

***INVESTIGACIÓN SOBRE LOS RECURSOS
NATURALES DEL NOROESTE DE MÉXICO,
PARA EL BIENESTAR COMUNITARIO***



ALFREDO ORTEGA-RUBIO

Coordinador

***INVESTIGACIÓN SOBRE LOS RECURSOS
NATURALES DEL NOROESTE DE
MÉXICO, PARA EL BIENESTAR
COMUNITARIO***

Alfredo Ortega-Rubio

Coordinador

***CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL
NOROESTE S.C. (CIBNOR) LA PAZ,
B.C.S. MÉXICO, 2025***

Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario. Ortega-Rubio Alfredo. (Coordinador). 2025. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, Baja California Sur. México. 547 pág: il; 55.

© Derechos Reservados

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Instituto Politécnico Nacional # 195. Col. Playa Palo de Santa Rita Sur
C.P. 23096. La Paz, Baja California Sur. México.

Todos los derechos reservados. El contenido de esta publicación se puede reproducir parcialmente únicamente con autorización previa por escrito de los autores de cada Capítulo y siempre y cuándo se den los créditos correspondientes a los mismos y al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Las opiniones expresadas por los autores (Textos, Tablas, Figuras y Fotografías) no necesariamente reflejan la postura de la institución editora de la publicación.

Diseño Gráfico y Editorial. Alfredo Ortega-Rubio. Fotografía de la Portada. Rubén Andrade.

Primera Edición. Octubre 2025.

ISBN: 978-607-7634-51-5

Publicación de investigación del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.

Preparación de este documento:

La edición del libro “*Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario*”, estuvo a cargo del Dr. Alfredo Ortega-Rubio. En este libro se describen las principales contribuciones que el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., (CIBNOR), ha aportado en la generación de conocimiento, formación de recursos humanos, y apropiación social del conocimiento científico, enfatizando su incidencia en el bienestar social.

Agradecimientos:

El Coordinador de esta obra agradece a todas y todos las y los Coautores de esta obra, por compartir con la sociedad las aportaciones que en sus distintas actividades han generado para el bienestar de las comunidades humanas del noroeste de México, especialmente las más vulnerables. Asimismo, agradece al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste por la oportunidad de permitirnos generar, a través de los resultados de nuestras investigaciones científicas, alternativas viables con pertinencia social y ambiental, que realmente han sido aplicadas en beneficio de nuestra sociedad, quien es la que nos financia y a quien nos debemos.

Para citar esta obra:

Ortega-Rubio Alfredo. (Coordinador). 2025. *Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S. México. 547 pp.

**INVESTIGACIÓN SOBRE LOS RECURSOS NATURALES
DEL NOROESTE DE MÉXICO, PARA EL BIENESTAR
COMUNITARIO**

ÍNDICE

PRÓLOGO

*María Elena Álvarez-Buylla Roces ** 1

PREFACIO

*José Alejandro Díaz Méndez ** 3

**SECCIÓN I
INTRODUCCIÓN**

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

*José Alfredo Arreola Lizárraga * y Alfredo Ortega-Rubio* 7

**SECCIÓN II
PROGRAMAS ACADÉMICOS**

**CAPÍTULO 2. APORTACIONES HISTÓRICAS DEL PROGRAMA
ACADÉMICO DE PLANEACIÓN AMBIENTAL Y
CONSERVACIÓN AL BIENESTAR COMUNITARIO**

*Alejandro López Cortés ** 15

CAPÍTULO 3. APORTACIONES HISTÓRICAS DEL PROGRAMA DE AGRICULTURA EN ZONAS ÁRIDAS AL BIENESTAR COMUNITARIO	
<i>Luis Guillermo Hernández Montiel *</i>	39
CAPÍTULO 4. APORTACIONES HISTÓRICAS DEL PROGRAMA DE ACUICULTURA Y SU IMPACTO EN EL BIENESTAR COMUNITARIO	
<i>Carolina Casanova-Valero, Héctor Acosta-Salmon, Perla Sol Cervantes-Bernal y Danitzia Adriana Guerrero-Tortolero*</i>	55
CAPÍTULO 5. APORTACIONES HISTÓRICAS DEL PROGRAMA DE ECOLOGÍA PESQUERA COMO VÍNCULO VITAL AL BIENESTAR SOCIAL	
<i>Crisalejandra Rivera-Pérez *</i>	77

SECCIÓN III UNIDADES FORÁNEAS

CAPÍTULO 6. LA UNIDAD FORÁNEA GUERRERO NEGRO: HISTORIA, HUMANISMO Y VINCULACIÓN	
<i>Raúl López Aguilar *, Rogelio Ramírez Serrano†, Rigoberto López Amador, Andrés Orduño Cruz y Marco Antonio Ramírez Mosqueda</i>	99
CAPÍTULO 7. CONTRIBUCIÓN AL BIENESTAR COMUNITARIO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA UNIDAD HERMOSILLO	
<i>Juan Bautista Vega Peralta * y José Arturo Sánchez-Paz</i>	117
CAPÍTULO 8. UNIDAD GUAYMAS: UNA TRAYECTORIA DE QUEHACER CIENTÍFICO CON COMPROMISO SOCIAL	
<i>José Alfredo Arreola Lizárraga *</i>	133

CAPÍTULO 9. APORTACIONES DE LA UNIDAD NAYARIT AL BIENESTAR COMUNITARIO

*Alfonso Nivardo Maeda-Martínez *, Rodolfo Navarro-Murillo, Ricardo García-Morales, Luis Daniel Espinosa-Chaurand, Rosa María Morelos-Castro y Rodolfo Garza-Torres*

149

**SECCIÓN IV
CASOS DE ESTUDIO DEL PROGRAMA DE PLANEACIÓN AMBIENTAL Y CONSERVACIÓN**

CAPÍTULO 10. VALORACIÓN ECONÓMICA DE RECURSOS GENÉTICOS ASOCIADOS A CONOCIMIENTOS TRADICIONALES EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Gerzaín Avilés-Polanco, Luis Felipe Beltrán-Morales y Alfredo Ortega-Rubio*

175

CAPÍTULO 11. CONTRIBUCIONES DE LOS MANGLARES DEL NOROESTE DE MÉXICO, PARA EL BIENESTAR COMUNITARIO

Patricia González-Zamorano, Giovanni Ávila-Flores, Blanca Estela Romero López, Jonathan Giovanni Ochoa-Gómez, Mercedes Marlenne Manzano-Sarabia, Joanna Acosta-Velázquez y José Alfredo Arreola-Lizárraga*

191

CAPÍTULO 12. COSTAS DEL NOROESTE DE MÉXICO

*Saúl Chávez López * y Miguel Ángel Imaz Lamadrid*

221

CAPÍTULO 13. AGROQUÍMICOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD HUMANA

*Gerardo Alfonso Anguiano Vega, Estela Ruiz Baca, Jesús Ricardo Parra Unda, Jaime Rendón von Osten, María Guadalupe Nieto Pescador y Celia Vázquez Boucard**

243

**CAPÍTULO 14. APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DEL
BORREGO CIMARRÓN, POR COMUNIDADES EJIDALES DE
BAJA CALIFORNIA SUR.**

Israel Guerrero-Cárdenas, Rafael Ramírez-Orduña, Gustavo
Arnaud, Guillermo Romero-Figueroa, José Ángel
Armenta-Quintana y Fany Reyes-Bolaños.*

261

**SECCIÓN V
CASOS DE ESTUDIO DEL PROGRAMA DE
ECOLOGÍA PESQUERA**

**CAPÍTULO 15. VALORIZACIÓN DE PRODUCTOS PESQUEROS
DEL NOROESTE DE MÉXICO**

*Julio Humberto Córdova Murueta, Norma Y. Hernández
Saavedra y Crisalejandra Rivera Pérez**

295

**CAPÍTULO 16. APROVECHAMIENTO DE LA MEDUSA BOLA DE
CAÑÓN EN EL NOROESTE DE MÉXICO, LA PESQUERÍA Y
SU DIMENSIÓN HUMANA EN EL CONTEXTO DE LA CRISIS
DEL SECTOR RIBEREÑO**

*Juana López Martínez, Eloísa Herrera Valdivia, Cintya A.
Nevárez López *, Rufino Morales Azpeitia, Javier Álvarez
Tello y Edgardo B. Farach Espinoza*

319

**CAPÍTULO 17. INVASIÓN DE ASCIDIAS SOBRE BANCOS DE
HACHAS EN LA BAHÍA DE LA PAZ, BCS**

*Moreno-Dávila Betzabé y Leonardo Huato-Soberanis**

339

**CAPÍTULO 18. ESTUDIOS GENÉTICOS PARA LA CONSERVACIÓN
Y MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS EN EL NOROESTE
DE MÉXICO: CASO DE ESTUDIO PESQUERÍA DE ABULÓN.**

*Jorge Alberto Mares-Mayagoitia, Carmen Elvira Vargas-Peralta,
Paulina Mejía-Ruíz, Fabiola Lafarga-de-la-Cruz, Fausto
Valenzuela-Quiñonez**

363

CAPÍTULO 19. IMPACTO SOCIAL DE LA PESCA EN LAS COMUNIDADES LITORALES DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA	
<i>Eugenio Alberto Aragón-Noriega *</i>	385

CAPÍTULO 20. LA PESCA COMO DETONANTE DEL BIENESTAR COMÚN DEL PUEBLO YAQUI.	
<i>Edgar Alcántara-Razo*, Jesús Guadalupe Padilla-Serrato, Eugenio Alberto Aragón-Noriega y Guillermo Ismael Padilla-Serrato</i>	405

CAPÍTULO 21. EL CALLO DE HACHA: BIOLOGÍA Y BASES PARA UN MANEJO SUSTENTABLE	
<i>Mercedes Magali Gómez Valdez * y Lucía Ocampo</i>	431

SECCIÓN VI

CASOS DE ESTUDIO DEL PROGRAMA DE AGRICULTURA DE ZONAS ÁRIDAS

CAPÍTULO 22. CULTIVANDO EL FUTURO DE LAS ETNIAS DEL NOROESTE DE MÉXICO CON CIENCIA AGRÍCOLA Y BIENESTAR COMUNITARIO	
<i>Gracia Alicia Gómez Anduro *, David Raúl López Aguilar, Julio Antonio Hernández, Efraín Payan Cázares y José Manuel Melero Astorga</i>	455

CAPÍTULO 23. MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO EN LOS SISTEMAS AGROACUÍCOLAS	
<i>Yenitze Elizabeth Fimbres Acedo y Rodolfo Garza Torres *</i>	471

**CAPÍTULO 24. RECURSOS VEGETALES EMERGENTES PARA LA
AGRICULTURA DE ZONAS ÁRIDAS ANTE EL
AGOTAMIENTO HÍDRICO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO**

*Joselyn Seminario Peña, Alejandra Nieto Garibay *, Enrique
Trovo Diéguez y Bernardo Amador Murillo*

505

**SECCIÓN VII
CONCLUSIONES**

CAPÍTULO 25. CONCLUSIONES

*Luis Felipe Beltrán Morales * y Alfredo Ortega Rubio*

531

PRÓLOGO

Este libro integra investigaciones de diversos sistemas socioecológicos en ambientes terrestres, marinos y costeros del Noroeste de México. Refleja la calidad, diversidad y profundidad de las investigaciones que se llevan a cabo en uno de los más importantes Centros de Investigación de la Región: el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. CIBNOR, coordinado por el CONAHCYT.

Un grupo destacado de investigadores de este Centro Público del CONAHCYT resume sus resultados de sistemas agrícolas, de explotación de algunos recursos marinos, de manglares, hasta de microorganismos, entre otros. Todas las investigaciones reseñadas en este libro se han desarrollado con un claro compromiso social y se han desarrollado con rigor científico. Los resultados de los estudios integrados en este volumen son relevantes para la conservación, uso, manejo y aprovechamiento de importantes recursos naturales de la región Noroeste. El CIBNOR ha sido un faro de conocimiento y catalizador para el avance de las ciencias socio-ambientales en la Región y en el país.

Algunos de los resultados sintetizados en este libro, se podrán usar para elaborar propuestas más concretas de mayor incidencia en diversas comunidades a favor de la conservación de sus ecosistemas, de la biodiversidad regional, y también de la calidad de vida de sus comunidades, sobre todo, las más vulnerables. A partir de los estudios resumidos acá, se podrán, por ejemplo, elaborar planes de manejo, de explotación o conservación relevantes para la Región, en colaboración con las comunidades locales y los distintos niveles de gobierno.

Dra. María Elena Álvarez-Buylla Roces

Directora General del CONAHCYT.

Cd. de México, a 16 de junio, 2024

PREFACIO

A casi medio siglo de su creación, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C (Cibnor-Conahcyt) ha mostrado su compromiso no solo con la generación de conocimiento de alto rigor y la formación de especialistas científicos, sino con la atención de problemáticas sociales y ambientales orientadas a la conservación y aprovechamiento de recursos naturales, por el sector social y productivo del Noroeste de México, impulsando también, desde uno de los territorios más aislados, la conciencia social sobre el cuidado de medio ambiente.

En el trabajo que han desarrollado a lo largo de los años, las y los investigadores del Cibnor, encontramos bosquejos de lo que en la nueva Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, se garantiza como derecho humano a la ciencia, con el fin de que toda persona goce de los beneficios del desarrollo científico y tecnológico y de otros derechos humanos facilitados por el ejercicio de las humanidades, ciencias, tecnologías e innovación, con un enfoque centrado en la persona, que incluya la preservación y protección del ambiente, pues es de esta forma, como el pueblo de México puede acceder al bienestar.

Este libro que nos entrega el Cibnor, arroja luz sobre el excepcional trabajo llevado a cabo por las y los investigadores de este Centro Conahcyt, a lo largo de su historia. En sus líneas se encontrará como lugar común el diálogo de saberes, y con diferentes actores sociales que enriquecen el quehacer científico desarrollado en muchas ocasiones en el territorio, como el lugar de encuentro natural. La obra es más que un compendio de aportes y resultados de investigación, son testimonio del compromiso incansable de su personal científico, tecnológico y administrativo que han convertido a Cibnor-Conahcyt en una referencia nacional, indiscutible, en ciencias biológicas y en el uso, manejo y preservación de los recursos naturales.

Asimismo, esta obra es un homenaje a las Unidades Foráneas de Cibnor-Conahcyt que han nacido en varias ciudades de nuestro país convirtiéndose en motores que impulsan la búsqueda de respuestas a las preguntas más apremiantes de su entorno socio-ecológico relacionado con problemáticas regionales y locales. Temas comunes son el agua; la alimentación; la producción y el impacto ambiental de las actividades productivas como la agrícola, pecuaria y pesca; el valor de los conocimientos tradicionales; el impacto del cambio climático en los ecosistemas, entre otros temas, que se cruzan con los Programas Nacionales Estratégicos del Conahcyt, en la búsqueda de soluciones integrales que tengan incidencia en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades y el bienestar de las personas.

Desde Conahcyt reconocemos el trabajo que se realiza en el Cibnor-Conahcyt y deseamos que esta obra contribuya a la reflexión del bien que representa la ciencia, cuando su interés es el bien público, el bien común.

Dr. José Alejandro Díaz Méndez

Titular de la Unidad de Articulación Sectorial y Regional, CONAHCYT.

Cd. de México, a 16 de junio, 2024

CAPÍTULO 5

APORTACIONES HISTÓRICAS DEL PROGRAMA DE ECOLOGÍA PESQUERA COMO VÍNCULO VITAL PARA EL BIENESTAR SOCIAL

Crisalejandra Rivera-Pérez

crivera@cibnor.mx

Resumen

El Programa de Ecología Pesquera del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR) ha desempeñado un papel fundamental en el sector pesquero. Desde su creación, ha realizado importantes contribuciones mediante la generación de conocimiento, enmarcadas en sus cinco líneas estratégicas de investigación. Estas abarcan diversos aspectos, desde el estudio de los recursos marinos comerciales y potenciales hasta el análisis de la fauna de acompañamiento. Destacadamente, se ha investigado la variabilidad ambiental en las pesquerías, dado su crucial importancia para comprender y gestionar eficazmente los recursos marinos, promoviendo así su sostenibilidad y resiliencia frente a los desafíos ambientales y climáticos presentes y futuros. Estos estudios han permitido identificar recursos marinos y/o subproductos que pueden ser valorizados, maximizando así los beneficios económicos y nutricionales, reduciendo el desperdicio y fomentando la sostenibilidad en toda la cadena de suministro pesquero. Además, se ha enfocado en esquemas de ordenamiento pesquero, los cuales son cruciales para garantizar la sostenibilidad de la pesca, proteger los ecosistemas marinos y promover el bienestar social y económico de las comunidades pesqueras. Estos esfuerzos también son esenciales para cumplir con

ECOLOGÍA PESQUERA

las obligaciones internacionales en materia de conservación marina. De esta manera, el Programa de Ecología Pesquera del CIBNOR ha sido un actor clave en la generación de conocimiento y la implementación de medidas para promover la sostenibilidad y la eficacia en el sector pesquero, contribuyendo así al bienestar tanto de las comunidades pesqueras como del medio ambiente marino.

Palabras clave: pesquerías, sustentabilidad, marinos, valorización, ordenamiento.

Abstract

The Fisheries Ecology Program of the Northwest Center for Biological Research (CIBNOR) has played a fundamental role in the fishing sector. Since its conception, it has made significant contributions through knowledge generation, framed within its five strategic lines of research. These includes various aspects, from the study of commercial and potential marine resources to the analysis of by-catch fishery. Notably, environmental variability in fisheries has been investigated, given its crucial importance in understanding, and effectively managing marine resources, thus promoting their sustainability and resilience against present and future environmental and climatic challenges. These studies have allowed the identification of marine resources and/or by-products that can be valorized, thereby maximizing economic and nutritional benefits, reducing waste, and fostering sustainability throughout the fishing supply chain. Additionally, focus has been placed on fisheries management schemes, which are crucial for ensuring the sustainability of fishing, protecting marine ecosystems, and promoting the social and economic well-being of fishing communities. These efforts are also essential for fulfilling international obligations regarding marine conservation. Thus, the Fisheries Ecology Program of CIBNOR has been a key actor in knowledge generation and the implementation of measures to promote sustainability and efficiency in the fishing sector, thereby

contributing to the well-being of both fishing communities and the marine environment.

Keywords: fisheries, sustainability, marine, valorization, management.

Introducción

El sector pesquero en conjunto con la acuicultura, han sido reconocidos cada vez más por su contribución esencial a la seguridad alimentaria y la nutrición a nivel mundial en el siglo XXI. La producción pesquera ha incrementado significativamente en los últimos siete decenios, pasando de 19 millones de toneladas en 1950 a un récord histórico de unos 179 millones de toneladas en 2018, con un crecimiento anual promedio de 3.3% (FAO, 2022). Sin embargo, en 2019 con el brote por coronavirus (COVID-19) la producción descendió ligeramente, para incrementarse apenas un 0.2% para 2020 con una producción de 178 millones de toneladas (FAO, 2022).

México es privilegiado por su posición geográfica al estar rodeado por el Océano Pacífico, Golfo de California, Golfo de México y el mar Caribe, además cuenta con un gran número de islas e islotes, dando como resultado una gran riqueza de ecosistemas y especies de gran importancia para el país. Una de las vocaciones naturales más importantes de México son la pesca y la acuicultura (CONAPESCA, 2021). A nivel mundial, nuestro país es el número 16 en cuanto a la producción de pescados y mariscos (EDF, 2019) y se estima que en México se consumen entre 4-6 g de proteína de pescado *per cápita* al día. Sin embargo, el desarrollo de estas actividades productivas está condicionada al estadio físico de los activos productivos (embarcaciones y unidades de producción), los cuales de acuerdo con el Registro Nacional de Pesca y Acuicultura (RNPA) la flota pesquera mexicana ésta constituida por 76,306 embarcaciones: 2,020 embarcaciones

ECOLOGÍA PESQUERA

mayores registradas y 74,286 embarcaciones menores (ribereñas) registradas (DOF, 2020).

Sin embargo, en México la pesca sigue siendo una actividad poco valorada. Históricamente no se ha considerado como una actividad económica prioritaria para el país; se destinan recursos muy limitados para promoverla y se subestima su gran potencial como fuente de alimentación saludable para los mexicanos (EDF, 2019).

El Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR), creado en 1975, ha enfocado su visión en contribuir al progreso económico y social sostenible del país, mediante la generación de conocimiento científico, formación de recursos humanos, desarrollo tecnológico y de innovación. En este marco, se creó la División de Biología Marina el cual años después se convirtió en el Programa Académico de Ecología Pesquera (PEP). Este Programa tiene sedes en La Paz, Baja California Sur y en Guaymas, Sonora, e incluye cinco líneas estratégicas que abordan desde diferentes aspectos los recursos marinos que actualmente se pescan y la identificación de nuevos recursos potenciales, además de la transformación de estos recursos en nuevos productos mediante herramientas biotecnológicas (Figura 9).

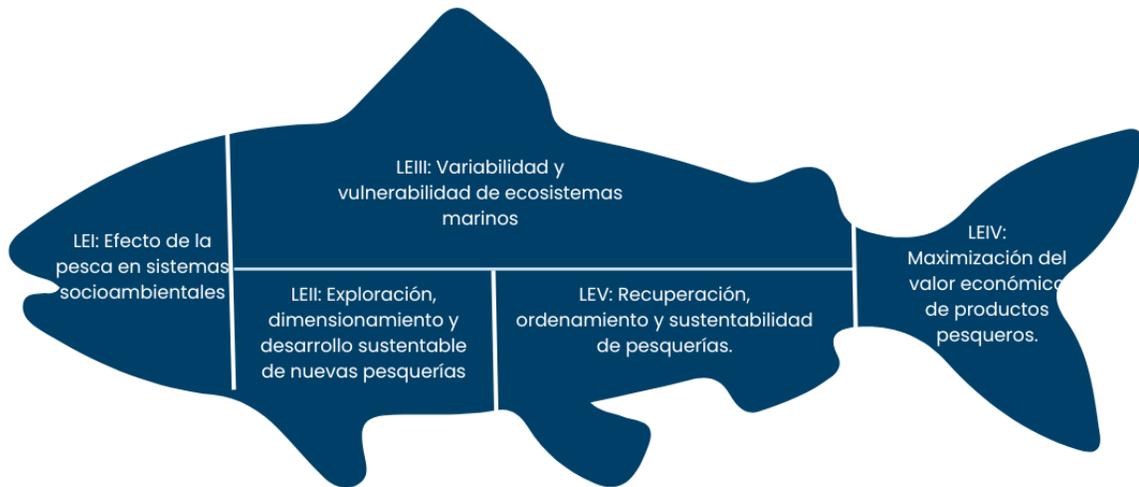


Figura 9. Líneas estratégicas del Programa de Ecología Pesquera de CIBNOR.

Impacto del PEP a través de sus líneas estratégicas

Las pesquerías mexicanas desempeñan un papel esencial en la seguridad alimentaria del país, al proporcionar una fuente crucial de proteínas y nutrientes (FAO 2022). Las comunidades costeras dependen directamente de la pesca como una fuente primaria de alimentos, y los productos del mar contribuyen significativamente a la dieta de la población mexicana. La diversidad de especies capturadas y cultivadas no solo enriquece la oferta alimentaria, sino que también refleja la riqueza de la biodiversidad marina que sustenta estos ecosistemas.

Desde tiempos ancestrales, la actividad pesquera han sido un pilar cultural y social en México. Las comunidades pesqueras, con sus tradiciones arraigadas, han forjado una conexión profunda con el mar y sus recursos. Además de proporcionar empleo, las pesquerías contribuyen a la cohesión comunitaria y al sentido de identidad local, formando parte integral del patrimonio cultural de muchas regiones costeras (Rodríguez Galicia, 2017).

ECOLOGÍA PESQUERA

Algunos hitos de las pesquerías en la última década incluyen la Certificación MSC para la Pesquería de Atún en el Pacífico Mexicano en 2012 (FAO, 2022). Este reconocimiento del Marine Stewardship Council subrayó los esfuerzos de México para gestionar de manera sostenible la pesquería de atún. Posteriormente, en 2017, la implementación de Dispositivos Excluidores de Tortugas (DET) marcó otro hito importante. México, en línea con las preocupaciones de conservación, adoptó medidas específicas para reducir la captura incidental de tortugas marinas en las operaciones pesqueras. La introducción de estos dispositivos en las redes de arrastre refleja el compromiso del país con la conservación de especies en peligro de extinción y ha influido en la adaptación de las prácticas pesqueras. Finalmente, en 2022, se resalta la restauración de los hábitats acuáticos y el cuidado a la biodiversidad, a través de la iniciativa de la transformación azul, la cual respalda una visión dinámica y positiva de la pesca y la acuicultura en el siglo XXI, en la que el sector goza del reconocimiento por su contribución a la lucha contra la pobreza, el hambre y la malnutrición (FAO, 2022).

El Programa de Ecología Pesquera del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) ha dejado una huella significativa en la investigación pesquera en México, como se refleja en las aproximadamente ~900 publicaciones generadas en la última década. Estas contribuciones se alinean estrechamente con las líneas estratégicas del programa, que abordan los desafíos y las oportunidades en el ámbito de las pesquerías.

Línea Estratégica 1: Efectos de la Pesca en Sistemas Socioambientales.

A lo largo de los años, el PEP ha investigado los problemas ambientales que impactan los ecosistemas mediante la integración de subsistemas bióticos y sociales. Un ejemplo destacado es el análisis de la pesca de arrastre de camarón

en el Golfo de California (GC) (Aurioles y Balart, 1995; Rábago-Quiroz et al., 2012; Morales Azpeitia et al., 2013; López-Martínez et al., 2014), donde se ha colaborado con instituciones como el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, así como con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del Estado de Sonora. Estas investigaciones han revelado que, aunque la pesca de arrastre perturba el ecosistema costero debido a su alto consumo de energía, el sistema puede recuperarse rápidamente. El estudio de la fauna de acompañamiento ha proporcionado información valiosa sobre diversas especies marinas (Balart, 1996), enriqueciendo nuestro conocimiento de la biodiversidad local. Este conocimiento también ayuda a identificar especies con potencial pesquero, ofreciendo alternativas a las autoridades para diversificar la pesca, reducir la presión sobre el camarón y aumentar los ingresos de los pescadores, contribuyendo así a la seguridad alimentaria del país.

Línea Estratégica 2: Exploración, Dimensionamiento y Desarrollo Sustentable de Nuevas Pesquerías.

Se admite que en México varios recursos pesqueros están sobre o cerca de los límites de sostenibilidad. A pesar de esta situación, se puede argumentar que el país no ha maximizado el uso de sus recursos pesqueros y que aún hay oportunidades relacionadas con los recursos potenciales abundantes, especialmente en zonas de alta productividad biológica, como la Costa Occidental de la Península de Baja California y el Golfo de California. Por ejemplo, La langostilla (*Pleuroncodes planipes*) ha sido vista como un recurso viable para la explotación pesquera durante varias décadas. Se han llevado a cabo diversos estudios sobre aspectos de su dinámica poblacional, como crecimiento, mortalidad, biología reproductiva, distribución, abundancia, estimaciones de biomasa, ecología del comportamiento, relación con el ambiente, genética poblacional, así como aspectos de fisiología y toxicología, entre otros (De Anda-Montañez et al., 2016; Martínez-Canto et al., 2013). Además, las investigaciones desarrolladas por personal del PEP Unidad

ECOLOGÍA PESQUERA

Guaymas ayudaron a detonar la pesca de la medusa bola de cañón (López-Martínez et al., 2006; López-Martínez & Ocampo-Victoria, 2008; Burrola et al., 2009; Carvalho-Saucedo et al., 2011; López-Martínez et al., 2017; López-Martínez et al., 2018), generando ~6,000 empleos con una derrama de 18 millones de dólares. Se integró la ficha técnica de la Carta Nacional Pesquera.

Se han realizado esfuerzos de pesca exploratoria para evaluar nuevos recursos potenciales, como la del Cangrejo Araña (*Maiopsis panamensis*) (Rodríguez-Jaramillo et al., 2021) y Terciopelo (*Stenocionops ovata*). Además, se han ejecutado proyectos diversos, como el estudio de la totoaba en el Golfo de California, abordando aspectos como dinámica poblacional, biología reproductiva, ecología trófica y diversidad genética (Valenzuela-Quiñonez et al., 2015; Valenzuela-Quiñonez et al., 2016; Hernández-Aguilar et al., 2017; Hernández-Tlapale et al., 2020). Estos proyectos han respaldado decisiones gubernamentales y respondido a demandas sociales, siendo difundidos en publicaciones científicas y utilizados en la formación de recursos humanos especializados.

Línea Estratégica 3: Variabilidad y Vulnerabilidad de Ecosistemas Marinos.

En la última década se han llevado a cabo estudios en el Golfo de California con especies bentónicas para comprender su distribución, dinámica poblacional y capacidad reproductiva, con el objetivo de identificar posibles especies invasoras y las zonas de riesgo (Pérez-Estrada et al., 2013; Moreno-Dávila et al., 2023). Estos estudios utilizan enfoques multidisciplinarios, combinando trabajo de campo, bioensayos de laboratorio y análisis de datos con diversas técnicas analíticas. Se investiga el impacto del cambio climático, proyectando escenarios de aumento de temperatura, acidificación y turbulencia del agua (López-Martínez et al., 2023; Lluch-Cota et al., 2023; Urcádiz-Cázares et al., 2023; Piñón-Gimate et al., 2022; Zamora-Sarabia et al., 2022; Farach-Espinoza et al., 2021; Bautista-Romero et al.,

2017). Además, se aborda la contaminación por microplásticos, evaluando la bioacumulación y transferencia de plásticos en cadenas tróficas marinas (Sánchez Osuna, 2023). Estas investigaciones buscan comprender las respuestas de las especies y los ecosistemas a los cambios ambientales y proporcionar información para la toma de decisiones en la preservación de los ecosistemas marinos y el aprovechamiento sostenible de los recursos en la región noroeste de México.

Línea Estratégica 4: Maximización del Valor Económico de Productos Pesqueros.

La bioprospección ha sido una estrategia para evaluar y aprovechar los recursos presentes en la biodiversidad. Estas actividades abarcan desde la investigación de compuestos innovadores obtenidos de organismos como bacterias, hongos, algas, plantas o animales, hasta la identificación de especies, variedades y recursos que puedan servir como base para el desarrollo de productos con valor comercial (CONACYT-PEI, 2018). La exploración biológica y/o genética, son fundamentales en este proceso. La Bioprospección también permite revelar nuevos usos para recursos ya conocidos y, en última instancia, busca ofrecer alternativas de producción para evitar el agotamiento de los recursos.

En la última década destacan investigaciones sobre la langostilla (García-Carreño, 1992; García-Carreño et al., 1996), abordando problemas para los pescadores y buscando su aprovechamiento integral. Además, se estudian microorganismos marinos para obtener pigmentos y enzimas antioxidantes, se ha aprovechado el camarón para obtener harinas (Ayala Borboa, 2014), proteínas, quitina y enzimas (Arreola et al., 2023), se han desarrollado estrategias para generar concentrados de proteína de calamar (Córdova-Murueta et al., 2013; Córdova-Murueta et al., 2018), se están desarrollando investigaciones de proteínas de conchas (Rivera-Pérez et al., 2019; Rivera-Pérez et al., 2022; Arroyo Loranca et al., 2023) con potencial aplicación médica y cosmética, además se han generado

péptidos bioactivos a partir de vísceras de moluscos y peces con propiedades anticancerígenas, antibióticas y antimicóticas (Rivera-Pérez et al., 2023), útiles también en la industria agroalimentaria.

Línea Estratégica 5: Recuperación, Ordenamiento y Sustentabilidad de Pesquerías.

En las últimas décadas, esta línea de investigación ha contribuido significativamente al manejo pesquero, participando en la creación de normativas y planes de manejo, como la Norma Oficial Mexicana para la pesquería de la almeja de sifón (Suárez-Moo et al., 2013; Aragón-Noriega et al., 2019; Hidalgo-de-la-Toba et al., 2021; Luquin-Covarrubias & Morales-Bojórquez, 2021; Larios-Castro et al., 2023; Hidalgo-de-la-Toba et al., 2023) y el plan de manejo de la curvina golfina (Mendivil-Mendoza et al., 2018). También ha respaldado la certificación internacional de sustentabilidad de las pesquerías de sardina en el Golfo de California, impactando en normativas nacionales y documentos de gestión pesquera. La línea ha influido en decisiones importantes, como el cierre a la pesca con ciertos tipos de redes en el Alto Golfo de California, y ha brindado asesoramiento a nivel internacional, asistiendo a los gobiernos de Perú y Ecuador en la gestión del calamar gigante (Hernández-Muñoz et al., 2016; Ramos et al., 2017; Goicochea-Vigo et al., 2019; Pérez-Palafox et al., 2019) y colaborando con la FAO en temas de pesca responsable y efectos climáticos.

Además, ha trabajado en conjunto con diferentes instancias y niveles de gobierno, atendiendo solicitudes de la Cámara de Diputados de la Federación y colaborando con el Gobierno del Estado de Baja California Sur en el desarrollo de programas y diagnósticos para la pesca y acuicultura. Se destaca su participación en mesas de trabajo del Senado de la República para la adecuación de la Ley de Pesca. La visión a largo plazo implica redoblar esfuerzos en enfoques tradicionales y expandir capacidades mediante nuevos temas y técnicas, como análisis,

modelación matemática, evaluación bioeconómica y enfoques socioecológicos para asegurar la viabilidad a largo plazo del sector pesquero.

Conclusiones

En conclusión, el Programa de Ecología Pesquera ha desempeñado un papel crucial en la mejora del bienestar social al examinar detenidamente el impacto de las actividades pesqueras en los ecosistemas marinos y las comunidades locales. La gestión sostenible de los recursos pesqueros ha sido una prioridad, buscando armonizar la explotación pesquera con la conservación de los ecosistemas y la protección de las comunidades dependientes de la pesca. Además, el programa está contribuyendo de manera significativa a la toma de decisiones informada, identificando cómo la actividad pesquera influye en las comunidades locales en términos de empleo, ingresos y calidad de vida.

La investigación también se centra en la reducción de los impactos ambientales y la mejora de la eficiencia de las actividades pesqueras, abordando cuestiones críticas para lograr una pesca más sostenible. Las conclusiones derivadas de estos estudios no solo informan sobre la situación actual de los recursos marinos, sino que también respaldan la formulación de políticas y estrategias de gestión, contribuyendo así al desarrollo de enfoques más equilibrados y sostenibles en el ámbito pesquero.

Importancia social

El impacto social de las pesquerías mexicanas es profundo y multifacético, ya que estas actividades no solo sostienen la seguridad alimentaria del país, sino que también representan un pilar económico y cultural para miles de comunidades costeras. La pesca proporciona empleos directos e indirectos, fomenta la identidad

ECOLOGÍA PESQUERA

local y preserva saberes tradicionales que se transmiten de generación en generación. La implementación de prácticas pesqueras sostenibles, como los Dispositivos Excluidores de Tortugas (DET) y la adopción de certificaciones internacionales, ha permitido conciliar la conservación ambiental con la protección del ingreso de los pescadores. A su vez, la exploración de nuevas pesquerías y la valorización de subproductos han generado alternativas económicas viables para comunidades vulnerables, como lo demuestra el aprovechamiento integral de especies como la langostilla o el callo de hacha. Estos esfuerzos promueven una economía circular, resiliente al cambio climático y con menor dependencia de especies sobreexplotadas. La investigación científica liderada por el Programa de Ecología Pesquera del CIBNOR ha fortalecido la toma de decisiones basada en evidencia, incidiendo en políticas públicas que buscan un equilibrio entre aprovechamiento y equidad social. En conjunto, estas acciones consolidan a las pesquerías como motores de desarrollo sostenible y bienestar comunitario en el México costero.

Perspectivas

Algunas de las perspectivas futuras del Programa apuntan a una mayor atención y acción en varios frentes:

Sostenibilidad y gestión de recursos: Implementación de prácticas sostenibles como cuotas de captura, áreas protegidas y regulaciones para evitar sobreexplotación.

Impacto de las pesquerías sobre la biodiversidad marina: Evaluación de las interacciones tróficas, la pérdida del hábitat y los efectos indirectos en especies no objetivo.

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

Impacto del cambio climático: evaluación del efecto del cambio climático como cambios de temperatura del agua, acidificación oceánica y alteración de los patrones de migración de las especies objetivo.

Impacto socioeconómico: A través de estudios bioeconómicos se espera obtener un enfoque renovado de los impactos socioeconómicos de la pesca en las comunidades costeras y los pescadores, p.e. evaluación de los efectos en la seguridad alimentaria, el empleo y la infraestructura de las comunidades pesqueras.

Innovación en monitoreos: Desarrollo de técnicas de pesca selectiva, monitoreo satelital y sistemas de posicionamiento.

Valorización de productos pesqueros: Desarrollo de productos de valor agregado, como alimentos procesados, suplementos nutricionales, cosméticos y productos farmacéuticos derivados de organismo marinos. Así mismo, valorización de subproductos pesqueros, como vísceras, escamas y piel para la generación de piensos, productos farmacéuticos y otros usos industriales.

Colaboración y desarrollo de cadenas de valor: Mayor participación en la cadena de valor, incluyendo pesadores, procesadores, distribuidores y minoristas, para maximizar el valor económico de los productos pesqueros, mediante la creación de asociaciones estratégicas para la recomendación de adopción de prácticas de gestión de la cadena de suministro más eficiente para los recursos pesqueros.

Gobernanza y colaboración internacional: Crear lazos de colaboración nacional e internacional en temas prioritarios como la pesca ilegal o no reportada. Así mismo, con el esclarecimiento de especies reguladas como en peligro de extinción y que carecen de información para mantenerse en ese estatus.

Literatura citada

- Aragón-Noriega, E. A., Alcántara-Razo, E., Cruz-Vásquez, R., Castillo-Vargasmachuca, S. G., Rodríguez-Domínguez, G., Ponce-Palafox, J. T., & López-Sánchez, J. A. (2019). Growth Variations in the Geoduck *Panopea globosa* in Different Climatological Regions of Northwestern Mexico. *Journal Of Shellfish Research*, 38(2), 279. <https://doi.org/10.2983/035.038.0208>
- Aurioles-Gamboa, D., & Balart, E. F. (Eds.). (1995). *La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México, 233 pp.
- Ayala Borboa, G. (2014). Efecto de la inclusión de harina de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) en el alimento la expresión y actividad enzimática digestiva en el intestino del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Tesis. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/430>
- Balart, E. F. (1996). Recurso merluza. Pp. 263-271. En M. Casas-Valdez & G. Ponce-Díaz (Eds.), *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. SEMARNAP/Gobierno del Estado de B.C.S./FAO/INP/UABCS/CIBNOR/CICIMAR/CET-Mar., La Paz, B.C.S., México.
- Bautista-Romero, J. J., Funes-Rodríguez, R., Jiménez-Rosenberg, S. P. A., & Lluch-Cota, D. B. (2018). Preferential distribution of fish larvae in the California Current system: time, space, and temperature. *Fisheries Oceanography*, 27, 259-273.
- Burrola Sánchez, M. S., López Martínez, J., Padilla Arredondo, G., Urias Laborín, D., & Padilla Serrato, P. (2009). Influencia de los procesos costeros sobre la distribución de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* (Agassiz, 1860) en el Golfo de California. Pp. 156-177. En J. López-Martínez (Ed.), *La Variabilidad Ambiental y las Pesquerías de México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. México. 200 pp.
- Carvalho-Saucedo, L., López-Martínez, J., & García-Domínguez, F. (2011). Biología reproductiva de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* (Agassiz 1862) en la laguna Las Guásimas, Sonora, México. *Hidrobiológica*, 21(1), 77-88.
- Casas-Valdez, M., & Ponce-Díaz, G. (Eds.). (1996). *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. SEMARNAP/Gobierno del Estado de B.C.S./FAO/INP/UABCS/CIBNOR/CICIMAR/CET-Mar., La Paz, B.C.S., México.

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

- CONAPESCA. (2021). *Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca*. <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx>
- Cooney, D. B. S., Fernández-Ríos, A., Mellett, S., Rowan, N., Morse, A. P., Hayes, M., Laso, J., Regueiro, L., Wan, A. H. L., & Clifford, E. (2023). A circular economy framework for seafood waste valorisation to meet challenges and opportunities for intensive production and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 392, 136283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126283>
- De Anda-Montañez, J. A., Martínez-Aguilar, S., Balart, E. F., Zenteno-Savín, T., Méndez-Rodríguez, L., Amador-Silva, E., & Figueroa-Rodríguez, M. (2015). Spatio-temporal distribution and abundance patterns of red crab *Pleuroncodes planipes* related to ocean temperature from the Pacific coast of the Baja California Peninsula. *Fisheries Science*, 82(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s12562-015-0938-8>
- DOF. (2020). Comisión nacional de pesca y acuacultura 2020-2024. *Programa especial derivado del plan nacional de desarrollo 2019-2024*. 30/12/2020. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609194&fecha=30/12/2020
- EDF. (2019). El cambio climático amenaza pesquerías cruciales para la alimentación y el bienestar social de millones de mexicanos. Disponible en: <https://mexico.edf.org/prensa/el-cambio-climatico-amenaza-pesquerias-cruciales-para-la-alimentacion-y-el-bienestar-social>
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Farach-Espinoza, E. B., López-Martínez, J., García-Morales, R., Nevárez-Martínez, M. O., Lluch-Cota, D. B., & Ortega-García, S. (2021). Temporal Variability of Oceanic Mesoscale Events in the Gulf of California. *Remote Sensing*, 13(9), 1774. <https://doi.org/10.3390/rs13091774>
- Goicochea-Vigo, C., Morales-Bojórquez, E., Zepeda-Benítez, V. Y., Hidalgo-De-La-Toba, J. Á., Aguirre-Villaseñor, H., Mostacero-Koc, J., & Atoche-Suclupe, D. (2019). Age and growth estimates of the jumbo flying squid (*Dosidicus gigas*) off Peru. *Aquatic Living Resources*, 32, 7. <https://doi.org/10.1051/alr/2019007>
- Hernández-Muñoz, A. T., Rodríguez-Jaramillo, C., Mejía-Rebollo, A., & Salinas-Zavala, C. A. (2016). Reproductive strategy in jumbo squid *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835): A new perspective. *Fisheries Research*, 173, 145-150.
- Hernández-Aguilar, S. B., Zenteno-Savín, T., De Anda-Montañez, J. A., & Méndez-Rodríguez, L. C. (2017). Temporal variation in oxidative stress indicators in

ECOLOGÍA PESQUERA

liver of totoaba (*Totoaba macdonaldi*) Perciformes: Scianidae. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-12. doi: 10.1017/S0025315416001909.

- Hernández-Tlapale, C., De Anda-Montañez, J. A., Trasviña-Castro, A., Valenzuela-Quíñonez, F., Ketchum, J. T., & Muhlia-Melo, A. (2020). First record of vertical movements of the totoaba (*Totoaba macdonaldi*) as evidenced by pop-up satellite tags in the Upper Gulf of California. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1–9. <https://doi.org/10.1017/S0025315419001188>
- Hidalgo de la Toba, J. A., González Peláez, S. S., & Lluch-Cota, D. B. (2023). Recruitment patterns in Mexican geoduck (*Panopea spp.*) populations: Reconstruction from age structure and mortality parameters. *Fisheries Research*, 257, 106512
- Hidalgo-de-la-Toba, J. A., Vadopalas, B., Lluch-Cota, D. B., Morales-Bojórquez, E., Bautista-Romero, J. J., & González-Peláez, S. S. (2021). Individual growth profiling improves growth modelling in the geoduck clam *Panopea generosa*. *ICES Journal of Marine Science*, 78(1), 112–124. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa197>
- INEGI. (2023). *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto (PIB)*.
- Larios-Castro, E., Morales-Bojórquez, E., González Peláez, S. S., & Díaz-Uribe, J. G. (2023). An enhancement in the management practices of geoduck clam *Panopea globosa*: The estimation of reference points in the short and long term. *Ocean and Coastal Management*, 243, 106755. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106755>
- López Martínez, J., Porchas-Quijada, M., Álvarez-Tello, F. J., & Porchas-Cornejo, M. A. (2018). Association of the whale shark *Rhincodon typus* with the cannonball jellyfish *Stomolophus meleagris*. *Journal of Fish Biology*, 93(2), 401-404. <https://doi.org/10.1111/jfb.13664>
- López Martínez, J., Álvarez Tello, J., Arzola Sotelo, E. A., Herrera Valdivia, E., Morales Azpeitia, R., Herrera Cervantes, H., Nevárez Martínez, M. O., Padilla Serrato, J. G., García Morales, R., & Valdez Holguín, J. E. (2017). El cambio climático y la población de medusa *Stomolophus meleagris* en el Golfo de California. En Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (Ed.), *Memorias del Primer Encuentro Científico y Técnico Fondo Sectorial de Investigación Ambiental SEMARNAT-CONACYT* (pp. 105-111). México: Serie Avances de Investigación. 01/06/2017.

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

- López Martínez, J., Ocampo-Victoria, L., Rodríguez, J., & Hernández Saavedra, N. Y. (2006). Medusa bola de cañón: un recurso con potencial pesquero. *Biosis*, 1(2), 3-6.
- López Martínez, J., & Álvarez Tello, J. (2008). Medusa bola de cañón: recurso de exportación. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 34(226), 8-15.
- López-Martínez, J., López-Herrera, L., Valdez-Holguín, J. E., & Rábago-Quiroz, C. H. (2014). Population dynamics of the swimming crabs *Callinectes* (family: Portunidae) components of shrimp bycatch in the eastern coast of the Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*.
- López Martínez, J., Farach Espinoza, E. B., Herrera Cervantes, H., & García Morales, R. (2023). Long-Term Variability in Sea Surface Temperature and Chlorophyll a Concentration in the Gulf of California. *Remote Sensing*, 15, 4088. <https://doi.org/10.3390/rs15164088>
- Lluch-Cota, S. E., Sicard, M. T., Calderón-Liévanos, S., & Velasco-Echavarría, H. (2023). Empirical evidence of temperature variability as a concurrent limiting factor for abalone distribution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 282, 108252. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108252>
- Lluch Cota, D. B., Hernández Vázquez, S., Balart Paéz, E. F., Beltrán Morales, L. F., del Monte Luna, P., González Becerril, A., Lluch Cota, S. E., Navarrete del Proó, A. F., Ponce Díaz, G., Salinas Zavala, C. A., López Martínez, J., & Ortega García, S. (2006). *Desarrollo sustentable de la pesca en México: Orientaciones estratégicas*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C./Comisión Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca del Senado de la República. 436 pp.
- Luquin-Covarrubias, M., & Morales-Bojórquez, E. (2021). Effects of stochastic growth on population dynamics and management quantities estimated from an integrated catch-at-length assessment model: *Panopea globosa* as case study. *Ecological Modelling*, 440, 109384.
- Martínez-Canto, O., Olgún-Monroy, N. O., de Anda-Montañez, J. A., & Zenteno-Savín, T. (2013). Spatial and temporal variability of oxidative stress indicators in the red crab (*Pleuroncodes planipes*) from the west coast of the Baja California Peninsula, Mexico. *Ciencias Marinas*, 39, 41–53.
- Mendivil-Mendoza, J. E., Aragón-Noriega, E. A., Arreola-Lizárraga, J. A., Rodríguez-Domínguez, G., Castillo-Vargasmachuca, S. G., & Ortega-Lizárraga, G. G. (2018). Indicadores de sustentabilidad para la pesquería de curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*) en el Alto Golfo de California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53(1).

ECOLOGÍA PESQUERA

- Morales Azpeitia, R., López Martínez, J., Nevárez Martínez, M., & Herrera Valdivia, E. (2013). Population dynamics of *Pseudupeneus grandisquamis* and *Urobatis halleri* species in shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. *Hidrobiológica*.
- Moreno-Dávila, B., Huato-Soberanis, L., Gómez-Gutiérrez, J., Galván-Tirado, C., Sánchez, C., Alcoverro, T., Balart, E. F., & Turon, X. (2023). Taxonomic identity of *Distaplia stylifera* (Tunicata, Ascidiacea), a new arrival to the eastern Pacific displaying invasive behavior in the Gulf of California, Mexico. *Zookeys*, 1157, 109-125. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1157.95986>
- Pérez-Estrada, C. J., Rodríguez-Estrella, R., Palacios-Salgado, D. S., et al. (2013). Initial spread of the invasive green alga *Caulerpa verticillata* over coral reef communities in the Gulf of California. *Coral Reefs*, 32, 865. <https://doi.org/10.1007/s00338-013-1045-x>
- Pérez-Palafox, X. A., Morales-Bojórquez, E., Rodríguez-Jaramillo, M. C., Díaz-Uribe, J. G., Hernández-Herrera, A., Rodríguez-García, O. U., & Arizmendi-Rodríguez, D. I. (2019). Evidence of iteroparity in Jumbo Squid (*Dosidicus gigas*) in the Gulf of California, Mexico. *Journal of Shellfish Research*, 38(1), 149-162.
- Piñón-Gimate, A., Serviere Zaragoza, E., Chávez-Sánchez, T., & Casas-Valdez, M. (2022). Macroalgae blooms, composition, abundance, and their relationship with environmental variables at a subtropical bay of the Gulf of California. *Hidrobiológica*, 32(3).
- Rábago-Quiroz, C. H., López-Martínez, J., Valdez-Holguín, J. E., Nevárez-Martínez, M. O., & Acevedo-Cervantes, A. (2012). Fish assemblages in the bycatch of bottom shrimp trawls in the Gulf of California, Mexico. *Marine Biology Research*, 8(9), 865-876.
- Ramos, J. E., Ramos-Rodríguez, A., Bazzino-Ferreri, G., Kurczyn, J., Alejandro, D., Rivas, R., & Salinas-Zavala, C. (2017). Characterization of the northernmost spawning habitat of *Dosidicus gigas* with implications for its northwards range extension. *Marine Ecology Progress Series*, 572, 179-192.
- Rodríguez-Jaramillo, C., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., & Rábago-Quiroz, C. (2021). Reproduction in the spider crab *Maiopsis panamensis* (Decapoda: Majoidea) in the Gulf of California. *Invertebrate Biology*, 140(3), e12342.
- Sánchez Osuno, R. (2023). Abundancia de microplásticos en el mejillón (*Mytella strigata*) y la almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) en la Bahía de la Paz, B.C.S., México. Tesis de maestría. Recuperado de <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/3167>

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

- Suárez-Moo, P., Calderón-Aguilera, L. E., Reyes-Bonilla, H., et al. (2013). Integrating genetic, phenotypic and ecological analyses to assess the variation and clarify the distribution of the Cortes geoduck (*Panopea globosa*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(3), 809-816. <https://doi.org/10.1017/S0025315412001464>
- Rodríguez Domínguez, G., Castillo-Vargasmachuca, S. G., Pérez-González, R., & Aragón-Noriega, E. (2014). Catch – Maximum sustainable yield method applied to the crab fishery (*Callinectes* spp.) in the Gulf of California. *Journal of Shellfish Research*, 33(1), 45-51.
- Rodríguez Galicia, B. (2017). *La pesca mesoamericana: las artes de la actividad pesquera del pasado prehispánico y el presente*. ISBN: 978-607-02-9032-9.
- Urcádiz-Cázares, F. J., González-Peláez, S. S., Guerrero-Piñera, O., Peterson, M. S., López-García, J., & Cruz-Escalona, V. H. (2023). Environmental and geographic low suitability overlapping of geoduck clams in the Pacific Northeast predicted by Ecological Niche Modeling. *Regional Studies in Marine Science*, 69, 103333. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103333>
- Valenzuela-Quiñonez, F., De-Anda-Montañez, J. A., Gilbert-Horvath, E., Garza, J. C., & García-De León, F. J. (2016). Panmixia in a critically endangered fish: the totoaba (*Totoaba macdonaldi*) in the Gulf of California. *Journal of Heredity*, 107(6), 496-503. <https://doi.org/10.1093/jhered/esw046>
- Zamora-Sarabia, K. G., Arreguín-Sánchez, F., De Anda-Montañez, J. A., & Jacob-Cervantes, M. L. (2022). Effect of sea surface temperature on the growth performance of the thread herring (*Opisthonema libertate*) in the southern Gulf of California. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 50(1), 31-38. <https://doi.org/10.3856/vol50-issue1-fulltext-2746>

Para citar esta obra:

Rivera-Pérez, C. 2025. Aportaciones históricas del Programa de Ecología Pesquera como vínculo vital para el bienestar social. En: Ortega-Rubio (Coord.) *Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario*. (pp. 77-96). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S. México. 547 pp.

