméstico o relacionadas con éste (Campillo 2000). De esta manera, no se trata sólo de la pesca en pequeña escala, sino además de los espacios de trabajo familiar, donde los integrantes del hogar colaboran sin recibir un ingreso a cambio. La mayor parte de las veces se aprecia que las actividades no remuneradas son necesarias y se llevan a cabo por considerarse ineludibles, aunque no estén gratificadas por ningún tipo de recompensa (Durán 2003). En las últimas décadas, la invisibilización del trabajo no remunerado se ha puesto de relieve, sobre todo en el caso de pequeños productores y de mujeres (Benería 1999).

Si bien en los lagos que nos ocupan en este estudio existen actividades relacionadas con la participación de las mujeres en la pesca, sólo algunas de ellas implican una remuneración directa, como es el caso de Chapala, donde se paga a las fileteadoras que procesan el pescado para su comercialización. En Pátzcuaro se observa mayor participación de mujeres en la parte de la venta o el trueque, lo que se podría considerar como una práctica cultural (Fabrè Platas y Yeste Santamaría 2012).

Aunado a la desigualdad y la falta de visibilización del trabajo femenino, es significativo que dos indicadores negativos se presentan en relación

con quienes llevan a cabo la actividad pesquera, de manera prioritaria o exclusiva, a partir de distintos parámetros utilizados internacionalmente para establecer los índices de pobreza. Por una parte, está el hecho de que se trata de la actividad productiva con más bajos ingresos en México (INEGI 2019);¹ por otra, este estudio identifica que la escolaridad de los pescadores (cinco años cursados) está por debajo de la media estatal (8.6 años cursados) y es de casi la mitad de la nacional (9.7 años cursados). Este factor, el rezago educativo, es uno de los que instancias como el CONEVAL (2015)¹⁴ valoran para establecer indicadores de pobreza.

En general las carencias son más acusadas en los municipios donde están las localidades pesqueras, en comparación con el promedio del estado de Michoacán, sobre todo en la cuestión de la pobreza extrema y la moderada, así como en la falta de seguridad social, servicios básicos de la vivienda y la garantía de acceso a la alimentación. También sobresale que hay más carencias sociales en aquellas localidades en donde es mayor el porcentaje de población indígena, como en aquellas del lago de Pátzcuaro.

Distintos estudios señalan que las personas que se dedican a las actividades primarias, como agricultura y pesca, tienden a desarrollar más de una actividad (Vargas y Guzmán Ramírez 2009), a fin de complementar sus ingresos o la provisión de alimentos. En los tres lagos, la mayor parte de quienes se dedican a la pesca contestó (96%), en el momento que se aplicó el cuestionario, que sólo se dedicaba a esa actividad. Sin embargo, la pesca es una actividad variable debido a diversos factores, como el clima, las vedas, la temporada del año, el mercado turístico, entre otros. Como se observa en la *tabla 4* los pesos vivos de las capturas pueden variar mucho de un año al otro. En este contexto, el grupo doméstico pesquero, el pescador, la pescadora y demás familiares, realizan actividades productivas múltiples que van cambiando a lo largo del año y que están relacionadas con el espacio rural, por lo que se recomienda instrumentar políticas integrales que abarquen la pluriactividad (SAGARPA-IICA 2018).

Respecto a la organización pesquera, en la encuesta nacional realizada en 2016 se identifica que cerca de la cuarta parte de las UE pesqueras no está afiliada o no cuenta con el permiso vigente; a estas personas se les llama pescadores libres.

Esto lleva a considerar que el número de pescadores es mayor que el reflejado en los censos. El caso de Pátzcuaro es particular por una situación de conflicto con la autoridad federal, y hay más pescadores libres respecto a los demás lagos, pero algunas cooperativas han ido afiliándose.

Con relación a la edad, llama la atención que en el lago de Pátzcuaro cerca de 30% de los pescadores son mayores de 60 años, mientras que en los otros lagos este porcentaje es de apenas un poco más de 20. Poco se conoce de la dinámica poblacional de los pescadores y pescadoras, por lo que hacen falta más estudios al respecto.

Sobre el uso de distintos artes de pesca, a partir de los resultados de los cuestionarios aplicados a las y los pescadores, así como de lo observado en las distintas localidades, se identifican cuando menos siete claramente diferenciados; una de ellas, la red mariposa, que se utiliza para exhibiciones, es exclusiva de Pátzcuaro. Es interesante que en reconocidos estudios pasados y recientes (Argueta *et al.* 1986, Williams 2009) se refieren otros artes de pesca que no se apreciaron ni fueron señalados por los pescadores. Esto hace necesario ahondar en la vigencia de las distintas técnicas y los diversos instrumentos de pesca en los tres cuerpos de agua, así como identificar su uso en términos del género de quienes los utilizan.

Respecto a los alcances de la pesca, se identifican dos extremos de la producción: el consumo y la distribución del recurso pesquero relacionado con estos lagos. En primera instancia está lo que señalan distintos autores (Argueta *et al.* 1986, Rojas-Carrillo 1992, Toledo *et al.* 1992) con respecto al autoconsumo y que los resultados del estudio corroboran al señalar el consumo de alrededor de tres kilos a la semana por parte del pescador y su núcleo familiar. Esto se ve respaldado por los resultados de Vargas Herrejón *et al.* (2021) con relación al consumo de proteína animal en una localidad pesquera del Lago de Pátzcuaro, donde el consumo de pescado duplica al menos el del resto de proteínas de origen animal; en este documento se destaca que la labor de las mujeres es fundamental en la alimentación, ya que ellas organizan y preparan los alimentos.

Por otra parte, con respecto a la distribución de la pesca en los lagos se observa que la mayor parte del volumen del recurso en Pátzcuaro y en Cuitzeo se distribuye de manera directa al

consumidor local, mientras que la producción del Lago de Chapala se destina en un gran porcentaje a la venta a intermediarios locales y foráneos que llevan el recurso a los mercados regional y nacional (Sandoval-Moreno y Hernández-García 2016, Pedroza-Gutiérrez 2018). De esta manera, es posible afirmar que la pesca artesanal de estos lagos es relevante, más allá de lo local, teniendo en cuenta el volumen significativo de pesca y el alcance de su distribución.¹⁹

En los documentos oficiales se identifica una escasa importancia de la pesca en aguas epicontinentales y su diversidad de especies. Por ejemplo, se documentaron 12 distintas especies de charal, que los datos nacionales ubican dentro de la categoría de pesquería autorizada como un solo tipo de pescado, charal. De manera similar, no se distingue de dónde proviene la producción de cada una de las especies diferentes, más allá de los totales.

Tampoco se identificó en estos documentos información relativa a la diferencia de género y la participación de la mujer en la actividad pesquera.

Conclusiones

El trabajo de las mujeres quienes participan a lo largo de la actividad pesquera del sistema pesquero en los lagos más importantes de Michoacán, está invisibilizado; pocas son remuneradas y poco se reconoce su labor en el proceso. Se requieren estadísticas inclusivas que identifiquen su participación y que tomen en cuenta los roles de género. El reconocimiento de las mujeres en la pesca puede incidir en cambios cualitativos por la valoración a las actividades de éstas, que puede incidir en una valoración económica.

La actividad pesquera es relevante en la seguridad y la soberanía alimentaria de los lagos estudiados porque son de distribución principalmente local y regional.

La conservación de los recursos pesqueros requiere establecer esquemas que garanticen: *i*) la organización efectiva de los usuarios para administrar sus recursos; *ii*) la visibilización de la presencia y la importancia de alimento nutritivo

19. Sobre la relevancia económica de esta práctica (DOF 2016).

local, la pesca, como fuente de ingreso familiar, como pesca comercial y el valor que tiene la pesca lacustre en los mercados locales, regionales y nacional; *iii*) el diálogo y la interlocución entre las distintas propuestas que han realizado diagnósticos, las cuales requieren miradas complementarias; *iv*) el reconocimiento de la diversidad biocultural para el aprovechamiento de los recursos naturales y de los roles de género que mejorarán las decisiones en la gestión de manejo y *v*) la regulación de los grupos de interés en torno al aprovechamiento y la conservación de los recursos hídricos y la biodiversidad.

Agradecimientos

A las y los pescadores que nos brindaron su apoyo para obtener la información. A las autoridades de las distintas localidades que dieron su anuencia para realizar ese trabajo. Al CONACYT por el apoyo del recurso de Problemas Nacionales 2015-1609.

Literatura citada

- Aguilar-Ibarra A, S Villanueva-Fragoso, P Guzmán-Amaya, A Vázquez-Botello. 2006. La contaminación del agua como una externalidad para la producción pesquera y acuícola. *En: P Guzmán, DF Fuentes Castellanos (coords.). Pesca, acuicultura e investigación en México.* Comisión de Pesca, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. México. pp: 107-120.
- Amezcu-Luna J, G Sánchez-Díaz. 2015. *P'urhépecha.* Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México. 175p.
- Arellanes-Cancino Y, N Arellanes-Cancino, DA Ayala Ortiz. 2017. El tianguis de cambio de Pátzcuaro, Michoacán a través del Metabolismo Social desde Mesoamérica hasta el siglo XXI. *Estudios Sociales* 27(50): 1-21. DOI: 10.24836/es.v27i50.489.
- Argueta A, D Cuello, F Lartigue. 1986. *La pesca en aguas interiores.* CIESAS. México. Cuadernos de la Casa Chata 122, 214p.
- Arredondo-Vargas E, C Osuna-Paredes, C Meléndez-Galicia, C de Jesús-Avenidaño, D Hernández-Montaña. 2013. Lago de Chapala, Michoacán y Jalisco. *En: MT Gaspar-Dillanes, D Hernández-Montaña (comps.). Pesquerías continentales de México.* Instituto Nacional de Pesca. México. pp: 35-52.
- Benería L. 1999. El debate inconcluso sobre el trabajo no remunerado. *Revista Internacional del Trabajo* 118(3): 321-346. DOI: 10.1111/j.1564-913X.1999.tb00136.x
- Bernal-Brooks F. 1998. The lakes of Michoacan (Mexico): A brief history and alternative point of view. *Freshwater Forum* 10: 20-34.
- Campillo F. 2000. El trabajo doméstico no remunerado en la economía. *Nómadas (Col)* 12: 98-115.
- Ceballos G, E Díaz Pardo, L Martínez Estévez, H Espinosa Pérez (coords.). 2017. *Los peces dulceacuícolas de México en peligro de extinción.* Fondo de Cultura Económica. México. 487p.
- CONAPESCA. 2019. *Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2019.* Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 290p.
- Delgado Ramírez CE. 2021. Entre jaiba, camarón, sardina y erizo: mujeres en la producción pesquera y la reproducción social en el noroeste de México. *Revista Latinoamericana de Antropología del Trabajo* 5(12): 235-258.
- DOF. 2000. Acuerdo por el que se aprueba la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación.* México. 17 de agosto de 2000.
- DOF. 2015a. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. *Diario Oficial de la Federación.* México. Última reforma publicada el 24 de abril de 2018.
- DOF. 2015b. Norma Oficial Mexicana NOM-032-SAG/PESC-2015, Pesca responsable en el Lago de Chapala, ubicado en los estados de Jalisco y Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. *Diario Oficial de la Federación.* México. 19 junio de 2015.
- DOF. 2015c. Norma Oficial Mexicana NOM-036-SAG/PESC-2015, Pesca responsable en el Lago de Pátzcuaro ubicado en el Estado de Michoacán. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. *Diario Oficial de la Federación.* México. 11 junio de 2015.
- DOF. 2016. Norma Oficial Mexicana NOM-060-SAG/PESC-2016, 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. 19 de septiembre de 2016.
- DOF. 2020. Programa Nacional de Pesca y Acuicultura 2020-2024. *Diario Oficial de la Federación.* México. 30 de diciembre de 2020.

- Domínguez O, X Madrigal, M Medina Nava. 2019. Peces. En: A Cruz Angón, KC Nájera Cordero, ED Melgarejo (coords.). *La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado 2*. CONABIO. México. II: 407-422.
- Durán MÁ. 2003. El trabajo no remunerado en la familia. *Arbor* 176(694): 239-267. DOI: 10.3989/arb.2003.i694.727.
- Fabré Platas DA, S Yeste Santamaría. 2012. Deconstruir la globalización desde la economía solidaria. *Revista de Paz y Conflictos* 5: 93-119. DOI: 10.30827/revpaz.v5i0.468.
- FAO. 2018. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 233p.
- FAO. 2020. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. La sostenibilidad en acción*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 223p.
- Franco-Gaona C, S Cram Heydrich, L Galicia. 2010. Actividad pesquera. En: S Cram, L Galicia, I Israde-Alcántara (comps.). *Atlas de la cuenca del lago de Cuitzeo: análisis de su geografía y su entorno socioambiental*. Instituto de Geografía-UNAM/UMSNH. México. pp: 252-254.
- Gavaldón A, J Fraga. 2011. Rompiendo esquemas tradicionales en la pesca artesanal: las mujeres trabajadoras del mar en San Felipe, Yucatán, México. En: G Alcalá (ed.). *Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política*. Facultad de Ciencias, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación-Sisal, Yucatán, UNAM. México. II: 15-47.
- Harper S, C Grubb, M Stiles, UR Sumaila. 2017. Contributions by women to fisheries economies: insights from five maritime countries. *Coastal Management* 45(2): 91-106. DOI: 10.1080/08920753.2017.1278143.
- Hernández Sampieri R, C Fernández Collado, P Baptista Lucio. 2014. *Metodología de la investigación*. McGraw Hill. México. 615p.
- Inteligencia Pública, EDF de México. 2019. *Impacto social de la pesca ribereña en México: propuestas para impulsar el bienestar social en el sector pesquero*. EDF. México. 96p.
- Martínez-Chávez CC, A Tello-Ballinas, J Fonseca-Madrigal, LG Ross, CA Martínez-Palacios. 2014. Photoperiodic growth enhancement in a tropical batch spawning atherinopsid, pike silverside *Chirostoma estor*. *Journal of Fish Biology* 85(2): 546-553. DOI: 10.1111/jfb.12442
- Martínez-Chávez CC, EM Alarcón-Silva, CA Martínez-Palacios, P Navarrete-Ramírez, L Raggi, GA Corona-Herrera, LG Ross. 2018. Sexual dimorphism in pelvic fin length of two endangered freshwater atherinopsid species with high aquaculture potential. *North American Journal of Aquaculture* 80(3): 310-314. DOI:10.1002/naaq.10036
- Melo N, IF Moreira Konig, MG Ríos-Durán, P Navarrete-Ramírez, CA Martínez-Palacios, LD Solís Murgas, CA Martínez-Chávez. 2022. Feeding frequency has a determinant role in growth performance, skeletal deformities, and body composition in the Mexican pike silverside (*Chirostoma estor*), an agastric short-intestine fish (Teleostei: Atheriniformes) *Aquaculture* 562: 738766. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2022.738766
- Miller R, WL Minckley, SM Norris. 2009. *Peces dulceacuícolas de México*. CONABIO. México. 608p.
- Olmos Tomasini E. 1990. Situación actual y perspectivas de las pesquerías derivadas de la Acuicultura. SEPESCA. México. 97p.
- Paré L. 1989. *Los pescadores de Chapala y la defensa de su lago*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. México. 144p.
- Pedroza-Gutiérrez C. 2018. *Pesca continental: retos y perspectivas, el caso de México*. Coordinación de Humanidades-UNAM. México. 172p
- Pedroza-Gutiérrez C. 2019. Managing Mercado del Mar: a case of women's entrepreneurship in the fishing industry. *Maritime Studies* 18: 335-346. DOI: 10.1007/s40152-019-00157-y.
- Rojas-Carrillo P. 1992. La producción pesquera. En: VM Toledo, P Álvarez-Icaza, P Ávila (eds.). *Plan Pátzcuaro 2000. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido*. Fundación Friedrich Ebert Stiftung. México. pp: 13-47.
- Rojas-Carrillo P, JI Fernández-Méndez. 2006. La pesca en aguas continentales. En: P Guzmán-Amaya, DF Fuentes-Castellanos (coords.). *Pesca, acuicultura e investigación en México*. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. México. pp: 49-68.
- Rosas Monge C, A Chacón Torres. 2018. Reservas acuícolas y conservación del pescado blanco en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. En: E Florescano, G Sánchez-Díaz (eds.). *El pescado blanco en la historia, la ciencia y la cultura michoacana*. Gobierno del Estado de Michoacán/UMSNH. México. pp: 245-285.
- SAGARPA-IICA. 2018. Línea de Base del Sector Pesquero y Acuícola, Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola (CONAPESCA). SAGARPA-IICA. México. 109p.

- Sandoval-Moreno A, A Hernández-García. 2016. Pesca, política pública y condiciones socioeconómicas de los pescadores del Lago de Chapala. *Textual* 67: 85-118. DOI: 10.5154/r.textual.2016.67.005.
- Sánchez Salazar MT, JM Casado Izquierdo. 2010. Sector Pesquero. *En: S Cram, L Galicia, I Israde-Alcántara (comps.). Atlas de la cuenca del lago de Cuitzeo: análisis de su geografía y su entorno socioambiental.* Instituto de Geografía-UNAM/UMSNH. México. pp: 140-143.
- Solano N, I Lopez-Ercilla, FJ Fernandez Rivera-Melo, J Torre. 2020. Unveiling Women's Roles and Inclusion in Mexican Small-Scale Fisheries (SSF). *Frontiers in Marine Science* 7: 617965. DOI: 10.3389/fmars.2020.617965.
- Toledo A, L Bozada. 2002. *El delta del río Balsas. Medio ambiente, pesquerías y sociedad.* Instituto Nacional de Ecología/Colegio de Michoacán. México. 294p.
- Toledo VM, P Álvarez-Icaza, P Ávila (eds.). 1992. *Plan Pátzcuaro 2000. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido.* Fundación Friedrich Ebert Stiftung. México. 320p.
- Vargas Herrejón M, Y Arellanes-Cancino, M Medina Nava. 2021. El papel de los recursos pesqueros en el patrimonio biocultural y la alimentación en Ihuatzio, México. *Etnobiología* 19(2): 114-134.
- Vargas S, NB Guzmán Ramírez. 2009. Deterioro de la cuenca del lago de Pátzcuaro cambios en la identidad étnica p'urhépecha. *XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires.* Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires. 15p.
- Vargas-Velázquez S. 2011. Los pescadores del lago; entre el manejo comunitario y el deterioro ambiental. *En: R Huerto-Delgadillo, S Vargas-Velázquez, CF Ortiz-Paniagua (eds.). Estudio ecosistémico del lago de Pátzcuaro: Aportes en gestión ambiental para el fomento del desarrollo sustentable 1.* IMTA/UAEM/UMSNH. México. pp: 189-216.
- Villa-Casco MJ, P Pacheco Mateo-Sagasta, A Rivas Medina, G Morales Rodríguez, MÁ González. 2007. El papel de la mujer en el sector pesquero. Potencialidades en el ámbito del turismo pesquero. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid/Servicios de Adaptación para la Gestión de Iniciativas Turístico-Pesqueras en Áreas Litorales. España. 83p.
- Welcomme R. 2011. Review of the state of the world fishery resources: inland fisheries. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 942, Rev.2.*
- Williams E. 2009. The Exploitation of Aquatic Resources at Lake Cuitzeo, Michoacan, Mexico: An Ethnoarchaeological Study. *Latin American Antiquity* 20(4): 607-627. DOI: 10.1017/S1045663500002893

Recibido: 16 de mayo de 2022.

Aceptado: 20 de octubre de 2022.

Estudio socioeconómico

Caracterización sociodemográfica y económica de los pescadores de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas, México

Economic and socio-demographic characterization of the fishers in the middle basin of the Grijalva River, Chiapas, Mexico

Ma. Teresa Gaspar-Dillanes*, Eduardo Ramos-Santiago**✉ y Yéssica Xiomara Guzmán-Camacho**

Resumen

Se contribuye al conocimiento de la actividad pesquera en la cuenca media del río Grijalva, ubicada debajo de la cortina de la presa Chicoasén. La descripción general se efectuó con información del INEGI, la conjunción de la distribución, la densidad, la composición y la dinámica poblacional se determinó con indicadores sociodemográficos de la CONAPO, que permitió el diagnóstico general de la población pesquera de la región a partir de encuestas a los pescadores. Los resultados indican que la comunidad pesquera estudiada tiene índices muy altos de marginación, bajo nivel educativo y, en algunos casos, carencia de servicios domésticos. Se concluye que la pesca es una actividad productiva, porque los beneficios son suficientes para sostener a sus familias.

Palabras clave: río Grijalva, presa Chicoasén, pesquería, socioeconómico.

Abstract

It contributes to the knowledge of the fishing activity in the middle basin of the Grijalva river (below the curtain's Chicoasén dam). The general description was made with INEGI information, the conjunction of distribution, density, composition, and population dynamics was determined with the sociodemographic indicators of CONAPO. That allowed the general diagnosis of the fishing population of the region from surveying the fishermen. The results indicate that the fishing community studied has very high rates of marginalization, low educational level and in some cases lack of domestic services. It is concluded that fishing is a productive activity because the benefits are sufficient to support their families.

Keywords: Grijalva River, Chicoasén Dam, fishery, socioeconomic.

Introducción

La pesca se concibe como una forma de apropiación y de uso del espacio productivo de las regiones acuáticas (Marín Guardado 2007), esto es, el recurso básico no es la tierra, como en el caso de los campesinos, sino el medio acuático, por lo que se generan determinados usos de este

espacio productivo (HLPE 2015). En consecuencia, la pesca se presenta como un proceso de producción que interactúa con cierto grado de inversión de capital (FAO 1999), por lo que es importante realizar estudios socioeconómicos de las comunidades para conocer las problemáticas principales del sector primario de pesca.

El estado de Chiapas se caracteriza por poseer un extenso potencial hidrológico, que se aprovecha por medio de la construcción de diversas presas, tanto para la generación de energía eléctrica como para la prevención de inundaciones e irrigación de diversos cultivos. Una actividad alterna que se realiza en estas presas es la pesca, dado

* Dirección de Investigación Pesquera en el Pacífico, INAPESCA. Ave. México núm. 190, Col. Del Carmen, Coyoacán, 04100, Ciudad de México, México.

** Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera, INAPESCA. Salina Cruz, Oaxaca. ✉ Autor responsable de la correspondencia: eduardo.ramos@INAPESCA.gob.mx.

que también posee una riqueza y una diversidad acuática importante, al estar ubicado entre dos grandes provincias ictiolimnológicas tropicales (Miller 1966, Gaspar-Dillanes 1996). De las 196 especies nativas distribuidas en Chiapas, 89 son dulceacuícolas, 98 son marinas y nueve son vicarias; además, 85% del total de especies dulceacuícolas está en la región del Grijalva-Usumacinta (Rodiles-Hernández *et al.* 2005).

En Chiapas, la pesca de escama de agua dulce constituye una de las bases más importantes del desarrollo de una pesca comercial continental a través de los grandes embalses, pues da sustento y empleo a gran número de familias aledañas a ríos y presas de la región, principalmente aquellas ubicadas en comunidades indígenas (Ramos-Santiago *et al.* 2006).¹ A pesar de que en la actualidad, la mayor parte de la producción pesquera de aguas interiores nacionales es de especies exóticas o introducidas, como tilapia, carpa y lobina, la diversidad de especies que alberga este tipo de ambientes hace factible que las especies nativas de importancia comercial figuren en la captura durante cierta época del año, por lo cual es de suma importancia contar con los adecuados registros de la producción pesquera y establecer esquemas de manejo del recurso. En la cuenca del río Grijalva se han realizado estudios de la actividad pesquera comercial, entre éstos están los de Pérez-Velázquez *et al.* (2002) en la presa La Angostura y Pérez-Castañeda *et al.* (2013) en la presa Malpaso; una característica importante de esta cuenca es que la mayoría de los pescadores es de origen indígena y se dedican a la actividad hace más de 20 años.

En particular en la cuenca media del río Grijalva existen dos sociedades cooperativas pesqueras que agrupan a 52 pescadores y 26 embarcaciones; una se ubica principalmente en las localidades de Chicoasén y La Represa (municipio de Chicoasén) y su zona de pesca comprende el área debajo de la cortina de la presa Chicoasén, hasta el punto

denominado El Remanso; los pescadores de la segunda agrupación en su mayoría se ubican en la localidad Tres Picos (municipio de Copainalá), su área de pesca inicia en El Remanso y llega hasta el punto conocido como Paso San Juan.

Es de especial relevancia conocer los aspectos socioculturales y económicos en la actividad pesquera (Salas *et al.* 2006), así como realizar un análisis integral y multidisciplinario para mejorar el conocimiento sobre las pesquerías (Vázquez 2006) y del contexto socioeconómico para el diseño de estrategias de manejo (Cinner *et al.* 2009); sin embargo, no existe información acerca de los aspectos sociales y económicos de los pescadores de esta zona de la cuenca media del Grijalva.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de este estudio es contribuir al conocimiento de la actividad pesquera en un tramo de la cuenca media del río Grijalva (debajo de la presa Chicoasén hasta el Paso San Juan), presentando algunos aspectos sociodemográficos y económicos de los pescadores e identificando algunas posibles implicaciones de esos aspectos en el manejo pesquero.

Materiales y métodos

Área de estudio

Comprende la cuenca media del río Grijalva ubicada entre las coordenadas geográficas cuyos vértices opuestos son 16° 56' 42" N, 93° 06' 11" O y 17° 00' 36" N, 93° 18' 30" O, comprendiendo los municipios de San Fernando, Chicoasén y Copainalá; aguas debajo de la presa Manuel Moreno Torres, también conocida como Chicoasén (Fig. 1).

Forma parte de las regiones fisiográficas Altos de Chiapas y Montañas del Norte, la altura del relieve varía entre 200 msnm y 1 300 msnm. Las formas principales del relieve presentes son la sierra alta escarpada compleja, el cañón típico (19.4%) y la sierra alta de laderas tendidas (CEIEG 2011).² El municipio de Chicoasén se ubica en las

1. Ramos-Santiago E, MT Gaspar-Dillanes, A Labastida-Che, YX Guzmán-Camacho, JA Oviedo-Piamonte, O Trejo-Trejo. 2014. Caracterización de la pesquería de escama en la Cuenca Media del río Grijalva, Chiapas, México. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca/Centro Regional de Investigación Pesquera-Salina Cruz, México. 117p.

2. CEIEG. 2011. Perfiles Municipales: 029 Chicoasén. Secretaría de Planeación, Gestión pública y Programa de Gobierno. Gobierno del Estado de Chiapas. Disponible en: <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/PHistoricoIndex.php?region=029&option=6#>. Consultado en línea el 22 de marzo de 2013.

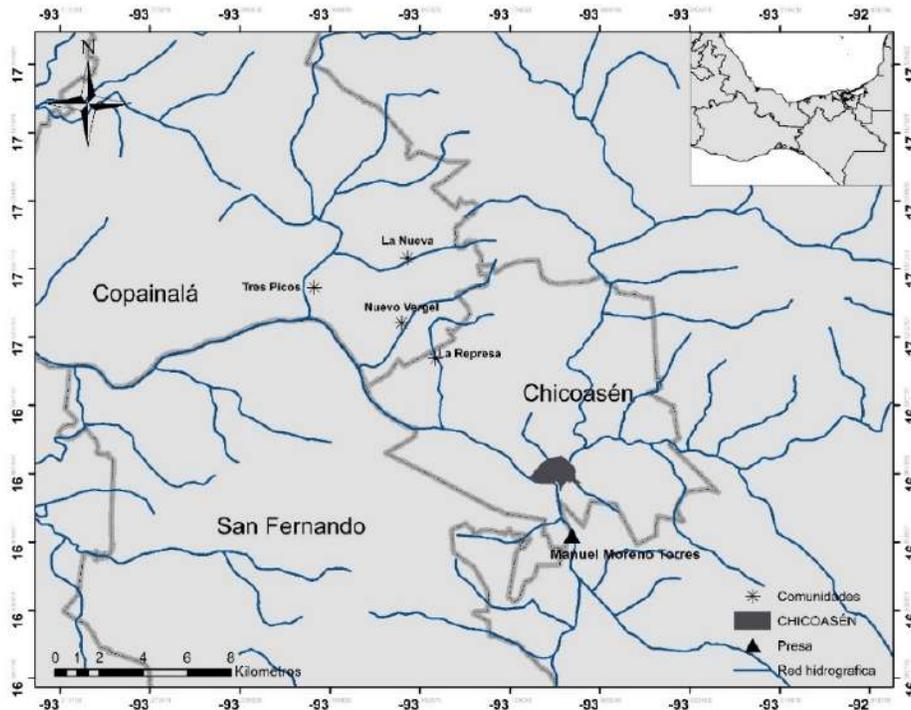


Fig. 1. Área de estudio. Cuenca media del río Grijalva, Chiapas.

subcuencas R. Chicoasén y del R. Alto Grijalva que forman parte de la cuenca R. Grijalva-Villahermosa. Se nutre con aguas de afluentes como los ríos Grijalva, Bochil, Chavarría y Chico; y las corrientes intermitentes de los arroyos La Chincuya, El Naranjo, El Sauz, Cacahuanó, Sabinal, El Cascajo y Soscuñe (CEIEG 2011).

Obtención de la información

La descripción general de la población pesquera en la cuenca media del río Grijalva se efectuó con la recopilación de información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). La conjunción de la información sobre aspectos relacionados con la distribución, la densidad, la composición y la dinámica poblacional se determinó con los principales indicadores socio-demográficos publicados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO). Se recopiló información relacionada con indicadores sociodemográficos generales; se describen aspectos relacionados con la distribución, la densidad, la composición y la dinámica poblacional.

Aplicación de la encuesta

Entre octubre y diciembre de 2014 se realizaron 51 encuestas a pescadores de cada una de las dos sociedades cooperativas que tienen permiso expedido por la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) para realizar actividades pesqueras en el tramo señalado, ocho de los encuestados fueron mujeres. El objetivo de la encuesta fue realizar la caracterización de los pescadores de la cuenca media del río Grijalva y obtener información actualizada de este grupo de la población. La encuesta se compone de cuatro secciones, cada una con 37 subsecciones, que permitieron obtener información desagregada sobre los principales aspectos sociales, económicos y pesqueros de la población (Tabla 1).

Análisis de la información

La información obtenida se capturó y procesó en Excel. Para identificar posibles asociaciones entre variables se realizó un análisis de tablas de contingencia de 3x2 utilizando el estadístico Ji-cuadrada (χ^2_c) con $\alpha=0.05$. Se utilizó el coeficiente de determinación (r^2) que representa la proporción

Tabla 1
Diagnóstico socioeconómico de la población pesquera de la cuenca media del río Grijalva

<i>Información requerida</i>		
<i>Características sociales del pescador.</i>	<i>Pesca de consumo doméstico.</i>	<i>Ingreso pesquero y capacidad productiva.</i>
1. Edad.	1. Finalidad de la pesca.	1. Descripción de la actividad productiva.
2. Sexo.	2. Consumo semanal de pescado y marisco.	2. Ingreso pesquero.
3. Nivel de escolaridad.	3. Número de habitantes por vivienda.	3. Precio promedio de las especies.
4. Estado civil.	4. Edad de los habitantes de la vivienda.	4. Especies de mayor aprovechamiento.
5. Núm. de dependientes.	5. Especies destinadas al consumo doméstico.	5. Producción estimada anualmente.
6. Lugar de origen.	6. Días de pesca a la semana.	6. Costos en la captura.
7. Tiempo de residencia en la comunidad.		
8. Tiempo de dedicarse a la pesca en el lugar.		
9. Pertenencia a una organización.		
10. Actividades económicas alternativas.		

de variación explicada por la regresión (Chatterjee y Hadi 2006).

Se realizó un análisis de correlación entre las variables sociodemográficas (Cinner y Pollnac 2004) para determinar las variables que podrían ser consideradas como un indicador independiente. Para este análisis se utilizaron la edad del pescador, años en la pesca, tiempo de residencia en la localidad, ingreso y número de dependientes económicos.

Resultados

Aspectos sociodemográficos generales

El Censo de Población y Vivienda 2010 contabilizó 4 796 580 personas residentes en el territorio chiapaneco, lo que indica un crecimiento promedio anual de 2% en el periodo de 2000 a 2010. Los municipios de Copainalá y Chicoasén registran una población total de 26 068 habitantes, 21 050 habitantes en el primero y 5 018 habitantes en el segundo. Las localidades ubicadas en el área de influencia del río registran una población total de 4 463 habitantes, de los cuales 966 se distribuyen en las localidades La Nueva, San José Motején, Tres Picos y Nuevo Vergel en el municipio de Copainalá; asimismo, un total de 3 497 habitantes está en las localidades de Chicoasén y La Represa en el municipio de Chicoasén.

Las localidades referidas están clasificadas como rurales; el número de pobladores en cada

una de éstas no supera los mil habitantes, a excepción de Chicoasén, que registró 3 343 habitantes. En estas localidades, 17% de los habitantes es menor de tres años, en tanto que 16% es menor de cinco años y 13% está ubicado en la categoría de 12 años y más; 12% se ubica en 15 años y más y 11% en 18 años y más; en tanto que 1% es mayor de 60 años.

Las carencias de la población en materia de educación, vivienda y empleo son consideradas por CONAPO para la elaboración del Índice de Marginación.³ Este índice refleja las condiciones de acceso a servicios en las viviendas, así como el nivel educativo de la población.

La mayor parte de los habitantes de las localidades registra un nivel educativo bajo, siendo las localidades Tres Picos y Nuevo Vergel las que presentan el mayor porcentaje de analfabetismo en comparación con las demás, en donde los habitantes de 15 años y más son analfabetas. En la localidad Tres Picos, el porcentaje de la población de 15 años y más que tiene incompletos los estudios de primaria rebasa 50%. La provisión de agua potable a través del sistema de tuberías del municipio es un servicio del que carece un alto porcentaje de

3. El índice de marginación es una medida-resumen que permite diferenciar entidades federativas y municipios según el impacto global de las carencias que padece la población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas.

viviendas. El número de viviendas por localidad no parece ser un factor que influya en esta situación; sin embargo, la falta de agua entubada se presenta con mayor frecuencia en las localidades con menos de 100 viviendas, a excepción de algunos casos puntuales. Se registra un porcentaje relativamente bajo de viviendas con piso de tierra; sólo en la comunidad de Tres Picos no se registraron viviendas con piso de tierra, La Represa tiene más de 15% de viviendas con piso de tierra.

Históricamente, las poblaciones de pescadores artesanales se ubican en las riberas de ríos y cuerpos de agua continentales y/o costeros, por tanto, en muchos de los casos, los pescadores no son propietarios de los terrenos donde construyen sus viviendas.

La encuesta realizada muestra que 100% de los pescadores encuestados de la SC Pescadores La Cuevita, que en lo sucesivo se denominará SC 1, cuenta con vivienda propia; 4.35% fue construida con cemento/ladrillo/block, 30.4% con lámina/madera y 65.2% se construyó con la combinación de cemento/lámina. Sobre los servicios disponibles, 69.6% de las viviendas cuenta con agua entubada, ya sea en el hogar o en alguna parte del terreno; todas las viviendas cuentan con energía eléctrica; 52.2% cuenta con drenaje.

En tanto que todos los pescadores encuestados de la SC El Indio Copainalteco (SC 2) cuentan con vivienda propia, 76.0% fue construida con lámina/madera, 8% con cemento/lámina, otro 8% con adobe/lámina, 4% con barro/madera y el restante 4%, que corresponde a una pescadora y su familia, vive en un socavón ubicado en la margen del río Grijalva. Sobre los servicios disponibles para la población pesquera de esta cooperativa, 76% no cuenta con agua potable entubada, mismo porcentaje que no cuenta con drenaje y sólo 56% de las viviendas cuenta con energía eléctrica.

En todas las localidades analizadas del río Grijalva se registra alta marginación.⁴ La falta de acceso a servicios, las condiciones inadecuadas de vivienda, los bajos ingresos, entre otros, son factores que se reflejan en el alto grado de marginación. Chicoasén presentó un grado de marginación medio durante 2005, y para 2010 se

clasificó como alto. Todas las demás localidades analizadas no presentaron cambios, pero destacan Tres Picos y Nuevo Vergel con un índice de marginación muy alto.

La población de las localidades en la cuenca media del río Grijalva creció a un ritmo lento durante el periodo 2005 a 2010. El mayor crecimiento registrado durante este lustro fue en Nuevo Vergel en el municipio de Copainalá, en donde la tasa media anual de crecimiento fue superior a 7%. En el mismo municipio, Tres Picos presentó un decremento en el ritmo de crecimiento, con -3.03%.

En los dos municipios que agrupan a las localidades de la cuenca media del río Grijalva se registraron 12 unidades médicas del sector público. El municipio de Copainalá cuenta con ocho y el de Chicoasén con cuatro unidades médicas. La población tiene rezagos en el acceso a los servicios médicos. Los indicadores muestran que en algunas localidades, la mayor parte de los habitantes no es derechohabiente de algún servicio de salud. Hay desigualdad entre municipios, mientras algunos tienen servicios médicos, otros carecen de ellos o son insuficientes.

En materia de educación se encontró baja escolaridad en la población. En el estado de Chiapas, 21% de la población de 15 años y más es analfabeta. Localmente, uno de cada 12 habitantes mayor de 15 años es analfabeto. Las comunidades con mayor rezago son Tres Picos y Nuevo Vergel, municipio de Copainalá, en donde 13% de los habitantes son analfabetas y su grado promedio de escolaridad es de 3.8 y 4.3 años, respectivamente.

La Represa, municipio de Chicoasén, es la localidad con menor población analfabeta (6.5%), 12% de la población de 15 años y más tiene educación básica completa, 17% ha concluido la secundaria y 9% de la población de 18 años y más ha concluido la preparatoria. El grado promedio de escolaridad en estas localidades es 5.5 años, menor al promedio registrado en el estado (seis años).

Análisis de correlación de las variables sociodemográficas de la población pesquera

Con los resultados de la encuesta se generó información actualizada de aspectos sociodemográficos y económicos y debido a que se observaron diferencias entre las dos organizaciones pesqueras se realiza el análisis por separado.

4. CONAPO (2005) clasifica el grado de marginación en Muy bajo, Bajo, Medio, Alto o Muy alto, según el intervalo del valor del índice de marginación.

En el análisis de correlación se identificó que, para la SC 1, las variables sociodemográficas con un buen coeficiente de determinación ($r^2 > 0.69$) fueron edad, tiempo de residencia y años en la pesca; el resto de las variables analizadas registró valores poco significativos, por lo que pueden ser consideradas como indicadores independientes. En el caso de la SC 2, no existió una buena correlación

Además de la pesca, 87% de los pescadores de la SC 1 desarrolla actividades secundarias, principalmente como jornaleros agrícolas (65.2%), estas actividades las realizan en promedio 2.5 días a la semana; 30.4% señaló que las realiza tres días a la semana, dependiendo del comportamiento de las capturas. En el caso de los pescadores de la SC 2, 72% desarrolla otras actividades, principalmente

Tabla 2
Análisis de correlación entre las variables sociodemográficas de los pescadores

Sociedad Cooperativa	Análisis de correlación	
	Edad del pescador vs años de residencia (<i>tr</i>)	Edad del pescador vs años de pescador (<i>tp</i>)
1	Edad = $0.9623 \cdot tr - 0.2951$ $r^2 = 0.8493$	Edad = $0.8031 \cdot tp - 6.561$ $r^2 = 0.6916$
2	Edad = $0.7072 \cdot tr - 4.5173$ $r^2 = 0.3372$	Edad = $0.3674 \cdot tp + 1.7881$ $r^2 = 0.175$

entre las variables sociodemográficas analizadas (Tabla 2).

La edad promedio de los pescadores de la SC 1 es de 42.9 (± 12.5) años; el intervalo de edad va de 24 a 80 años; 47.8% de ellos tiene más de 40 años de edad. Los pescadores de la SC 2 tienen en promedio 32.8 (± 8.9) años de edad, el intervalo de edad va de 17 a 50 años y 24% tiene más de 40 años de edad, entre los asociados hay seis mujeres de 17, 30, 34, 35, 36 y 45 años de edad (Tabla 3).

El tiempo promedio de residencia de los pescadores de SC 1 es de 41.0 (± 13.06) años y de los de la SC 2 es de 18.7 (± 10.9) años, 36% tiene más de 30 años viviendo en esa comunidad (Tabla 3).

Los pescadores de la SC 1 tienen un promedio de 27.9 (± 12.08) años en la actividad que realizan y los de la SC 2 un promedio de 13.8 (± 7.8) años (Tabla 3).

Tabla 3
Perfil sociodemográfico de los pescadores

Variable	Valor (promedio)	
	SC 1	SC 2
Edad	42.9	32.8
Tiempo de residencia en la localidad (años)	41.0	18.7
Años en la pesca	27.9	13.8
Número de hijos	3.5	3.6
Dependientes económicos	3.4	3.7
Escolaridad del pescador (años)	7.39	2.72

agrícolas (68.0%), en promedio 2.7 días a la semana, la mayor frecuencia es de 38.9% que es de dos días.

En cuanto a cambiar de lugar de residencia, los pescadores de la SC 1 muestran baja propensión, registrando una correlación positiva y significativa ($r^2 = 0.85$, $p < 0.01$, $n = 23$) entre la edad del pescador y los años de residencia en la localidad, no así los pescadores de la SC 2, que tienen alta propensión a cambiar de lugar de residencia con una correlación positiva y significativa ($r^2 = 0.34$, $p < 0.01$, $n = 25$) (Tabla 2).

Los pescadores de la SC 1 tienen baja propensión a cambiar de actividad económica, observándose una correlación positiva y significativa ($r^2 = 0.69$, $p < 0.01$, $n = 23$) entre la edad del pescador y los años en la pesca; en cambio, los pescadores de la SC 2 muestran propensión a cambiar de actividad económica, ya que a correlación entre la edad del pescador y los años en la pesca es baja ($r^2 = 0.175$, $p < 0.05$, $n = 25$) (Tabla 2); las diferencias entre las dos cooperativas pueden ser que los más jóvenes tienen menor arraigo a la actividad pesquera, y los bajos ingresos derivados de la pesca que alguna época del año tienen, los motivan a buscar otra actividad económica.

En la mayor parte de los casos, la estructura familiar está compuesta por un hogar nuclear.⁵ De los pescadores de la SC 1, 91.3% manifestó tener entre dos y nueve hijos –en promedio 3.5 (± 2.1) hijos– y de cero a diez dependientes económicos que viven en el hogar del encuestado –en promedio 3.4 (± 1.9)–, la mayoría de ellos hijos, además de la esposa o la concubina. Los hijos que aún viven en el hogar y que dependen económicamente del pescador son 56, sus edades van desde un año hasta 27 años –en promedio 13.1 años (± 6.9)–; 35.7% son varones y 64.3% mujeres. Los pescadores entrevistados manifestaron que sus hijos más jóvenes asisten a la escuela y participan también en la pesca de manera parcial, ya sea por la tarde o cuando no asisten a clases en función del calendario escolar; sólo dos pescadores (8.7%) señalaron que no les gustaría que sus hijos se dedicaran a la pesca. En cuanto a la actividad que realizan los hijos de los pescadores, se tiene que la mayoría (64.3%) se dedica a estudiar, 19.6% trabaja, 8.9% ayuda en las labores del hogar y 7.1% es de niños menores a tres años que aún no asisten a la escuela. La edad promedio de la esposa es de 39.1 (± 14.2) años y de la concubina es de 35.6 años (± 12.7). La actividad doméstica es la principal actividad de la esposa o de la concubina (86.2%). Los pescadores casados, que representan 69.6%, son los que tienen un mayor número de dependientes económicos en el hogar, con un promedio de 3.75 personas que dependen del ingreso generado por la pesca. De los pescadores encuestados, 65.2% señaló que sólo él contribuye al ingreso familiar. En los hogares con mayor número de dependientes económicos, el ingreso obtenido por el pescador es mayor, observándose una relación significativa entre estas dos variables ($\chi^2 = 14.733$, $gl = 4$, $p = 0.005$). Con relación a los padres de los pescadores, únicamente dos pescadores los mantienen económicamente.

En la SC 1, la mayor parte de los casos la estructura familiar también está compuesta por un hogar nuclear; 92% manifestó tener entre dos y siete hijos– promedio de 3.6 hijos (± 2.0)– y de cero a ocho dependientes económicos que

viven en el hogar del encuestado –en promedio 3.7 (± 2.1)–, la mayoría de ellos hijos, además de la esposa o la concubina. Los hijos que aún viven en los hogares y que dependen económicamente del pescador son 71, sus edades van desde uno hasta 25 años –con promedio de 10.1 años (± 6.9)–; 52.1% son varones y 47.9% mujeres. Los pescadores manifestaron que sus hijos más jóvenes asisten a la escuela y también participan de manera parcial en la pesca, ya sea por la tarde o cuando no asisten a clases en función del calendario escolar; sólo tres pescadores (12%) señalaron que no les gustaría que sus hijos se dedicaran a la pesca. Con relación a la actividad que realizan los hijos de los pescadores, 43.7% se dedica a estudiar, 12.7% trabaja, 16.9% ayuda en las labores del hogar, 14.1% son niños menores a tres años que aún no asisten a la escuela; existe otro grupo de niños de entre tres y 10 años (12.7%) que al parecer no tiene ocupación. La edad promedio de la esposa es de 32.5 años (± 9.5) y de la concubina es de 30.3 años (± 9.4). La actividad doméstica es la principal de la esposa o la concubina (73.9%). Los pescadores casados, que representan 64%, tienen en promedio 3.6 (± 1.8) dependientes económicos del ingreso generado por la pesca en el hogar. De los pescadores encuestados, 68% señaló que sólo él contribuye al ingreso familiar. En los hogares con mayor número de dependientes económicos, el ingreso obtenido por el pescador es mayor, se observa relación significativa entre estas dos variables ($\chi^2 = 14.733$, $gl = 4$, $p = 0.005$). En esta cooperativa ningún pescador manifestó que sus padres sean sus dependientes.

A los servicios de atención médica tiene acceso 95.7% de los pescadores encuestados de la SC 1, 82.6% utiliza el Seguro Popular para ellos y sus familias, 8.7% acude al Centro de Salud, 4.3% al servicio privado; 65.2% de los pescadores pagan ellos mismos el servicio médico. En el caso de la SC 2, 92% cuenta con algún tipo de servicio para los pescadores y sus familias, de éstos, 56% utiliza el Seguro Popular, 36% acude al Centro de Salud y 8% a ninguno; 79.2% de los pescadores encuestados señaló que ellos mismos pagan el servicio médico, el resto dijo que el gobierno.

Todos los pescadores encuestados de la SC 1 manifestaron haber asistido a la escuela y que saben leer y escribir, se registra un promedio de escolaridad de 7.39 (± 2.78) años; de los encuestados,

5. Formado por el papá, la mamá y los hijos, o sólo la mamá o el papá con hijos; una pareja que vive en el mismo hogar y no tiene hijos también constituye un hogar nuclear (INEGI).

sólo 13.04% cursó la preparatoria completa, que es el mayor nivel registrado para este grupo de la población. De los encuestados, aquellos con edades entre 24 y 34 años son los que tienen el promedio de escolaridad más alto (9.6 años). De los pescadores que cursaron algún grado de educación básica o media básica, 30.4% tiene primaria completa, casi la misma proporción de pescadores que concluyó estudios de educación media básica (34.78%).

En la SC 2, los pescadores sin escolaridad representan 40% del total y, de este grupo, sólo un pescador sabe leer y escribir un poco; se registra un promedio de escolaridad de 2.72 (± 3.27) años. De la población que sí tiene algún grado de escolaridad, sólo un pescador (6.7%) de 20 años de edad cursó la preparatoria completa, que es el mayor nivel registrado para este grupo de la población. De los pescadores que cursaron algún grado de educación básica o media básica, 26.7% tiene primaria completa y 6.7% concluyó estudios de educación media básica.

En la SC 1, 60.87% de los pescadores habla tzotzil; éstos tienen edades de entre 24 y 54 años –promedio de 38.6 (± 6.88) años–. En la SC 2, 48% habla esa misma lengua indígena y sus edades van de 20 hasta 50 años –promedio de 34.7 (± 8.75) años–.

Aspectos económicos

La pesca de escama que se realiza en la cuenca media del río Grijalva es artesanal y multiespecífica, las especies que se capturan son: mojarra negra, tilapia, macabil, bagre, tenguayaca y mojarra zacatera y, eventualmente, mojarra blanca y sabalote.

Los pescadores de la SC 1 realizan su actividad un promedio de 11.7 (± 1.22) meses al año. La pesca se realiza un promedio de 5.8 (± 0.64) días a la semana y 4.1 (± 0.95) horas diarias, 69.6% lo hace seis días por semana. La duración de la jornada de pesca es variable, depende principalmente del cierre y de la apertura de las compuertas de la presa Chicoasen y, en menor grado, de la lejanía entre la localidad donde viven y la zona del río donde

pescan; de ahí que 47.8% de los pescadores señaló que la duración de la jornada de pesca es de cuatro horas. De los pescadores, 52.2% dijo que pesca mojarra entre cuatro y cinco días, 39.1% pesca macabil tres días a la semana, y 34.8% pesca bagre dos días a la semana. En la *figura 2* se observa que la captura de estas especies se realiza durante todo el año; sin embargo, hay variación en el número de pescadores que la realizan, así, se encontró que la tilapia es capturada por todos los pescadores encuestados durante todo el año, no así las demás especies, en donde se observó variación.

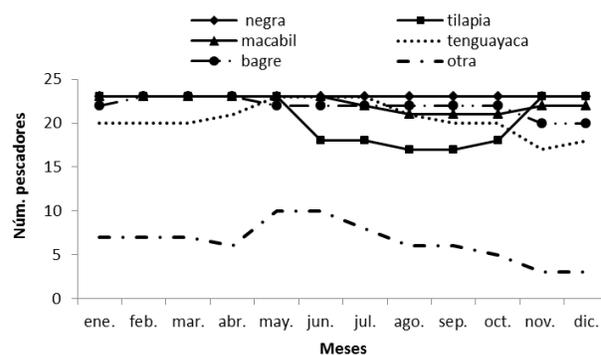


Fig. 2. Meses en los que se capturan las especies por los pescadores de la SC 1.

Los pescadores de la SC 1 realizan su actividad un promedio de 10.8 (± 2.92) meses al año. La pesca, un promedio de 5.04 (± 1.56) días a la semana y 4.8 (± 1.7) horas diarias. La duración de la jornada de pesca es variable, aunque comparativamente con la SC 1, estos pescadores están más cerca de la zona del río donde pescan; sin embargo, para un mayor porcentaje de pescadores (60%), la duración de la jornada de pesca es de cinco horas, y únicamente un pescador mencionó que su jornada es de 12 horas. De los pescadores, 96% captura mojarra negra y zacatera, tenguayaca, macabil y bagre; 84% tilapia y 68% mojarra blanca. En la *figura 3* se observa que la captura se realiza durante todo el año, pero hay variación en el número de pescadores que la realizan; así, se encontró que casi todos los pescadores (21 a 24) capturan mojarra negra, entre cinco y 19 pescadores la tilapia, 17 a 20 pescadores el macabil, entre seis y 18 pescadores la tenguayaca, 18 a 19 pescadores el bagre y ocho a 12 pescadores la mojarra blanca.

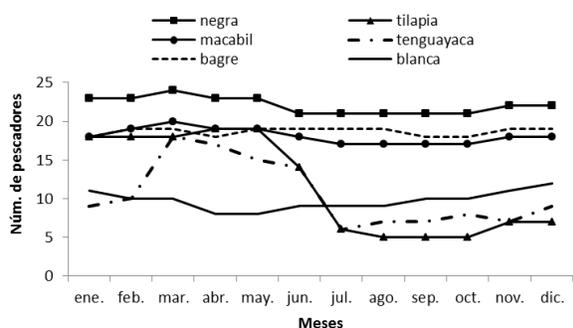


Fig. 3. Meses en los que se capturan las especies por los pescadores de la SC 2.

El ingreso promedio de un pescador de la SC 1 es de 921.75 (± 348) pesos diarios. Se observó variabilidad en el ingreso (Tabla 4), con registros de menos de 200 pesos hasta 2 700 pesos diarios; por lo que se refiere a los ingresos máximos, 65.22% recibe entre 1 000 y 2 000 pesos diarios; y en cuanto a los mínimos, 82.6% obtiene como producto de la pesca hasta 500 pesos.

Tabla 4
Ingreso diario registrado por los pescadores de la SC 1

Ingreso máximo		Ingreso mínimo		Ingreso promedio	
Categoría	%	Categoría	%	Categoría	%
(pesos)		(pesos)		(pesos)	
<1000	17.39	< 200	0	< 500	8.7
1000 a 2000	65.22	200 a 500	82.61	500 a 1000	52.17
> 2000	17.39	> 500	17.39	> 1000	39.13

Sólo 23 pescadores de los 25 encuestados de la SC 2 manifestaron sus ingresos por la actividad pesquera: 475 (± 297.54) pesos diarios en promedio. Se observó variabilidad en el ingreso (Tabla 5), con registros de menos de 150 pesos hasta 1 800 pesos diarios; en lo tocante a los ingresos máximos, 65.22% recibe entre 500 y 1 000 pesos diarios; y a los mínimos, 56.52% obtiene como producto de la pesca hasta 250 pesos diarios.

Tabla 5
Ingreso diario registrado por los pescadores de la SC 2

Ingreso máximo		Ingreso mínimo		Ingreso promedio	
Categoría	%	Categoría	%	Categoría	%
(pesos)		(pesos)		(pesos)	
<500	26.09	< 250	56.52	< 350	26.09
500 a 1000	65.22	250 a 500	34.78	350 a 750	65.22
> 1000	8.7	> 500	8.7	> 750	8.7

El gasto diario en el hogar del pescador se divide principalmente en alimentación y educación, pero tienen otros gastos mensuales, como servicios domésticos (agua, luz), renta y otros (televisión de paga, medicamentos, agua).

En el caso de la SC 1, todos los pescadores encuestados manifestaron gastar en alimentación diariamente entre 100 y 400 pesos –en promedio 193.43 (± 68.56)–, 36.4% eroga en este concepto 100 pesos por día, 33.3% gasta 200 pesos diariamente; en cuanto a educación (principalmente alimentos y pasajes), los pescadores destinan diariamente un promedio de 68.78 (± 44.05) pesos. En lo tocante a gastos en servicios domésticos (luz, agua), los pescadores indicaron que este rubro representa una erogación mensual promedio de 453 (± 395.40) pesos, gastan entre 70 y 1 600 pesos. Sólo dos pescadores señalaron que pagan renta, uno 100 pesos y el otro 600 pesos, así que 91.3% son propietarios de sus viviendas. Entre otros gastos, nueve pescadores reportan el pago de entre 120 y 660 pesos al mes por televisión por cable, compra de medicamentos y agua en garrafón.

Los pescadores de la SC 2 erogan en alimentación diariamente entre 30 y 300 pesos –en promedio 130.33 (± 68.58)– 73.3% eroga en este concepto menos de 100 pesos 20% gasta 100 pesos y 6.7% 210 pesos; por lo que se refiere a educación (sobre todo alimentos y pasajes), únicamente dieron información 15 pescadores, quienes gastan un promedio de 64.67 (± 51.20) pesos al día. Por lo que toca a gastos en servicios domésticos (luz, agua), los pescadores indicaron que este rubro representa una erogación mensual promedio de 116 (± 89.78) pesos –entre 30 y 300 pesos–. Entre otros gastos, cinco pescadores reportan el pago de televisión por cable, pasajes y compra de agua en garrafón, pagando por estos conceptos entre 30 y 300 pesos mensuales.

Los pescadores de la SC 1 indicaron que los precios a los que venden las especies que capturan (mojarra negra, tilapia, macabil, bagre, tenguayaca y mojarra zacatera) son variables, pues dependen de las especies y por lo general son similares, ya sea por venta directa, o en comercios y restaurantes locales, mercados, o entrega al intermediario (Tabla 6).

La venta de las diferentes especies se hace por kilogramo, así se tiene que los precios de las mojarra negra, zacatera y tenguayaca son similares

(50 a 65 pesos), para las tres especies el precio promedio al público es de 59.67 (± 2.37) pesos y para los comercios y restaurantes de la localidad es de 59.64 (± 2.47) pesos la negra y la zacatera y 60.12 (± 1.21) pesos la tenguayaca; la tilapia alcanza un precio promedio de 60.11 (± 1.16) pesos al público y de 60.12 (± 1.21) pesos a comercios y restaurantes de la localidad. Únicamente un pescador señaló que estas cuatro especies de mojarra las vende en el mercado a 60 pesos. El precio promedio de venta de macabil al público es 39.46 (± 5.11) pesos y 39.88 (± 5.15) pesos para los comercios y restaurantes de la localidad; sólo un pescador lo vende en el mercado a 50 pesos. El bagre tiene un precio promedio de 40.87 (± 4.08) pesos al público y 40.95 (± 4.26) pesos a comercios y restaurantes de la localidad; sólo un pescador vende el bagre en el mercado y al intermediario a 40 pesos.

Los pescadores de la SC 2 comercializan las mismas especies que la SC 1: bagre, macabil, mojarra negra, tenguayaca, mojarra zacatera y tilapia; y los precios por el producto son variables, pues dependen de las especies y son similares, ya sea por venta directa, por venta en comercios y restaurantes locales, a la cooperativa o por entrega al intermediario (Tabla 7).

En esta SC la venta también se realiza por kg. El precio promedio del macabil es el más bajo en comparación a las otras especies, en promedio, para el público es de 28.89 (± 5.41) pesos, para los comercios de la localidad es de 20 (± 5) pesos, en los restaurantes de la localidad 29.58 (± 5.94) pesos y en la cooperativa 16.40 (± 3.14) pesos; las mojarras negra y zacatera tienen precios similares, pero en promedio el de la mojarra negra es de 40.28 (± 7.35) pesos al público, para los comercios

de la localidad es de 25 pesos, en los restaurantes de la localidad se vende a 42.50 (± 6.92) pesos y en la cooperativa a 27.50 (± 5.59) pesos. La mojarra zacatera tiene un precio promedio para el público de 38.33 (± 7.99) pesos; para los comercios de la localidad, 25 pesos; en los restaurantes de la localidad, 41.25 (± 7.40) pesos; y en la cooperativa, 24.17 (± 6.07) pesos. La tilapia tiene un precio promedio al público de 43.61 (± 7.03) pesos, de 27.50 (± 2.50) pesos en la venta a comercios, en los restaurantes de la localidad es donde mejor precio alcanza, 45.42 (± 6.91) pesos, en la cooperativa el precio promedio es de 27.83 (± 5.18) pesos; el bagre tiene un precio promedio en venta directa al público de 34.71 (± 6.52) pesos, de 31.67 (± 3.24) pesos en la venta a comercios, en los restaurantes de 33.33 (± 7.17) pesos, en la cooperativa el precio promedio es 27.67 (± 3.73) pesos. La tenguayaca es la que mejor precio alcanza, al público de 48.33 (± 8.16) pesos, de 30 pesos en la venta a comercios locales, en los restaurantes de la localidad 50.83 (± 7.31) pesos, en la cooperativa el precio promedio es 33.33 (± 7.99) pesos.

Los pescadores de la SC 1 realizan, para la captura de mojarras (negra, zacatera, tilapia y tenguayaca), un promedio de 10.35 (± 3.21) viajes semanales; la mayoría (65.2%) hace entre 12 y 14 viajes por semana; el tiempo efectivo destinado a la captura de mojarras durante cada viaje de pesca es de 3.87 (± 0.54) horas en promedio; capturan 16.48 (± 9.12) kg de mojarras por viaje de pesca; 56.5% de los pescadores captura de cuatro a 16 kg de mojarras por viaje de pesca. Para la captura de macabil, los pescadores de la SC 2 realizan un promedio de 10.48 (± 3.20) viajes semanales, la mayoría (60.9%) hace entre 12 y 14 viajes por semana; el tiempo efectivo destinado a la captura de macabil

Tabla 6

Precios de venta por kilogramo de las especies capturadas por los pescadores de la SC 1

Especie (nombre común)	Tipo de venta			
	Directa al público	Comercios y restaurantes locales	Mercados	Comerciante de la localidad
Bagre	\$30.00 a \$50.00	\$30.00 a \$50.00	\$40.00	\$40.00
Macabil	\$35.00 a \$50.00	\$35.00 a \$50.00	\$50.00	
Mojarra negra	\$50.00 a \$65.00	\$50.00 a \$65.00	\$60.00	
Mojarra zacatera	\$50.00 a \$65.00	\$50.00 a \$65.00	\$60.00	
Tenguayaca	\$50.00 a \$65.00	\$50.00 a \$65.00	\$60.00	
Tilapia	\$57.50 a \$65.00	\$57.50 a \$65.00	\$60.00	

Tabla 7
Precios de venta por kilogramo de las especies capturadas por los pescadores de la SC 2

Especie (nombre común)	Tipo de venta			
	Directa al público	Comercios y restaurantes locales	Cooperativa	Comerciante de la localidad
Bagre	\$25.00 a \$45.00	\$25.00 a \$45.00	\$25.00 a \$35.00	\$25.00 a \$40.00
Macabil	\$15.00 a \$35.00	\$15.00 a \$35.00	\$12.00 a \$20.00	\$15.00 a \$35.00
Mojarra negra	\$25.00 a \$50.00	\$25.00 a \$50.00	\$20.00 a \$35.00	\$25.00
Mojarra zacatera	\$25.00 a \$50.00	\$25.00 a \$50.00	\$15.00 a \$35.00	\$25.00
Tenguayaca	\$30.00 a \$60.00	\$35.00 a \$60.00	\$25.00 a \$50.00	\$30.00
Tilapia	\$30.00 a \$50.00	\$30.00 a \$50.00	\$22.00 a \$35.00	\$25.00 a \$30.00

durante cada viaje de pesca es de 3.86 (± 0.56) horas en promedio; capturan 15.29 (± 15.95) kg de macabil por viaje de pesca; 90.5% de los pescadores captura de tres a 20 kg de macabil por viaje de pesca. Para la captura de bagre en promedio hacen 10.30 (± 3.18) viajes semanales, la mayoría (56.5%) realiza de 12 a 14 viajes por semana; el tiempo efectivo destinado a la captura de bagre es de 3.85 (± 0.57) horas en promedio; capturan 9.75 (± 12.30) kg de bagre por viaje de pesca; 95% de los pescadores captura de uno a 20 kg de bagre por viaje de pesca.

Los pescadores de la SC 2, para la captura de mojarra negra, realizan un promedio de 5.04 (± 2.24) viajes semanales, la mayoría (96.0%) hace entre uno y siete viajes por semana; el tiempo efectivo destinado a su captura durante cada viaje de pesca es de 4.24 (± 2.03) horas en promedio; capturan 14.04 (± 9.52) kg de mojarra por viaje de pesca; 84% de los pescadores captura de cuatro a 16 kg de mojarra negra por viaje de pesca. Para la captura de macabil realizan un promedio de 4.86 (± 2.27) viajes semanales, la mayoría (95.24%) hace entre uno y siete viajes por semana; el tiempo efectivo destinado a la captura de macabil durante cada viaje de pesca es de 4.58 (± 1.98) horas en promedio; capturan 8.10 (± 6.08) kg por viaje de pesca; 80.95% de los pescadores captura de dos a 12 kg de macabil por viaje de pesca. En el caso del bagre, los valores del número de viajes semanales y del tiempo efectivo destinado a su captura son semejantes a los del macabil, no así los de la captura promedio por viaje de pesca que es 11.0 (± 8.10) kg. De los pescadores, 90.5% captura entre dos y 20 kg de bagre por viaje de pesca.

En la SC 1, los ingresos más altos corresponden a los pescadores con mayor captura por viaje de pesca. Aquellos con ingresos menores a 1 000

pesos diarios registran una captura promedio de 21.5 (± 13.8) kg diarios, los pescadores con ingresos entre 1 000 y 2 000 pesos al día registran una captura promedio de 44 (± 32.3) kg y los que tienen ingresos mayores a 2 000 pesos registran una captura promedio de 37.25 (± 24) kg diarios.

En la SC 2, los ingresos más altos corresponden a los pescadores que obtienen mayor captura por viaje de pesca. Aquellos con ingresos menores a 500 pesos diarios registran una captura promedio de 20.3 (± 2.4) kg diarios, los pescadores con ingresos entre 500 y 1 000 pesos registran una captura promedio de 37.9 (± 8) kg y los que tienen ingresos mayores a 1 000 pesos registran una captura promedio de 11.5 (± 3.5) kg diarios.

Discusión

Aspectos sociodemográficos

Las características de la vivienda están directamente relacionadas con la calidad de vida de sus ocupantes. La definición del término vivienda ha sido ampliamente debatida tanto en los círculos académicos como entre los encargados de instrumentar las políticas públicas. Las ideas van desde los cuestionamientos a las implicaciones éticas y morales de lo que se debe considerar vivienda digna, hasta las de carácter operativo, que se refieren a cómo registrar el inmueble como vivienda. En esta gama de ideas hay diversos puntos intermedios relacionados con los aspectos funcionales que debe tener la casa-habitación. En el caso de los académicos, la discusión se torna más ética y se fundamenta en las funciones que debe cubrir una vivienda adecuada: protección, saneamiento, bienestar, independencia, posibilidad de

inserción social y territorial, pero principalmente en términos de seguridad patrimonial (Flores 2009).

El alto grado de marginación de las comunidades aledañas a la cuenca del río Grijalva sugiere la existencia de un alto arraigo a la localidad, los pobladores permanecen en estos lugares aun con los rezagos en materia de servicios públicos (salud, educación, vivienda) y el bajo nivel económico en la región. Es necesario que, en términos de política pesquera, se identifique la situación de los pobladores en la comunidad en la que habitan y la actividad que realizan, debido a la problemática social que implica el alto grado de marginación existente en las localidades dedicadas a la pesca, principalmente El Vergel y Tres Picos, donde habita la mayor parte de los pescadores de la SC 2.

Por otro lado, el comportamiento del crecimiento poblacional se puede relacionar con el número promedio de nacimientos, y el proceso migratorio a escalas estatal y municipal está clasificado como muy bajo por la CONAPO; la evolución de la tasa media anual de crecimiento poblacional podría estar influenciada por la reducción observada en el número de personas nacidas, que se refleja en un menor número en 2010 en comparación con lo registrado en el año 2005.

En materia de educación, la proporción de habitantes de seis a 11 años que no asisten a la escuela es muy baja, lo que indica que el mayor porcentaje de habitantes en este rubro está cursando algún nivel de educación primaria. Sin embargo, el bajo grado promedio de escolaridad muestra que la mayoría sólo concluye la primaria o alguno de los grados de este nivel educativo. Esta situación se refleja en la población en el rubro de edad de 15 años y más con educación básica incompleta; grupo de la población en el que se ubican las personas que concluyeron algún grado de primaria y uno o dos grados de secundaria con antecedente de primaria terminada. A pesar de que el dato puede resultar impreciso, se observa que una proporción alta de la población deja inconclusos los estudios de primaria o secundaria.

Los datos muestran que en la mayoría de las localidades analizadas existe rezago educativo, lo que pudiera ser un factor limitante para mejorar las condiciones de vida de la población en esas comunidades, ya que la educación es un instrumento que incide en el incremento de la capacidad

productiva de las personas y, por ende, en el aumento de sus ingresos y de bienestar, dado que esto se relaciona estrechamente con la satisfacción en dominios de vida como el familiar, el personal y el laboral (Rojas 2010). Los datos sugieren que las políticas públicas en materia educativa han sido insuficientes para ampliar la cobertura de los servicios educativos para que la población pueda tener acceso a éstos.

Aspectos socioeconómicos

En las comunidades del río Grijalva, la pesca es la principal actividad de donde los pescadores obtienen sus ingresos, por lo que puede considerarse una actividad productiva además de tener una tradición de más de diez años.

De acuerdo con Scudder y Conelly (1986), debido a que las pesquerías fluviales sólo abastecen a los mercados locales, los gobiernos les dan poca importancia; sin embargo, a partir de las charlas con los pescadores, se detectó que la pesca se realiza todo el año, las especies capturadas son nativas, excepto la tilapia y la mojarra tigre (*Parachromis managuensis*) que se capturan en mínima proporción y no tienen importancia comercial. Las mojarras nativas y la tilapia tienen gran aceptación en la comunidad, ya que las comercializan directamente con el consumidor o en los restaurantes y mercados, lo que les deja buenas ganancias. Todos los pescadores cuentan con embarcaciones y artes de pesca.

Al comparar los resultados entre ambas cooperativas se observa que los pescadores de la SC 1 obtienen mayores ingresos derivados de la pesca, ya que comercializan sus productos a mejores precios; además, cuatro de los pescadores entrevistados cuentan con un restaurante donde comercializan los productos de la pesca. También se observó que algunos pescadores cuentan con vehículo, lo que les permite trasladarse a otras localidades a vender el producto. Los pescadores de la SC 2 tienen mayores dificultades para realizar la actividad, desde la transportación para llegar a la zona donde les corresponde pescar, así como para la comercialización de los productos; debido a que no cuentan con vehículos, su producto lo transportan a pie y en cubetas de plástico desde el punto donde realizan la pesca hasta la carretera donde abordan el transporte público, ya sea hacia

Copainalá o Chicoasén, lugares donde comercializan su producto.

Por lo que se refiere a la contribución de las mujeres a la economía pesquera, se observa que en esta región del estado, desempeñan un papel fundamental en la pesca artesanal, pues sus actividades no se limitan únicamente a la transformación y la comercialización del producto, sino que también participan en la pesca, ya sea por razones comerciales o de subsistencia, principalmente en canoas a remo y en zonas próximas a los lugares donde viven, lo que les ha permitido contar con un amplio conocimiento de los artes de pesca y del recurso mismo. Por lo anterior, representan el eslabón más fuerte del núcleo familiar, pues son responsables de la educación de los hijos, de las actividades domésticas, la comercialización del producto y el desarrollo empresarial al frente de pequeños restaurantes. Así, pues, se considera que la contribución de hombres y mujeres deben reconocerse por igual, y no excluirlas de los procesos de la toma de decisiones en materia pesquera (Harper *et al.* 2017).

Conclusiones

El grado de marginación de las comunidades pesqueras aledañas a la cuenca del río Grijalva es alto, lo que sugiere su gran arraigo a la localidad, aun con los rezagos en materia de servicios públicos y el bajo nivel económico en la región. Existe rezago educativo y se observó que una proporción alta de la población tiene estudios de primaria o secundaria trunca

La pesca es la principal actividad productiva en la cuenca media del río Grijalva. Los pescadores de la SC 1 obtienen mayores ingresos derivados de la pesca, ya que los comercializan a mejores precios que los de la SC 2 que tienen mayores dificultades para realizar la actividad, desde la transportación para llegar a la zona que les corresponde pescar, así como para la comercialización de los productos. Las mujeres desempeñan un papel fundamental en la pesca artesanal que se realiza en esta región, ya que participan en toda la actividad.

Literatura citada

- Chatterjee S, AS Hadi. 2006. *Regression Analysis by Example*. Wiley-Interscience. EEUU. 375p.
- Cinner JE, RB Pollnac. 2004. Poverty, perceptions and planning: why socioeconomic matter in the management of Mexican reefs. *Ocean & Coastal Management* 47(9): 479-493. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2004.09.002
- Cinner JE, T Daw, TR McClanahan. 2009. Socioeconomic factors that affect artisanal fishers' readiness to exit a declining fishery. *Conservation Biology* 23(1):124-130. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2008.01041.x
- CONAPO. 2005. Principales indicadores de marginación y desarrollo humano. <http://www.conapo.gob.mx>
- FAO. 1999. La ordenación pesquera. *FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable* 4: 81p.
- Flores Rodríguez L. 2009. La vivienda en México y la población en condiciones de pobreza. Cámara de Diputados, Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. México. Documento de trabajo núm. 63, 72p.
- Gaspar-Dillanes MT. 1996. Aportación al conocimiento de la ictiofauna de la Selva Lacandona, Chiapas. *Revista Zoología Informa* 33: 41-50.
- Harper S, C Grubb, M Stiles, UR Sumaila. 2017. Contributions by Women to Fisheries Economies: Insights from Five Maritime Countries. *Coastal management* 45(2): 91-106. DOI: 10.1080/08920753.2017.1278143
- HLPE. 2015. *Contribución del agua a la seguridad alimentaria y la nutrición. Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición*. FAO. Roma, Italia. 155p.
- Marín Guardado G. 2007. Pesca artesanal, comunidad y administración de recursos pesqueros. Experiencias en la costa de Michoacán, México. *Gazeta de Antropología* 23(20): 1-16.
- Miller RR. 1966. Geographical distribution of Central American freshwater fishes. *Copeia* 1966(4): 773-802.
- Pérez-Castañeda JW, Rivera Velázquez G, FE Penagos García. 2013. Composición de peces en la pesquería de la presa Hidroeléctrica Nezahualcóyotl, Chiapas, México. *Lacandonia* 7(1): 81-90.
- Pérez-Velázquez PA, E Cabrera Mancilla, EA Bermúdez Rodríguez, RM Gutiérrez Zavala. 2002. Presa Dr. Belisario Domínguez (La Angostura), Chiapas. En: PA Pérez Velázquez, LE Cruz Suarez, EA Bermúdez Rodríguez, E Cabrera Mancilla, RM Gutiérrez Zavala

- (coords.). *Pesquería en tres cuerpos de Aguas Continentales de México*. Instituto Nacional de la Pesca. México. pp: 130–160.
- Rodiles-Hernández R, AA González-Díaz, C Chan-Sela. 2005. Lista de peces continentales de Chiapas, México. *Hidrobiológica* 15(2 Especial): 245-253.
- Rojas M. 2010. Mejorando los programas de combate a la pobreza en México: del ingreso al bienestar. *Perfiles latinoamericanos* 18(35): 35-59.
- Salas S, G Mexicano-Cíntora, MÁ Cabrera. 2006. *¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán? Tendencias, Retos y Perspectivas*. Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Mérida. Yucatán, México. 97p.
- Scudder T, T Conelly. 1986. Sistemas de ordenación de las pesquerías fluviales. *FAO Documento Técnico de Pesca* 263: 50p.
- Vázquez-León CI. 2006. Desarrollo, sustentabilidad y pobreza. Perspectivas de índole socioeconómica en comunidades dedicadas a la pesca ribereña. *En: Guzmán Amaya P, DF Fuentes Castellanos (coords.). Pesca, Acuicultura e investigación en México*. Comisión de Pesca/Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados. México. pp: 171-189.
- Recibido:* 20 de octubre de 2021.
Aceptado: 6 de agosto de 2022.

Estudio socioeconómico

Diagnóstico socioeconómico de las comunidades hondureñas que tradicionalmente faenan en el arrecife Corona Caimán

Socioeconomic assessment of the Honduran communities that traditionally fish in the Cayman Crown reef

Antonella Rivera*✉, Mayra Núñez-Vallecillo***, Julio San Martín* y Paolo Guardiola*

Resumen

El arrecife de Corona Caimán destaca por ser un sistema único en el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) debido a su alta cobertura de coral y por ser un importante recurso tanto para las poblaciones marinas como humanas que de él dependen. Con el objetivo de comprender la dependencia de los pescadores hondureños de Corona Caimán, se realizó un estudio para obtener mayores conocimientos acerca del contexto socioeconómico de los pescadores en las comunidades hondureñas vinculadas a este arrecife. Las comunidades y los sitios encuestados (cuatro zonas, 13 comunidades, 117 encuestas) se definieron tomando en cuenta la presencia de grupos de pescadores y sus áreas de influencia. La encuesta empleada se basa en la metodología de diagnósticos socioeconómicos utilizada por The Coral Reef Alliance (CORAL) en el Caribe hondureño. Nuestros resultados muestran que los pescadores han percibido una reducción de 70% en sus capturas, tanto así que apenas 22% de los pescadores siempre obtiene ganancias en sus faenas de pesca. Lo anterior indica un alto grado de sobreexplotación en los recursos locales, lo que promueve la pesca en zonas cada vez más lejanas, como Corona Caimán. Sin embargo, actualmente sólo 34% de los hogares pesqueros faena en Corona Caimán, por lo general de forma esporádica. No obstante, existe un pequeño grupo de pescadores (1.5%), principalmente en la zona de Omoa, que depende de Corona Caimán para obtener ingresos y seguridad alimentaria. Para evitar el impacto del cierre de Corona Caimán en los medios de vida (ingresos) de los pescadores hondureños se sugiere: 1) Generar acuerdos bilaterales entre los gobiernos de Guatemala y Belice con Honduras, para promover la protección del arrecife Corona Caimán; 2) Establecer proyectos de diversificación de ingresos para compensar las pérdidas financieras de los pescadores hondureños; y 3) Establecer en Honduras herramientas de manejo participativas, como el co-manejo, para promover la recuperación de los recursos pesqueros.

Palabras clave: Diagnóstico socioeconómico, Sistema Arrecifal Mesoamericano, pesca artesanal, diversificación de ingreso

Abstract

The Cayman Crown reef in the Mesoamerican Reef System (MAR) stands out due to its high coral cover and its importance for marine and human populations in the region. We assessed the dependency of Honduran fishers on Cayman Crown, which allowed us to gain further insights into the socioeconomic context of fishers in Honduran communities linked to Cayman Crown. The communities and sites surveyed (four zones, 13 communities, 117 surveys) were defined considering the presence of fishers' associations and their areas of influence. The survey used is based on the socioeconomic assessment methodology used by The Coral Reef Alliance (CORAL) in the Honduran Caribbean. Our results show that the fishers perceived a 70% reduction in their catches, in fact only 22% of fishers always make a profit on their fishing activities.

* The Coral Reef Alliance, Mesoamerican Region, 1330 Broadway, Suite 600, 94612 Oakland, CA, EEUU. ✉Autor de correspondencia: arivera@coral.org.

** Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas y Programa de Doctorado en Biología Marina. Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile.

This indicates a high degree of overexploitation of local resources, which promotes fishing in more distant areas, such as Cayman Crown. However, currently only 34% of fishing households fish in Cayman Crown, usually in a sporadic manner. However, there is a small group of fishers (1.5%), mainly in the Omoa zone, who depend on Cayman Crown for their livelihoods and food security. To avoid the impact of the closure of Cayman Crown on the livelihoods of Honduran fishers we suggest: 1) The establishment of bilateral agreements between the governments of Guatemala and Belize with Honduras, to promote the protection of the Cayman Crown reef; 2) The creation of income diversification projects to compensate for the financial losses of Honduran fishers; and, 3) The development participatory management tools, such as co-management, in Honduras to promote the recovery of fishery resources.

Keywords: Socioeconomic Assessment, Mesoamerican Reef System, Artisanal Fishery, Income Diversification

Introducción

El arrecife de Corona Caimán está localizado en el Golfo de Honduras, entre Guatemala y Belice. Este banco se destaca por ser un sistema único en el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), siendo uno de los arrecifes con más cobertura de coral del SAM (Giró 2019).¹ Si se considera que los arrecifes son de vital importancia debido a su conectividad, su resiliencia y su biodiversidad marina, Corona Caimán es un recurso fundamental tanto para las poblaciones marinas como para las comunidades que dependen de este recurso (Heyman y Granados-Dieseldorff 2012). El arrecife de Corona Caimán se declaró nuevo para la ciencia a partir de 2013; luego, fue protegido en 2022 por Guatemala y Belice. En Guatemala, el Ministerio de Agricultura estableció una veda de pesca de todas las especies por diez años (Acuerdo Ministerial 85-2020).² En el caso de Belice, se realizó una expansión de la Reserva Marina de los Cayos Sapodilla para incluir el arrecife de Corona Caimán para su protección como área marina protegida.³ Este banco arrecifal tiene un papel ecológico y económico trascendental en el SAM. Dado que tiene hasta 60% de cobertura de coral vivo, además de por su batimetría, se considera que este sitio puede ser un área esencial para las agregaciones de desove de peces, en especial para pargos y meros en el Golfo de Honduras (Giró 2019,¹ Pérez Murcia 2020). Adicionalmente, debido a su ubicación en el centro del Golfo de Honduras, es un sitio de importancia para la

reproducción de especies por dispersión larval (Green *et al.* 2015) y para mantener la conectividad de ecosistemas. Debido a esto, Corona Caimán permite mantener una alta biomasa de las poblaciones de peces y otros organismos de importancia comercial (Giró 2019).¹

El arrecife de Corona Caimán es un área altamente productiva para la pesca, por lo que es un recurso importante para la economía de la región. Un estudio financiado por la Fundación MARISLA identificó que existe una actividad pesquera prácticamente diaria con pescadores provenientes de los tres países (Guatemala, Belice y Honduras). Según Pérez Murcia (2020), los pescadores que más utilizan el banco de Corona Caimán provienen de Honduras. Cabe destacar que los pescadores hondureños están limitados política, económica y geográficamente para acceder a Corona Caimán. Debido a esto, son pocas las comunidades que pueden hacer uso del recurso; por su cercanía, se pueden incluir El Paraíso, Omoa y Puerto Cortés. Además, se tiene registro, aunque poco frecuente, de pescadores de las comunidades de Tornabé y Triunfo de la Cruz en Tela que históricamente han hecho uso del arrecife Corona Caimán.

La presión pesquera de los tres países sobre el Golfo de Honduras, las políticas pesqueras no unificadas y el alarmante desequilibrio ambiental son enormes desafíos para la protección y el manejo del arrecife (Pérez Murcia 2020). Debido a esto se identificó la necesidad de generar mayores conocimientos acerca de la situación actual de los pescadores en las comunidades hondureñas vinculadas a Corona Caimán. Al analizar las pesquerías de pequeña escala es deseable considerar que se trata de un sistema socioecológico complejo (Ommer *et al.* 2011) y que su sostenibilidad se puede ver afectada por factores sociales, económicos

1. Giró A. 2019. Información biológica, económica, social y justificación técnica para la protección del Arrecife Corona Caimán. Iniciativa Arrecifes Saludables. Guatemala. 13p.
2. https://leyes.infile.com/index.php?id=182&id_publicacion=81209
3. belize.gov.bz

y culturales (Cinner y McClanahan 2006). El presente estudio evaluará el estado socioeconómico de la pesca artesanal hondureña en el arrecife Corona Caimán, para comprender el sistema de gobernanza actual y poder tomar decisiones informadas sobre la aplicabilidad de las herramientas de manejo pesquero.

Materiales y métodos

Para este estudio se utilizó la metodología de la organización CORAL, que ha sido aplicada en el resto de la costa norte de Honduras (Rivera y San Martín 2019). Se incluyeron preguntas específicas acerca de la pesca en Corona Caimán relacionadas con: 1) Dependencia e ingresos percibidos de Corona Caimán, 2) Artes de pesca, embarcaciones y esfuerzo pesquero empleado en Corona Caimán, y 3) Actitudes de los pescadores con respecto a un cierre en Corona Caimán.

Para definir las comunidades y sitios para realizar la encuesta se tomó en cuenta la presencia de grupos de pescadores y sus áreas de influencia o de trabajo. En este estudio se consideraron comunidades, barrios y colonias, pero por cuestiones prácticas, de aquí en adelante se les denominará comunidades. Estas comunidades pertenecen a los municipios El Paraíso, Omoa, Puerto Cortés y Tela (Fig. 1). Se realizaron reuniones con actores

locales, en particular con la organización no gubernamental Cuerpos de Conservación de Omoa (CCO), Fundación para la Protección de Lancetilla, Punta Sal y Texiguat (PROLANSATE) y con la Unidad Municipal Ambiental de Tela (UMA) para definir las principales comunidades y obtener así el número de hogares por comunidad, para luego establecer el tamaño muestral (Tabla 1).

Tabla 1
Comunidades hondureñas que hacen uso del arrecife Corona Caimán

Zona	Comunidad	Núm. de encuestados
Omoa	Barrío La Loma	1
	Barrío La Playa Omoa	5
	Barrío Las Salinas Omoa	4
	Colonia Suarez	1
El Paraíso	Barrío El Mochito	5
	Paraíso Centro	4
	Paraíso Playa	4
Puerto Cortés	Barrío La Laguna	19
	El Faro	17
	El Porvenir Mercado	9
Tela	Travesía	1
	Tornabé	20
	Triunfo de la Cruz	27

La encuesta se realizó usando un diseño aleatorio sin reemplazo, estratificado por comunidad.

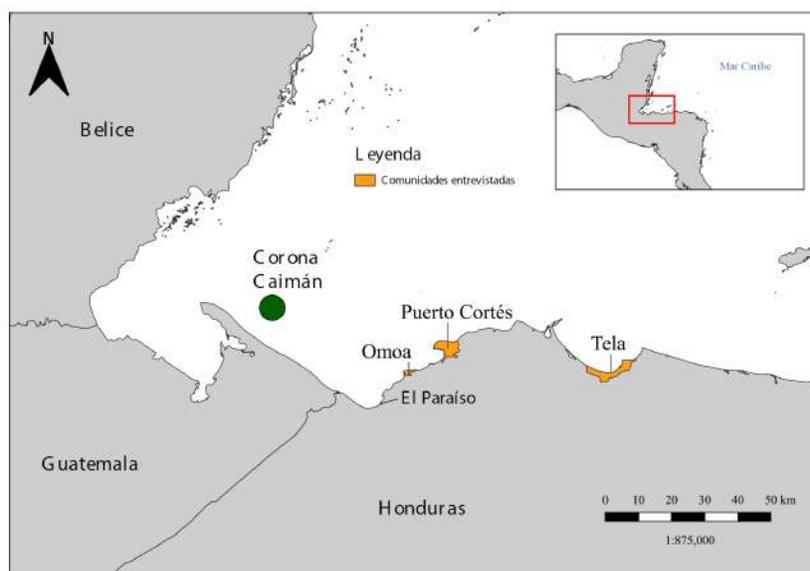


Fig. 1. Comunidades entrevistadas en el estudio. El Paraíso: La Playa, El Mochito y el Centro; Omoa: La Loma, La Playa, Las Salinas y Colonia Suárez; Puerto Cortés: El Faro, La Laguna y Mercado El Porvenir y Travesía; Tela: Tornabé y Triunfo de la Cruz.

El tamaño de muestra se estimó empleando la fórmula de Cochran actualizada para tamaños de muestra pequeños, con un intervalo de confianza de 90%. Para evitar sesgos, todas las encuestas se realizaron por grupo por encuestadores que fueron previamente entrenados vía talleres por la plataforma digital Zoom. Además, los encuestadores se aseguraron de encuestar pescadores de tres asociaciones pesqueras ubicadas en Tela, Omoa y Puerto Cortés, que se sabe que han faenado en Corona Caimán. Se recolectaron datos en cuatro zonas de Honduras que pescan en Corona Caimán: Puerto Cortés, Omoa, Paraíso y Tela. Ahí se muestreó a 13 comunidades aplicando 117 entrevistas, realizadas entre el 16 de noviembre y el 21 de diciembre de 2021.

Resultados

Frecuencia de faena de pescadores hondureños en Corona Caimán

De los 117 hogares encuestados, en 64 había alguna con relación con la pesca, es decir pescadores, comercializadores, mujeres que apoyan a la pesca con trabajo no remunerado, entre otros. De esos 64 hogares pesqueros encuestados 22 faenan en Corona Caimán (lo que equivale a 34% de los hogares pesqueros). De éstos, diez son de Puerto Cortés, siete de Omoa, cinco de Paraíso y ninguno de la zona de Tela. La faena en Corona Caimán de los pescadores de Puerto Cortés, Omoa y Paraíso tiende a ser muy diversa, esta puede ir desde una hasta 250 visitas al año, con un promedio de 32 al año y una mediana de dos al año. Además, 64% de los pescadores que faenan en Corona Caimán van menos de 15 días al año, 16% entre 15 días y dos meses, 16% de dos a seis meses y sólo 4% va más de seis meses al año (lo que representa 1.5% del total de hogares pesqueros). El tiempo efectivo de pesca en Corona Caimán varía entre un mínimo de 1:30 horas y un máximo de 72 horas. Sin embargo, tanto el promedio como la mediana son de 24 horas. De los pescadores que faenan en Corona Caimán, 41% indicó que todo el año va debido a que no tiene una temporada específica. Asumiendo que hay una temporada seca de

noviembre a abril y una lluviosa de mayo a octubre, el resto de los pescadores indicó que faena en la temporada lluviosa (23%), en la seca (18%) o en una combinación de ambas (18%).

Artes de pesca empleados en Corona Caimán

Los pescadores que faenan en Corona Caimán emplean cuatro tipos de artes de pesca: cuerda y anzuelo, redes y nasas, siendo las nasas un arte secundario. Cabe destacar que 95% utiliza principalmente cuerda y anzuelo por ser un arte más selectivo en el que se pueden emplear anzuelos de mayor tamaño y de formas que promuevan la sustentabilidad de las capturas (Fig. 2).

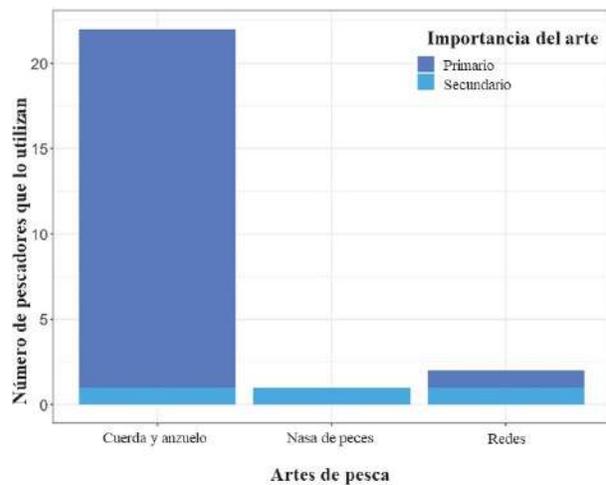


Fig. 2. Artes de pesca empleados en Corona Caimán por pescadores hondureños según su importancia.

Especies capturadas en Corona Caimán

En total, los pescadores encuestados mencionaron 11 especies de peces que capturan en Corona Caimán, de las cuales el pargo (*Lutjanus analis* Cuvier 1828) y el yalatel (*Ocyurus chrysurus* Bloch 1791) son las más capturadas, mencionadas por 27% y 24% de los encuestados, respectivamente, seguidas por la cubera (*Lutjanus griseus* Linnaeus 1758, 16%) y por varias especies de mero (10%) (Fig. 3). Asimismo, se les consultó a los pescadores acerca de cuál es su especie objetivo cuando van a faenar a Corona Caimán; 55% mencionó el yalatel y 35% los pargos, especies que se reproducen por agregaciones de desove.

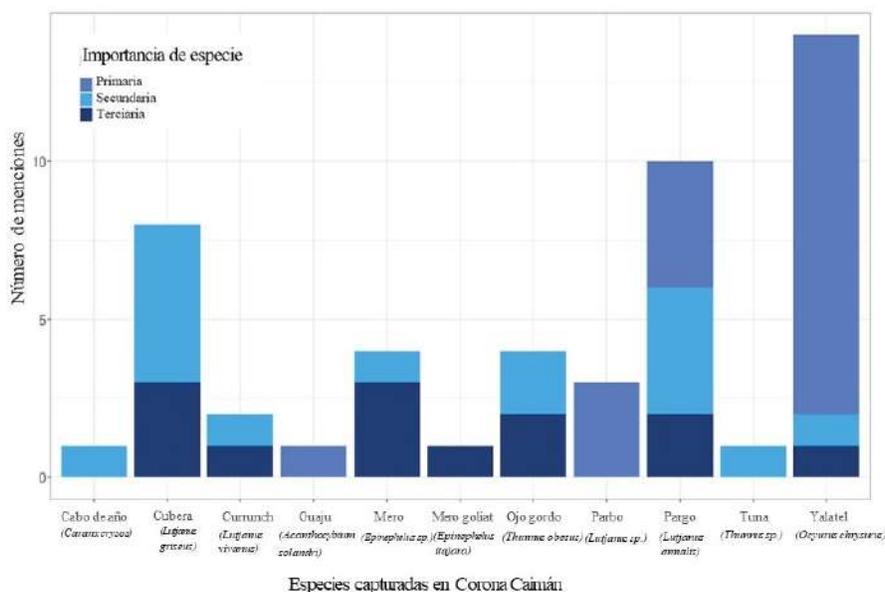


Fig. 3. Principales especies capturadas en Corona Caimán por pescadores hondureños según su grado de importancia.

Dependencia de la pesca de Corona Caimán

Los hogares que faenan en Corona Caimán tienden a ser de 4.4 personas y en promedio cada hogar cuenta 4.2 personas que dependen exclusivamente de la pesca. No obstante, estos hogares no faenan sólo en Corona Caimán, sino que también capturan en otras áreas de pesca. Al preguntar a 34% de pescadores que faenan en Corona Caimán: “¿Exclusivamente qué porcentaje de sus capturas mensuales proviene de Corona Caimán?”, la respuesta fue muy variable. Según los resultados 48% (16% del total de hogares pesqueros), indicó que es 50% o más. Esto indica que hay un grupo pequeño con una elevada dependencia en Corona Caimán, usualmente de la zona de Omoa (75% de los pescadores de Omoa, 40% de Paraíso y 33% de Puerto Cortés). Éstos están sobre todo en barrio La Playa y barrio La Loma, pero también hay algunos en El Porvenir Mercado, barrio Las Salinas, barrio La Laguna y barrio El Mochito.

Al consultar a los pescadores que faenan en Corona Caimán acerca de la trascendencia del cierre de la pesca en este banco para sus medios de vida, 40% indicó que no lo tendría, mientras que 60% dijo que sí. Entre quienes mencionan que sí les afectará, 80% son aquellos para los que 50% de sus capturas mensuales proviene de Corona Caimán y pertenecen en su mayoría a las

comunidades de barrio La Loma, barrio La Playa, barrio Las Salinas y El Mochito en Omoa y El Porvenir Mercado en Puerto Cortés.

Estado de las capturas

Se evaluaron las capturas de los pescadores en la actualidad y diez años atrás –tanto la información actual como la de hace diez años se basó en percepciones de los pescadores recopiladas por medio de las encuestas–. Los datos se reportan en las unidades utilizadas por los pescadores (libras). En promedio, las capturas actuales son 63% menores que las de hace diez años (promedio actual = 121 libras/55.18 kg, promedio histórico = 331.3 lb/150.6 kg). De igual manera, se observa un cambio importante en los máximos. Históricamente se capturaba un máximo de 2 000 libras (900 kg) y, en la actualidad, el máximo es de 600 lb (272 kg), 70% menos. Hoy día es muy poco común capturar más de 500 lb (227 kg) en una sola faena (Fig. 4).

Percepciones

Al consultar a las comunidades pesqueras de Honduras que faenan en Corona Caimán acerca de sus percepciones en cuanto al estado y la gobernanza del recurso pesquero, se observa que valoran mucho los recursos naturales, pero que

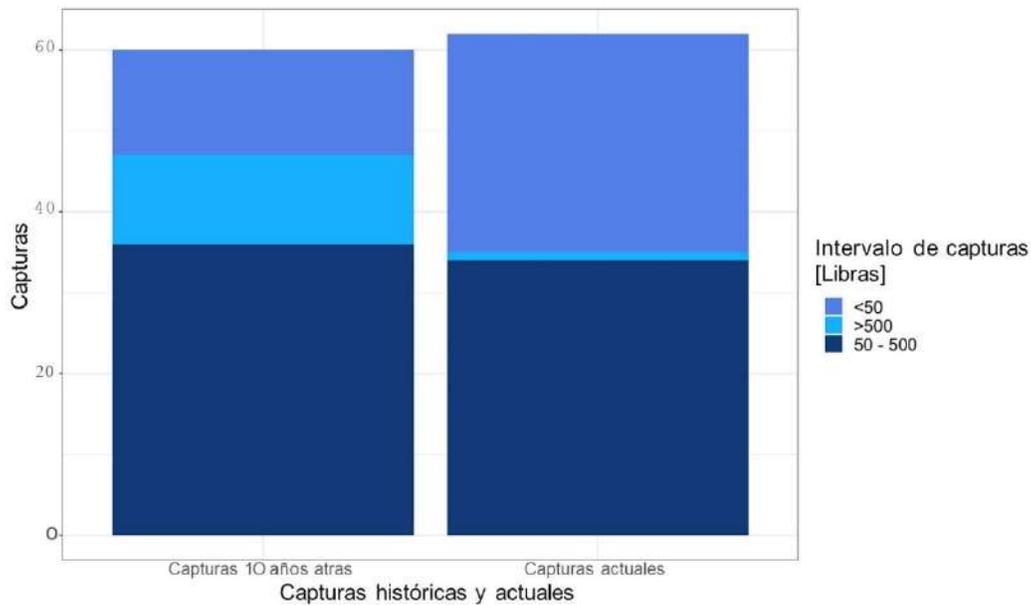


Fig. 4. Comparación entre las capturas actuales y las históricas en libras según lo reportado por pescadores de las comunidades pesqueras hondureñas que faenan en Corona Caimán.

cada vez los ven más amenazados. De los hogares pesqueros, 70% ha percibido una reducción en los recursos pesqueros y sólo 22% siempre obtiene ganancias en sus faenas. De los encuestados, 79% está de acuerdo con que la economía de la zona depende de los recursos naturales. Además, 62% indicó que la pesca es una parte muy importante de su identidad. Vale la pena tomar en cuenta esto al promocionar proyectos de diversificación de ingreso y manejo de los recursos naturales, ya que, a pesar de estar altamente amenazados, las personas no detendrán su explotación ya que forma parte de su identidad (Fig. 5).

Al analizar las percepciones acerca de la gobernanza de los recursos naturales en el arrecife Corona Caimán, se observa que en general son muy bajas. En la zona, 80% mencionó tener conocimientos de las reglas relacionadas con los recursos naturales, en especial la pesca. Sin embargo, sólo 49% piensa que las reglas actuales fomentan la sostenibilidad del recurso, 26% que las instituciones que trabajan con los recursos naturales hacen un buen trabajo y 39% que las otras personas de la comunidad cumplen con las reglas. Esto se puede deber a que 37% piensa que las reglas no son justas o que no se aplican a todos por igual.

En cuanto a las relaciones interpersonales, los encuestados mencionan que las interacciones entre los grupos interesados en los recursos

naturales (ejemplos: gobierno, comunidades, OSC, entre otros) no son óptimas, sólo 29% está conforme con estas relaciones. De igual manera, 39% indica que ellos personalmente forman parte de la toma de decisiones relacionadas con los recursos naturales y sólo 38% percibe que siempre se le informa a la comunidad sobre la toma de decisiones. Además, si surge un conflicto, únicamente 37% sabe cómo proceder para intentar solucionarlo (Fig. 6).

Diversificación de ingresos

A pesar de que 62% de los pescadores mencionó que la pesca es una parte clave de su identidad, 85% está dispuesto a dedicarse a otros trabajos complementarios a la pesca. Mencionaron 24 diferentes trabajos con los que pueden diversificar su medio de vida: los principales fueron turismo (20.8%), compra y venta de pescado (11.3%) y albañilería (11.3%) (Fig. 7). También se hizo mención de artesanías, carpintería, investigación, producción de alimentos y soldadura. La gran mayoría son trabajos manuales o artesanales que se relacionan con estar al aire libre (Tabla 2). Cabe destacar que varios mencionaron la posibilidad de participar en trabajos de investigación como buzos monitores o científicos comunitarios, trabajos que apoyan la sostenibilidad de los recursos naturales.

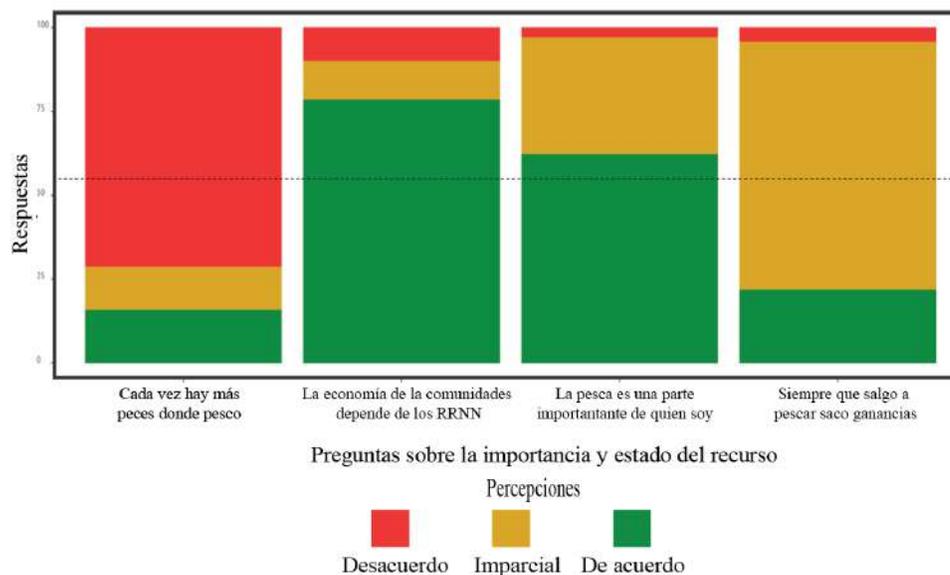
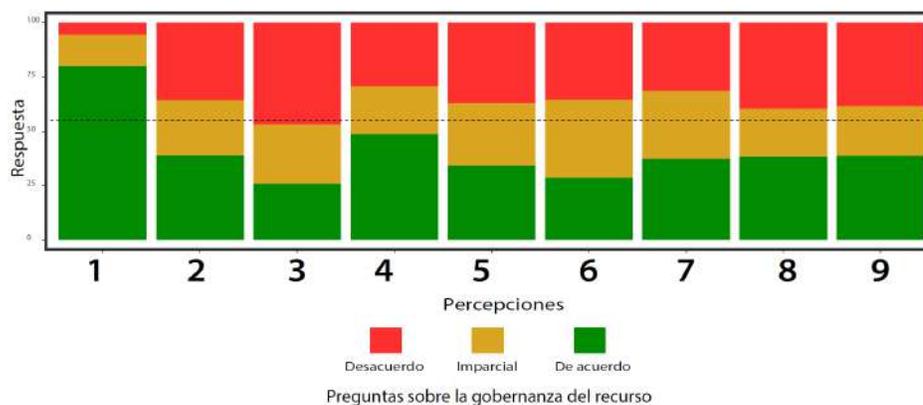


Fig. 5. Percepción sobre la dependencia y el estado de los recursos naturales en las zonas de Honduras que faenan en Corona Caimán.



1	Conozco las reglas relacionadas a los recursos naturales, especialmente la pesca	6	Los distintos grupos interseptados en los RRNN trabajan bien juntos.
2	Las personas de mi comunidad respetan las reglas de los recursos naturales (RRNN)	7	Si tengo un problema con el manejo de los RRNN sé como solicitarlo
3	Las instituciones que cuidan los RRNN hacen un buen trabajo	8	Siempre se informa a la comunidad cuando se toman decisiones
4	Las reglas aseguran que haya pescado para el futuro	9	Tengo la oportunidad de participar en las decisiones del manejo de los RRNN
5	Las reglas se aplican de manera justa		

Fig. 6. Percepción sobre la gobernanza de los recursos naturales de las comunidades de Honduras que faenan en Corona Caimán.

Discusión

El arrecife Corona Caimán representa una importante fuente de ingresos para las comunidades pesqueras de Belice, Guatemala y Honduras (Pérez Murcia 2020). Los resultados de este estudio demuestran que apenas 34% de los hogares de las comunidades de Honduras (zonas de Puerto Cortés, Omoa, Paraíso y Tela) faena los arrecifes

de Corona Caimán. Las visitas a Corona Caimán de estos hogares tienden a ser esporádicas (un promedio de 32 al año y una mediana de dos en el mismo periodo). No obstante, 71% de todos los hogares pesqueros entrevistados ha percibido una disminución en los recursos pesqueros. Es probable que esta disminución sea lo que fomenta que los pescadores faenen en zonas cada vez más lejanas, incluida Corona Caimán, a pesar de que ello

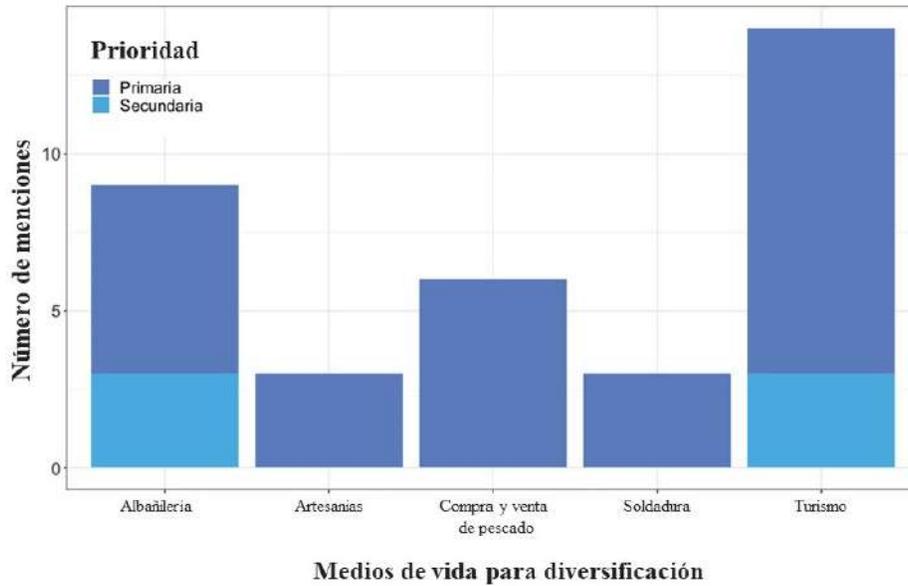


Fig. 7. Principales medios de vida sugeridos por los pescadores para diversificar sus ingresos. El color indica si es una primera o una segunda opción.

Tabla 2
Opciones de diversificación de ingresos
de los pescadores que faenan en Corona Caimán

Medios de vida	Porcentaje que lo mencionan
Turismo	22.58
Albañilería	14.52
Compra y venta de pescado	9.68
Artesanías	4.84
Carpintería	4.84
Investigación - buzo monitor, científico comunitario	4.84
Producción de alimentos	4.84
Soldadura	4.84
Electricidad	3.23
Mecánica	3.23

implique altos costes de movilización. Es importante formular medidas participativas para un manejo sostenible de los recursos, como los proyectos de diversificación de ingresos, para evitar la continua sobreexplotación de los recursos pesqueros.

Las especies capturadas en Corona Caimán por pescadores hondureños son usualmente meros, especies pelágicas, langosta y caracol, siendo éstas diferentes a las que más capturan pescadores de Belice y Guatemala (Giró 2019).¹ Tradicionalmente, el yalatel se capturaba mucho en la costa norte de Honduras, pero en años recientes los pescadores han notado una disminución en el

recurso (San Martín *et al.* 2021).⁴ Según, los pescadores encuestados, sus capturas han sufrido una notoria reducción de aproximadamente 70%. Se atribuye parte de esta reducción al efecto de las tormentas tropicales *Eta* e *Iota* que impactaron la costa norte de Honduras en noviembre de 2020 (San Martín *et al.* 2021).⁴ El vacío en el mercado que deja la sobre-explotación del recurso pesquero fomenta que la pesca se dirija cada vez a zonas más lejanas, como Corona Caimán. Se sugiere que se realicen monitoreos para corroborar esta situación. Asimismo, es de gran importancia empezar a trabajar en la gobernanza pesquera de la zona para generar herramientas de manejo pesquero basadas en datos, que son clave para la sostenibilidad de pesquerías artesanales (Lorenzen *et al.* 2016).

La faena de pescadores hondureños en Corona Caimán implica un elevado costo económico y un riesgo legal, ya que es una zona protegida⁵ que no pertenece a aguas hondureñas. Sin embargo, un bajo porcentaje de pescadores (34%) aún sigue faenando en Corona Caimán. Los pescadores que más frecuentan esta zona son los que están

4. San Martín J, A Rivera, M Núñez-Vallecillo, J Myton. 2021. Participación de pescadores en la conservación regional del arrecife Corona Caimán. Tela, Honduras. 26p.
5. <https://www.pressoffice.gov.bz/expansion-of-the-sapodilla-cayes-marine-reserve-to-protect-important-reef-ecosystem/>

ubicados en la frontera, debido a que precisan hacer menos gasto para llegar y, además, prefieren pescar por largos periodos con el objetivo de reducir aún más los costos. Existe un grupo de pescadores que dependen de esta zona para granjearse sus medios de vida y su seguridad alimentaria, en particular de la zona de Omoa, y se ubican en seis comunidades pesqueras: barrios La Playa, La Loma, El Mochito, Las Salinas, La Laguna y El Porvenir Mercado. Además, algunos de los entrevistados indicaron que cuando viajan a esta zona lo hacen por contratación, no por iniciativa propia, es decir, algún acopiador o intermediario de producto marinos (usualmente de Guatemala o Belice) hace la contratación directa de los pescadores para obtener productos de Corona Caimán (*com. pers.*).⁶ Al consultar a los pescadores acerca de por qué les afectaría el cierre, comentaron que Corona Caimán es una de sus principales fuentes de sustento, lo que pondría en peligro, no sólo sus medios de vida, pero también su seguridad alimentaria. Se han documentado casos similares en otras pesquerías donde los cierres de zonas de pesca afectan en mayor grado a los pescadores que a los dueños de embarcaciones o intermediarios (Islam *et al.* 2021). A pesar de que no es una gran proporción de los hogares pesqueros de Honduras que faenan en Corona Caimán, los que sí faenan tienen una gran dependencia del recurso, la cual se debe tomar en cuenta al considerar la trascendencia del cierre de Corona Caimán. En estas instancias es importante fomentar:

- 1) Acuerdos multinacionales que cuenten con la participación de los pescadores involucrados de todos los países (Jones *et al.* 2018, Metaxas *et al.* 2019);
- 2) actividades para compensar la pérdida de ingresos, como proyectos de diversificación de ingresos (Kenchington *et al.* 2018); y
- 3) Trabajar con estos grupos de pescadores y las autoridades pertinentes en fomentar participación comunitaria y vigilancia para mejorar las condiciones de sus zonas de pesca tradicionales, posiblemente mediante un acuerdo de co-manejo pesquero (Campbell *et al.* 2013).

Al promocionar proyectos de diversificación de ingreso es importante tomar en cuenta que 62% de los pescadores indicó que la pesca es una

parte fundamental de su identidad. A pesar de ver sus ingresos altamente amenazados por la sobreexplotación, los pescadores no detendrán su explotación al 100%, ya que este trabajo forma parte de quienes son. Esta situación también se ha visto en otras pesquerías (Urquhart y Acott 2013). En el caso de los pescadores hondureños, las opciones de diversificación de ingresos mencionadas se enfocan en trabajos al aire libre relacionados con la pesca, como ecoturismo, compra y venta de pescado, albañilería e investigación (como buzos monitores o científicos comunitarios). Esto concuerda con estudios previos realizados en comunidades pesqueras (Cinner 2014, Praptiwi *et al.* 2021). Por ende, es importante enfocarse en proyectos de diversificación de ingresos que apoyen la sostenibilidad de los recursos naturales y se adapten a las necesidades de los pescadores, como la pesca deportiva de captura y suelta (Adams 2017), buceo recreativo (Green y Donnelly 2003), avistamiento de aves (Agius *et al.* 2016) y restaurantes que apoyen la pesca sostenible (Madrigal-Ballesteros *et al.* 2017).

Según los resultados obtenidos en esta investigación, es prioritario llevar a cabo acciones para evitar la sobreexplotación de los *stocks* pesqueros en la zona, ya que 71% de los hogares pesqueros ha percibido una reducción en los recursos y sólo 22% saca ganancias cada vez que sale a faenar. Asimismo, varios encuestados están inconformes con la poca presencia de autoridades en la zona, la falta de incorporación de la comunidad en la toma de decisiones, el uso de artes de pesca dañinos para el ambiente y la poca aplicación de la ley (incluidas vigilancia y equidad en los procesos). Dichas problemáticas son también observadas en el resto de Latinoamérica y el Caribe (Salas *et al.* 2007). Es muy importante invertir en mejorar la gobernanza de los recursos naturales y pesquera en la zona para lograr un manejo y explotación sostenibles (Rivera y San Martín 2019). Esto se puede hacer por medio del co-manejo donde los actores locales y el gobierno comparten deberes y derechos (Jentoft 2005). El co-manejo fomenta procesos participativos de investigación y monitoreo, patrullaje y vigilancia y elaboración de herramientas de manejo. Un buen ejemplo de esto es el desarrollo del Plan de Manejo Pesquero en la Bahía de Tela (Rivera *et al.* 2021).

6. Comunicación personal R. Flores, 11 de febrero 2022

Conclusiones

Los recursos en la zona de estudio presentan un alto grado de sobreexplotación; debido a esto, muchas veces los pescadores no obtienen ganancias al salir a faenar, además de que las capturas han disminuido en los últimos diez años. Es por esto que un grupo de pescadores de Honduras, en particular de Omoa, Paraíso y Puerto Cortés, han optado por viajar cada vez más lejos para realizar sus faenas, lo que incluye el arrecife de Corona Caimán. Este pequeño grupo de pescadores depende en gran parte de Corona Caimán para ganarse la vida y para su seguridad alimentaria. Debido a esto se sugiere que se busque instrumentar acuerdos participativos multinacionales (entre los gobiernos de Belice, Guatemala y Honduras) tomando en cuenta las necesidades de los pescadores de Honduras, que se establezcan proyectos de diversificación de ingresos para compensar las pérdidas financieras de los pescadores y que se establezcan herramientas de manejo pesquero lideradas conjuntamente por gobierno y pescadores para mejorar el estado de los *stocks* pesqueros de Honduras.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Fondo para el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM). Se agradece a Cuerpos de Conservación de Omoa (CCO) por su apoyo en la recolecta de datos y a los pescadores hondureños por su colaboración. Este trabajo es parte de la iniciativa *Healthy Fisheries for Reefs* de Coral Reef Alliance.

Literatura citada

Adams AJ. 2017. Guidelines for evaluating the suitability of catch and release fisheries: Lessons learned from Caribbean flats fisheries. *Fisheries Research* 186(3): 672-680. DOI: 10.1016/j.fishres.2016.09.027

Agius K, N Theuma, A Deidun. 2016. The potential of coastal ecotourism in Central Mediterranean islands: a case study from the Aegadian Archipelago. *Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Mediterranee* 41: 510.

Campbell SJ, T Kartawijaya, I Yulianto, R Prasetya, J Clifton. 2013. Co-management approaches and incentives improve management effectiveness in the Karimunjawa National Park, Indonesia. *Marine Policy* 41: 72-79. DOI: 10.1016/j.marpol.2012.12.022

Cinner J. 2014. Coral reef livelihoods. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 7: 65-71. DOI: 10.1016/j.cosust.2013.11.025

Cinner JE, TR McClanahan. 2006. Socioeconomic factors that lead to overfishing in small-scale coral reef fisheries of Papua New Guinea. *Environmental Conservation* 33(1): 73-80. DOI: 10.1017/S0376892906002748

Green AL, AP Maypa, GR Almany, KL Rhodes, R Weeks, RA Abesamis, MG Gleason, PJ Mumby, AT White. 2015. Larval dispersal and movement patterns of coral reef fishes, and implications for marine reserve network design. *Biological Reviews* 90(4): 1215-1247. DOI: 10.1111/brv.12155

Green E, R Donnelly. 2003. Recreational Scuba Diving In Caribbean Marine Protected Areas: Do The Users Pay? *32(2)*: 140-144. DOI: 10.1579/0044-7447-32.2.140

Heyman WD, P Granados-Dieseldorff. 2012. The voice of the fishermen of the Gulf of Honduras: Improving regional fisheries management through fisher participation. *Fisheries Research* 125-126: 129-148. DOI: 10.1016/j.fishres.2012.02.016

Islam MM, A Begum, SMA Rahman, H Ullah. 2021. Seasonal Fishery Closure in the Northern Bay of Bengal Causes Immediate but Contrasting Ecological and Socioeconomic Impacts. *Frontiers in Marine Science* 8: 1249. DOI: 10.3389/fmars.2021.704056/

Jentoft S. 2005. Fisheries co-management as empowerment. *Marine Policy* 29(1): 1-7. DOI: 10.1016/j.marpol.2004.01.003

Jones KR, JM Maina, S Kark, TR McClanahan, CJ Klein, M Beger. 2018. Incorporating feasibility and collaboration into large-scale planning for regional recovery of coral reef fisheries. *Marine Ecology Progress Series* 604: 211-22. DOI: 10.3354/meps12743

Kenchington R, MJ Kaiser, K Boerder. 2018. *MPAs, fishery closures and stock rebuilding MPAs, fishery closures and stock rebuilding Recommended Citation Recommended Citation.* <https://ro.uow.edu.au/lhapapers://ro.uow.edu.au/lhapapers/3748>

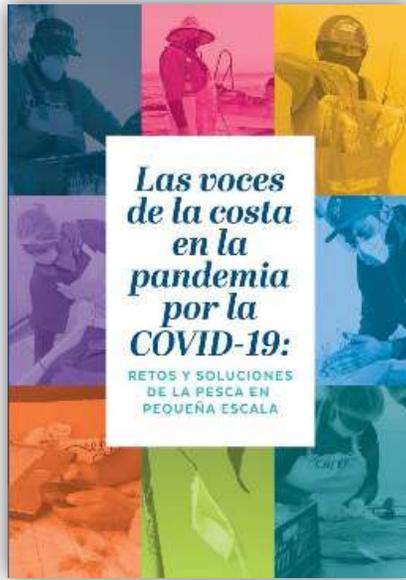
Lorenzen K, IG Cowx, REM Entsua-Mensah, NP Lester, JD Koehn, RG Randall, N So, SA Bonar, DB Bunnell, P Venturelli, SD Bower, SJ Cooke. 2016. Stock assessment in inland fisheries: a

- foundation for sustainable use and conservation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 26(3): 405-440. DOI: 10.1007/s11160-016-9435-0
- Madrigal-Ballesteros R, HJ Albers, T Capitán, A Salas. 2017. Marine protected areas in Costa Rica: How do artisanal fishers respond? *Ambio* 46(7): 787-796. DOI: 10.1007/s13280-017-0921-y
- Metaxas A, M Lacharité, SN de Mendonça. 2019. Hydrodynamic connectivity of habitats of deep-water corals in Corsair Canyon, Northwest Atlantic: A case for cross-boundary conservation. *Frontiers in Marine Science* 6: 159. DOI: 10.3389/fmars.2019.00159
- Ommer R, I Perry, KL Cochrane, P Cury. 2011. *World fisheries: a social-ecological analysis*. John Wiley & Sons. EEUU. 440p.
- Pérez Murcia CE. 2020. *Characterization of the Use of Resources in the Cayman Crown Reef, Based on Information from User Communities of the Gulf of Honduras*. Fundación Mundo Azul. Guatemala. 33p.
- Praptiwi RA, C Maharja, M Fortnam, T Chaigneau, L Evans, L Garniati, J Sugardjito. 2021. Tourism-Based Alternative Livelihoods for Small Island Communities Transitioning towards a Blue Economy. *Sustainability* 13(12): 6655. DOI: 10.3390/su13126655
- Rivera A, J San Martín. 2019. *Diagnóstico socioeconómico de las comunidades pesqueras en la Bahía de Tela*. The Coral Reef Alliance. Honduras. 34p. DOI: 10.13140/RG.2.2.17912.06406
- Rivera A, J San Martín-Chicas, J Myton. 2021. Transitioning to co-management in Caribbean reef fisheries: Tela Bay case study. *Sustainability Science* 16(4): 1-18. DOI: 10.1007/s11625-021-00922-1
- Salas S, M Barragán-Paladines, R Chuenpadee (eds.). 2007. *Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin America and The Caribbean*. Springer International Publishing. MARE Publication Series 19. Switzerland. 574p. DOI: 10.1007/978-3-319-76078-0

Recibido: 30 de abril de 2022.

Aceptado: 14 de octubre de 2022.

Reseña bibliográfica



COBI. 2021. *Las voces de la costa en la pandemia por la COVID-19: Retos y Soluciones de la pesca en pequeña escala*. Comunidad y Biodiversidad, A.C. México. 53p. ISBN: 978-607-99751-0-4

Varios autores refieren que en tiempos de crisis, las personas pueden cooperar o competir, dependiendo de cómo se sientan ante la contingencia, los recursos que tengan disponibles y sus perspectivas con relación a los factores de riesgo involucrados. La llegada de la COVID-19 en 2020 nos mostró procesos adaptativos en el mundo en tiempos récord, y lo mismo se observó en la pesca. En este marco, el trabajo realizado por la organización Comunidad y Biodiversidad, A. C. (COBI) para exponer las voces de los pescadores y diversos actores asociados al sector pesquero ante condiciones de contingencia, no sólo ilustra los retos enfrentados por estas personas, también les ofreció la oportunidad de sentirse escuchados por medio de entrevistas y de compartir sus experiencias con otros en condiciones similares. El equipo de trabajo integró, además, material de diferentes plataformas en redes sociales para ampliar la información circulante acerca del asunto en cuestión. En este tiempo se fueron construyendo lazos virtuales que crecieron, y en muchos casos aún existen, entre pescadores de diferentes comunidades por diferentes medios. Tuve la

oportunidad de apoyar a la COBI en estas entrevistas con pescadores y la necesidad de escucha activa era evidente y necesaria, por lo que el regresarles una serie de documentos que recapitulan sus experiencias y las de otros es, de alguna manera, una respuesta. Asimismo, esta rápida respuesta de sacar a la luz estos contextos en documentos sencillos, pero estructurados y claros, sirvió de base para respaldar algunos programas de contingencia y desarrollar herramientas de apoyo a escalas local, nacional e internacional.

La integración armoniosa en este libro de los reportes mensuales generados por la COVID-19, fue muy atinada. Es un libro accesible al público en general, pero igualmente puede ser usado como herramienta para agentes de gobierno que tienen un papel en la instrumentación de políticas públicas asociadas al desarrollo costero y al manejo pesquero. Los académicos y las organizaciones de la sociedad civil (OSC) también tienen información relevante para usar como base que permita hacer un seguimiento de los procesos que se han venido desarrollando con la llegada de la pandemia. La COVID sigue aquí y se quedará, las lecciones aprendidas y reflejadas en este libro siguen siendo útiles y pertinentes. El libro está conformado por ocho secciones interconectadas que agregan “voces de los entrevistados” en México, con comentarios que reflejan sus preocupaciones y sentir acerca del tema; asimismo, se ofrece material de referencia y algunas recomendaciones. Se resume a continuación parte de la información contenida en el libro.

Si bien las medidas de confinamiento iniciaron a principios de 2020, la dependencia del sector pesquero a la exportación a países asiáticos del sector pesquero fue clara desde principios de ese año; el consumo local también se vio afectado al bajar la afluencia de turismo. Esta situación generó la reducción de precios de los productos y los pescadores debieron diversificar su oferta de productos, así como a buscar nuevas formas de comercialización. En este sentido, las redes sociales directas y virtuales se convirtieron en un soporte que se fue fortaleciendo en el tiempo; en algunos sitios se reportó el trueque entre comunidades. Algunos entrevistados manifestaron no haber tenido el respaldo de las dependencias de gobierno y su inconformidad por un proceso de inequidad en los apoyos. Ciertas comunidades

de las penínsulas de Bala California y Yucatán mostraron resiliencia gracias a que las personas o las organizaciones recibieron fondos y a contar con otro tipo de capacidades que les ayudaron a solventar los retos; pero comunidades del Pacífico Sur se vieron en mayor desventaja.

Ante la contingencia se definieron medidas sanitarias que difícilmente podrían ser solventadas por comunidades pesqueras y rurales, como el acceso a agua potable y condiciones sanitarias seguras. La gente tuvo que idear sus propios mecanismos de respuesta para protegerse y reducir riesgos. El acceso a salud pública a lo largo del país no siempre es posible y los servicios en la costa son limitados, como se evidenció durante la pandemia. “Aquí está prohibido enfermarse;

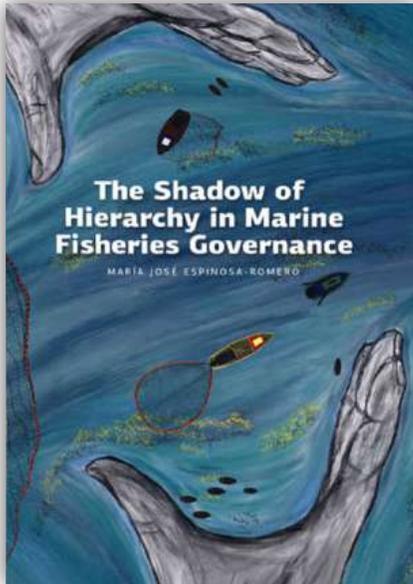
sí hay servicios de salud, pero no hay doctores”, mencionó un pescador de Quintana Roo. Esto es así en muchos sitios a lo largo del país.

La inmersión en la tecnología fue una de las adaptaciones más evidentes de los pescadores; la reactivación de la actividad resultó de diversificar mercados y de las redes de soporte que los pescadores tenían o fueron creando. El papel de la mujer en los procesos adaptativo se resalta en el libro.

Interesante, informativo y pertinente, este libro cierra con datos duros de la información colectada y de los resultados del análisis. Las fotografías resaltan por su calidad y “nos llevan al sitio” donde se encuentran esas personas que dependen del mar, la costa y que necesitan ser escuchados.

Silvia Salas
Investigadora CINVESTAV Mérida
ssalas@cinvestav.mx

Reseña bibliográfica



Espinosa-Romero MJ. 2021. *The Shadow of Hierarchy in Marine Fisheries Governance*. Doctoral Thesis. Maastricht University. Boekenplan. Netherlands. 193p. DOI: 10.26481/dis.20210622me

Cuando la Dra. María José Espinosa me invitó a formar parte del comité de defensa de su disertación llamó poderosamente mi atención el título un tanto extraño para mí. Comenzaré de una manera poco común, hablando de las conclusiones puesto que me parece importante definir algunos conceptos que servirán de punto de partida. Una de las conclusiones principales del libro es que la sombra de la jerarquía se percibe en el hecho de que el Estado utiliza formas jerárquicas no tradicionales para influir indirectamente en la gobernanza de las pesquerías. Gobernanza se puede definir como la conducción del comportamiento humano por medio de intervenciones del Estado, el mercado y la sociedad civil para alcanzar objetivos estratégicos. La gobernanza monocéntrica de arriba hacia abajo, también conocida como comando y control, se contrapone con el concepto de gobernanza policéntrica, de abajo hacia arriba, es decir, autogobierno local, por ejemplo, para el cuidado de recursos de uso común (RUC). Los vínculos entre actores locales actúan como canales de cooperación, deliberación, negociación y resolución de conflictos sin interferencia estatal

de arriba hacia abajo. Los investigadores de RUC reconocen que cuando estos retos no pueden ser resueltos de forma local, puede ser necesaria una intervención centralizada (Jones y Long 2020). Sin embargo, esto pudiera derivar en la metagobernanza, entendida como el conjunto de acciones que por lo general el Estado realiza para influir en las actividades de otros actores (Gjaltema *et al.* 2020). A las entidades públicas o del Estado se les denomina metagobernadores. En el primer capítulo del libro se expone cómo, a través de la metagobernanza, el Estado actúa en la sombra de la jerarquía definiendo reglas de gobernanza, autodeterminación y preferencias de los actores con el fin de ejercer control sobre los resultados de un proceso. Aun con participación limitada, el Estado se convierte en el punto de referencia central en el manejo cotidiano que llevan a cabo otros actores privados o sociales. La autora elige trabajar con las pesquerías mexicanas haciendo una investigación exhaustiva de las formas de metagobernanza en un contexto de otras formas de gobernanza que se observan en diversos recursos pesqueros en donde el denominador común es la presencia histórica del Estado. Aquí cabe hacer una reflexión: el Estado mexicano, con instituciones débiles reacciona fuertemente tanto a la presión extranjera como interna y ello influye en sus políticas. Si es así, cabría analizar hasta qué punto el Estado mexicano es el metagobernador en la gestión pesquera. El segundo capítulo es fundamental, pues diserta acerca del papel del Estado en la gobernanza de las pesquerías marinas. El método de análisis se basa en discutir el sistema de gobierno pesquero en tres formas de gobernanza: jerárquica (de arriba abajo), co-gobernanza (poder y responsabilidades compartidas mediante arreglos formales e informales) y autogobernanza (los actores locales no dependen de intervenciones externas). Con base en una revisión de literatura, la conclusión del capítulo es que el Estado se adapta a los tres tipos de gobernanza y proyecta su sombra de gobernanza reteniendo o compartiendo el poder con los actores involucrados en los sistemas pesqueros cuando así le conviene. Al hacerlo, ejercita sus capacidades y su voluntad para empoderar; en consecuencia, se recomienda que el Estado sea proactivo en el diseño y la coordinación de formas de gobernanza para evitar la sobreexplotación de recursos

marinos. Esto nos recuerda la recomendación de ver más allá de la perspectiva monocéntrica de arriba hacia abajo o de la dicotomía policéntrica de abajo hacia arriba, reconociendo el papel del Estado en la gobernanza coevolutiva en una combinación de enfoques en la sombra de jerarquía (Jones y Long 2020). El capítulo 3 investiga cómo el Estado mexicano ha utilizado históricamente (1917 a 2019) su marco legal para lograr sus objetivos globales para sus pesquerías marinas, conforme la premisa de que las leyes son los instrumentos de control de los recursos marinos a través del control de acceso, herramientas de manejo y sanciones. La metodología se basa en identificar cómo el Estado combina tres modos de gobernanza: operación cotidiana para resolver problemas, creación de instituciones y definición de objetivos globales. El principal resultado del análisis es que el Estado ha creado un sistema híbrido característico de la sombra de la jerarquía en donde integra a expertos y delega responsabilidades en las actividades complejas, como la de inspección y la de vigilancia. Otro resultado importante es la reducción del apoyo a grupos organizados, como las cooperativas de pescadores de pequeña escala, lo cual va en contra de la tendencia global. El capítulo cuatro aborda la aparente paradoja de cómo el Estado comparte competencias con otros sectores sin perder su centralidad en los procesos cotidianos relativos a la ejecución de políticas de manejo, incluso en el caso de la emergencia de mecanismos de gobernanza policéntrica o de co-manejo, trabajando en la sombra de la jerarquía. La metodología utilizada incluye un análisis histórico del involucramiento del Estado mexicano en la gobernanza de las pesquerías en tres periodos políticos: autoritarismo (1917 a 1985), neoliberalismo (1986 a 2006) y democratización (2007 a 2019). La conclusión principal del capítulo es que, a lo largo de 100 años, el Estado mexicano ha metagobernado las pesquerías mediante el ejercicio de sus poderes, adaptando el marco legal para diseñar políticas y patrones de prácticas pesqueras. El capítulo cinco trata de la sombra de la jerarquía en la gobernanza de la sustentabilidad pesquera conforme la premisa de que el Estado es el metagobernador que define

los límites e influye en las formas de gobernanza al servicio de los intereses de la protección ambiental. La autora utiliza el enfoque situación, estructura, desempeño (SED) para investigar cómo el Estado mexicano busca la sustentabilidad de las pesquerías. En el estudio, *situación* se refiere a cuatro tipos de recursos pesqueros de acuerdo con su movilidad: sedentarios, móviles, transzonales y altamente migratorios. *Estructura* se refiere a reglas y derechos de pesca, que deben ser claramente especificados, exclusivos, transferibles y bien cuidados. *Desempeño* es el resultado de aplicar las instituciones (regulaciones) en contextos específicos. Uno de los hallazgos es que los derechos de pesca son difíciles de hacer cumplir porque no son exclusivos y abarcan extensas áreas geográficas. También sobresale el cómo actores privados y sociales están instrumentando acciones colectivas (certificaciones y programas de mejora pesquera) a la sombra de la jerarquía y cómo las pesquerías de pequeña escala concesionadas tienen costos de vigilancia relativamente bajos. Las especies móviles representan un gran reto para la asignación de derechos de pesca y para la sustentabilidad. El capítulo seis ofrece una serie de conclusiones comentadas que rescatan los elementos trascendentes del libro. El libro de la doctora Espinosa Romero aborda temas novedosos que revelan un profundo conocimiento y gran sensibilidad. La frescura de la investigación y su relevancia para las políticas públicas seguramente harán de éste, un texto obligado para los estudiosos de la gobernanza pesquera.

- Gjaltema J, R Biesbroek, K Termeer. 2020. From government to governance...to meta-governance: a systematic literature review. *Public Management Review* 22(12): 1760-1780. DOI: 10.1080/14719037.2019.1648697
- Jones PJS, SD Long. 2020. Analysis and discussion of 28 recent marine protected area governance (MPAG) case studies: Challenges of decentralization in the shadow of hierarchy. *Marine Policy* 127: 104362. DOI: 10.1016/j.marpol.2020.104362

Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata
INAPESCA

In memoriam
Biól. Pedro Antonio Ulloa Ramírez
1960-2022



El Biólogo Pedro Antonio Ulloa Ramírez nació el 6 de febrero de 1960 en la Ciudad de México y falleció en Puerto Vallarta, Jalisco, el 24 de abril de 2022. Laboró durante más de 38 años en el sector pesquero, adscrito al Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura.

Realizó sus estudios universitarios en la Facultad de Ciencias de la UNAM, de la cual egresó en 1981; en 1987 obtuvo el título de Biólogo con la tesis “Distribución y abundancia relativa de familias de larvas de peces en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y Mar Caribe. 1982”. Cursó los estudios de Maestría en Ciencias (Biología), en la misma Facultad. Sus inicios profesionales fueron en The Food and Agriculture Organization (FAO-México), dentro del programa de investigación de calamar del Pacífico. Se incorporó como investigador en 1980 al Instituto Nacional de la Pesca, donde fue responsable, coordinador y colaborador en la elaboración de análisis de recursos en diferentes programas de investigación como: atún, calamar, marlín, dorado, camarón, ostión, pulpo, langosta y tiburón,

además del estudio de mamíferos marinos, entre ellos, el delfín. Participó en numerosos congresos, simposios, foros, talleres y cursos, como ponente, participante y, en ocasiones, apoyando en la organización. Publicó diversos artículos y notas en revistas científicas.

Colaboró de forma activa en la realización de la “Carta Nacional Pesquera”, así como en el Libro *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo*. Participó en la elaboración del catálogo *Peces marinos de valor comercial del estado de Nayarit, México*, elaborado por los investigadores del Centro Regional de Investigación Pesquera-Bahía de Banderas, que fue publicado en 2008.

Su experiencia fue fundamental en la atención de programas clave, como el Strategic Action Programme of the Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem; participó como representante del INAPESCA en el Comité para la Conservación de la Vaquita Marina y Totoaba en el Alto Golfo de California y en el Comité de Expertos para Evaluar el Desempeño de la Flota Atunera Mexicana.

En 1991, a partir del embargo atunero, se formó el Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección al Delfín, y él formó parte del personal de capacitación en el Primer Curso para la Formación de Investigadores como Observadores Científicos a bordo de la flota atunera, impartido en colaboración con personal de la NMFS de la NOAA.

A lo largo de su trayectoria en el INAPESCA desempeñó diversos cargos: Jefe del Departamento de Caracterización de Pesquerías y Subdirector de Recursos Pesqueros; fue nombrado Jefe del Centro Regional de Investigación Pesquera en Bahía de Banderas en 2002, donde destacó su interés para transformarlo de un centro orientado a la conservación (tortugas marinas y mamíferos marinos), a uno que diera mayor relevancia al sector pesquero, integrando los programas de investigación de camarón y recursos bentónicos (como ostión, langosta y pulpo). En muchos sentidos fue un precursor y apoyo fundamental para el sector pesquero de Nayarit, trabajando en especial en la concientización, la reglamentación y el aprovechamiento de los recursos pesqueros mediante el adecuado uso de los permisos de pesca comercial y de fomento. Contribuyó en la formación de recursos humanos por medio de asesorías de tesis y/o servicio social, así como pláticas para estudiantes de diversas instituciones educativas.

Fue nombrado Director General Adjunto de Investigación en el Atlántico en 2015. Posteriormente, se reincorporó al grupo de investigadores del CRIAP-Bahía de Banderas, como investigador titular responsable del proyecto de Pesca Deportiva y colaborando de manera activa con la Dirección

General del INAPESCA, ya que continuó atendiendo diversos asuntos internacionales.

En 2019 tomó la decisión de retirarse del servicio público, pero sin deslindarse totalmente del sector pesquero, ya que siguió realizando trabajos de consultoría ambiental en la región de Bahía de Banderas, Nayarit, esta vez para el sector privado. Ese mismo año se unió a la Asociación “Bahía Unida A.C.” como su director e instrumentó estrategias importantes para la conservación de las Islas Marietas, con una relevante participación y con liderazgo.

Lo recordamos como un fiel defensor y luchador por el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros, sin pasar inadvertido su interés por el medio ambiente. Fue un destacado consejero y conocedor de los asuntos pesqueros y todo lo inherente a ellos, con reconocimiento tanto nacional como internacional, con ideas y propuestas de importancia. No podemos olvidar su pasión y su goce con respecto a la pesca deportiva, ni que fue una persona con quien se podía discutir, dialogar y lograr la conciliación para un bien común.

Esposo y padre excelente; un amigo que sabía divertirse y convivir de manera sana; qué decir de esa sonrisa que lo caracterizaba y que muchos recordaremos por siempre. Pedro Antonio Ulloa Ramírez fue una distinguida persona, un valioso mentor, compañero y amigo entrañable. Descanse en Paz.

José Alberto Rodríguez Preciado, José Luis Patiño Valencia, Guadalupe Hernández Luna, Sherman Hernández Ventura y María de Lourdes Guevara Rascado

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 figuras), 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 figuras, 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. Iniciará 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 figuras, 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 figuras.

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

Ámezcu-Linares F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con red camaronera 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 cobia, *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 utilizaran 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 figuras en el texto se escribirán en minúsculas y en cursivas: *tabla 2, figura 3*. Cuando sea entre paréntesis irá abreviada la palabra figura: (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	Mínuto (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 arábica 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 figuras 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 figuras deberán numerarse consecutivamente en la misma secuencia en que se mencionan en el texto.

Las tablas y figuras 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 figuras 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 figuras 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 figuras 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 figuras 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 figuras 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.

ARTÍCULOS DE FONDO

Pesca artesanal en México: contexto y realidades

Artisanal fishing in Mexico: context and realities

María Georgina Gluyas-Millán y Casimiro Quiñonez-Velázquez

Un marco teórico-metodológico para el análisis biocultural de pesquerías artesanales

A theoretical-methodological framework for the biocultural analysis of artisanal fisheries

Carlos A. Gellida-Esquínca, Gustavo Rivera-Velázquez, Francisco J. López-Rasgado y Felipe de J. Reyes-Escutia

NOTAS CIENTÍFICAS

Active rolling movement record of the sea cucumber *Astichopus multifidus*

Registro de movimiento activo del pepino de mar *Astichopus multifidus*

Julio Enrique De la Rosa-Castillo, Miguel Ángel Gamboa-Álvarez,

Marco Antonio Ponce-Márquez y Jorge Alberto López-Rocha

Relación longitud-peso, rendimiento de carne cocida y proporción de sexos de caracol nolon *Strombus pugilis* en la costa de Yucatán, México

Length-weight relationship, cooked meat yield and sex ratio of the nolon conch *Strombus pugilis* in the Yucatan Coast, Mexico

Armando T. Wakida-Kusunoki, Cuauhtémoc Ruiz-Pineda y Vanessa Esmeralda de Fátima López-Castillo

AVISOS DE ARRIBO

El sector productivo no escapa a la digitalización: La incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la pesca en pequeña escala

The productive sector does not escape digitization: The incorporation of information and communication technologies (ICTs) in Small-scale fisheries

Gabriela Alejandra Cuevas-Gómez, Stuart Roger Fulton, Kenya Atenas Lizárraga-Morales, Rebeca Fernández-Chávez, Álvaro Mejía y Andrea García

La pesca artesanal en América Latina y el Caribe: Temáticas a la luz de una revisión documental

Artisanal fishing in Latin America and Caribbean: Themes from a documental review.

Claudia Elizabeth Delgado-Ramírez, Andrés Cisneros-Montemayor y Yoshitaka Ota

Propuesta de Política de Desarrollo del Sector Pesquero para Baja California Sur

Proposal of a Policy for the Development of the Fishing Sector in Baja California Sur

Martín Salgado-Mejía

ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS

La pesca tradicional en el lago de Pátzcuaro, Michoacán

Traditional fishing on the Lake Pátzcuaro, Michoacán

Mauricio Vargas-Herrejón, Martina Medina-Nava y Yaayé Arellanes-Cancino

Panorama reciente de la pesca artesanal en tres lagos de Michoacán con perspectiva de género

Current gender perspective of artisanal fishing in three Michoacan lakes

Yaayé Arellanes-Cancino, Dante Ariel Ayala-Ortiz y Martina Medina-Nava

Caracterización sociodemográfica y económica de los pescadores de la cuenca media del río Grijalva, Chiapas, México

Economic and socio-demographic characterization of the fishers in the middle basin of the Grijalva River, Chiapas, Mexico

Ma. Teresa Gaspar-Dillanes, Eduardo Ramos-Santiago y Yéssica Xiomara Guzmán-Camacho

Diagnóstico socioeconómico de las comunidades hondureñas que tradicionalmente faenan en el arrecife Corona Caimán

Socioeconomic diagnosis of the Honduran communities that traditionally fish in the Cayman Crown reef

Antonella Rivera, Mayra Núñez-Vallecillo, Julio San Martín y Paolo Guardiola

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

Las voces de la costa en la pandemia por el COVID-19: Retos y Soluciones de la pesca en pequeña escala

Silvia Salas

The Shadow of Hierarchy in Marine Fisheries Governance

Miguel Ángel Cisneros-Mata

In Memoriam: Biól. Pedro Antonio Ulloa Ramírez

José Alberto Rodríguez-Preciado, José Luis Patiño-Valencia, Guadalupe Hernández-Luna, Sherman Hernández-Ventura y María de Lourdes Guevara-Rascado

PRESENTACIÓN

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Evaluation and estimation of reference points for the crab stocks (*Callinectes* spp.) from the Gulf of California, Mexico

Evaluación y estimación de puntos de referencia para las poblaciones de cangrejos (*Callinectes* spp.) del Golfo de California, México

Gabriel Iván Rivera-Parra, Alejandro Balmori-Ramírez, Juan Manuel García-Caudillo y Rufino Morales-Azpeitia

Discarded ichthyofauna from an artisanal shrimp fishery in coastal lagoon of southeastern Pacific, Mexico

Descartes de la pesquería artesanal de camarón en un sistema lagunar costero del sur del Pacífico mexicano

Jesús Manuel López-Vila, Adán Enrique Gómez-González y Ernesto Velázquez-Velázquez

Estimación de la importancia relativa del huachinango (*Lutjanus peru*) en la pesquería de escama en el Pacífico mexicano

Red snapper's (*Lutjanus peru*) relative importance in Mexican Pacific's finfish fishery

David Petatán-Ramírez, Mariana Walther-Mendoza, Hugo Aguirre-Villaseñor, Alejandro Balmori-Ramírez, Esteban Cabrera-Mancilla, Juan Gabriel Díaz-Uribe, Elaine Espino-Barr, Flor Delia Estrada-Navarrete, Rosa María Gutiérrez-Zavala, Aldrin Labastida-Che, Carlos Meléndez-Galicia, Ada Lisbeth-Núñez, Mauricio Salas-Maldonado, Noemí Itzel Zamora-García, Martha Edith Zárate-Becerra y Marcela Zúñiga-Flores

¿Es posible utilizar puntos de referencia de manejo pesquero con base en los cambios en la estructura y función del ecosistema? El efecto del cambio climático

Is it possible to use fisheries management reference points based on changes in ecosystem structure and function? The effect of climate change

Juan Carlos Hernández-Padilla, Francisco Arreguín-Sánchez, Manuel J. Zetina-Rejón, Juan Carlos Seijo, Andrés Cisneros-Montemayor, Norberto Capetillo-Piñar y Silvia Salas

Exploración socioecológica de la pesca artesanal del Golfo de México a través del marco de análisis de gobernanza interactiva

Socio-ecological exploration of the artisanal fisheries from the Gulf of Mexico through the interactive governance framework

Eva Coronado, Ratana Cheunpagdee, Silvia Salas, Edgar Torres-Irineo, Leopoldo Palomo-Cortes y Alejandro Espinoza-Tenorio

