

***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**

*Eugenio Alberto Aragón-Noriega **

385

**CAPÍTULO 20. LA PESCA COMO DETONANTE DEL BIENESTAR
COMÚN DEL PUEBLO YAQUI.**

Edgar Alcántara-Razo, Jesús Guadalupe Padilla-Serrato,
Eugenio Alberto Aragón-Noriega y Guillermo Ismael
Padilla-Serrato*

405

**CAPÍTULO 21. EL CALLO DE HACHA: BIOLOGÍA Y BASES PARA
UN MANEJO SUSTENTABLE**

*Mercedes Magali Gómez Valdez * y Lucía Ocampo*

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**

*Gracia Alicia Gómez Anduro *, David Raúl López Aguilar,
Julio Antonio Hernández, Efraín Payan Cázares y José
Manuel Melero Astorga*

455

**CAPÍTULO 23. MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO EN LOS
SISTEMAS AGROACUÍCOLAS**

*Yenitze Elizabeth Fimbres Acedo y Rodolfo Garza Torres **

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
Troyo 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 8

UNIDAD GUAYMAS: UNA TRAYECTORIA DE QUEHACER CIENTÍFICO CON COMPROMISO SOCIAL

José Alfredo Arreola Lizárraga

aarreola04@cibnor.mx

Resumen

Esta contribución expone la trayectoria y el papel que ha tenido la Unidad Guaymas del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), en realizar el quehacer científico con incidencia en bienestar social. Esta Unidad del CIBNOR se estableció en la ciudad de Guaymas, Sonora, en 1993, y con una trayectoria de más de 30 años, ha realizado investigación científica en temas de ecología pesquera, acuicultura, así como de planeación ambiental y conservación de la zona costera. Los logros cuantitativos y cualitativos de la Unidad Guaymas aportan evidencia de que se ha incidido en el bienestar de la sociedad, en formar capital humano con compromiso social y en inducir la apropiación social del conocimiento. Esta experiencia y aprendizaje fortalece la práctica de la ciencia para continuar la atención a los problemas y desafíos en el aprovechamiento sustentable y conservación de los recursos naturales costeros y marinos de la región noroeste de México.

Palabras clave: Ciencia y sociedad, ecología pesquera, acuicultura, conservación ambiental, manejo costero

Abstract

This contribution exposes the trajectory and the role that the Guaymas Unit of the Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) has had in carrying out scientific work with an impact on social welfare. This CIBNOR Unit was established in the city of Guaymas, Sonora, in 1993, and with a trajectory of more than 30 years, has conducted scientific research in fisheries ecology, aquaculture, as well as environmental planning and coastal zone conservation. The quantitative and qualitative achievements of the Guaymas Unit provide evidence that it has had an impact on the welfare of society, in training human capital with social commitment and in inducing social appropriation of knowledge. This experience and learning strengthens the practice of science to continue addressing the problems and challenges in the sustainable use and conservation of coastal and marine natural resources in the northwestern region of Mexico.

Keywords: science and society, fishery ecology, aquaculture, environmental conservation, coastal management

Introducción

La ciencia es una actividad humana creativa cuyo objetivo es la comprensión de la naturaleza y cuyo producto es el conocimiento, obtenido por medio de un método científico organizado en forma deductiva y que aspira a alcanzar el mayor consenso entre los sujetos técnicamente capacitados (Pérez-Tamayo, 2017) y la práctica de la ciencia se refiere colectivamente como investigación científica, la cual se realiza en centros de investigación y universidades de los sectores público y privado.

La realización de la investigación científica requiere: recursos humanos calificados que puedan proponer y desarrollar iniciativas y proyectos sujetos a la evaluación de pares calificados; recursos financieros, suficientes y administrados

en plazos adecuados al quehacer de generación del conocimiento y formación de recursos humanos; infraestructura física, en donde llevar a cabo las actividades sustantivas y adjetivas; y un marco normativo adecuado y flexible que permita la ejecución de proyectos (UNAM, 2018 p.11). En la actualidad, existe suficiente evidencia de que la generación del conocimiento científico y tecnológico lleva a un mayor desarrollo económico y social que impulsa el bienestar de la población. De acuerdo con Lee (2019 p.18), la implementación de una adecuada política de difusión y divulgación de la ciencia, constituye un factor de orgullo y cohesión nacional, y en México los casos ejemplares son ya numerosos y merecen ser reconocidos, consolidados y fomentados.

En México, el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) coordina un Sistema de 26 Centros Públicos de Investigación (CPI) que comparten cuatro ejes fundamentales en su quehacer: 1) realizar actividades de investigación, 2) formar recursos humanos altamente especializados, principalmente a través de programas de posgrado, 3) promover la mejora y el avance científico con el objetivo de impactar en los sectores públicos, productivo y social, 4) generar información técnica y científica derivada de sus procesos de investigación y generación del conocimiento (CONAHCYT, 2024).

Uno de estos CPI, es el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), creado en 1975 en la ciudad de La Paz, BCS. Posteriormente, como una estrategia para ampliar el ámbito geográfico de sus actividades y atender demandas de diversos sectores de la sociedad, se crearon unidades en Guerrero Negro (BCS), Tepic (Nayarit), Hermosillo y Guaymas (Sonora). En particular, la Unidad Guaymas (UG), inició labores el 16 de octubre de 1993 para atender la misión del CIBNOR de generación de conocimiento, formación de recursos humanos y vinculación con la sociedad, orientada a los ámbitos pesquero, acuícola y de gestión de la zona costera.

Es importante considerar que la ciudad y puerto de Guaymas, colinda al sur con la ciudad de Empalme, y estas ciudades, junto con la comisaría de San Carlos

(municipio de Guaymas) conforman una zona conurbada costera con una población de 156,139 habitantes (INEGI, 2020). En esta región del Golfo de California se realizan diversas actividades productivas incluyendo pesca, camaronicultura, turismo, movimiento de carga portuaria, agricultura costera y desarrollo urbano e industrial pesquero, en un escenario costero caracterizado por su diversidad de ecosistemas costeros: playas, costas rocosas, manglares, pastos marinos, islas, lagunas costeras y bahías.

El propósito de este capítulo es exponer la trayectoria y el papel que ha tenido la Unidad Guaymas del CIBNOR en la generación de conocimiento científico, la formación de capital humano y la apropiación social del conocimiento para el bienestar de la sociedad de esta región del Noroeste de México.

Estructura y líneas de investigación

El personal científico y técnico (CyT) de la Unidad Guaymas está constituido por cinco investigadores y doce técnicos. Este personal está adscrito a los programas académicos de ecología pesquera (dos investigadores y tres técnicos), acuicultura (un investigador y dos técnicos), y planeación ambiental y conservación (dos investigadores y dos técnicos). Adicionalmente, tres técnicos están adscritos a la Subdirección de Estudios Socio-ambientales y Servicios Especializados, y dos técnicos apoyan las áreas de informática y mantenimiento de equipos electrónicos, respectivamente. La consolidación del personal CyT se manifiesta con su pertenencia al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores: tres investigadores nivel 3, dos investigadores nivel 2, dos técnicos nivel candidato. Asimismo, el personal administrativo y de apoyo se conforma por once personas. El quehacer de la Unidad Guaymas es guiado por un(a) coordinador(a) cuya función es dirigir el desarrollo de las actividades sustantivas, así como promover y vincular sus actividades científicas y técnicas con los sectores público, social y privado en la

región y el país, recibiendo el apoyo de la Dirección General y de la Unidad de Administración y Finanzas del CIBNOR.

El quehacer científico se apoya en seis laboratorios: experimental acuícola, ecología pesquera, ecología aplicada y pesquerías, calidad del agua, modelación espacial y sensores remotos, y manejo costero.

La investigación científica se desarrolla en torno a cinco líneas:

1) Evaluación y manejo de recursos pesqueros potenciales, relación ambiente-recurso, y efectos ecológicos de la pesca en ecosistemas marinos. Se investigan potenciales recursos pesqueros y se evalúa la ocurrencia de nuevas especies con la finalidad de diversificar la pesca, siempre buscando el manejo sustentable y ayudando a la adaptación del sector pesquero.

2) Recuperación, ordenamiento y sustentabilidad de nuevas pesquerías. Las investigaciones se enfocan en pesquerías costeras. Se han realizado estudios pioneros en almeja generosa y se estudian otras especies como camarón, jaiba y peces. Las temáticas abordadas incluyen la evaluación de stocks, biología reproductiva y crecimiento individual.

3) Crecimiento, reproducción y manejo de moluscos bivalvos. Se estudia el crecimiento y los principales aspectos reproductivos de diversas especies de moluscos bivalvos de interés comercial, tanto en condiciones de cultivo como en el medio natural. Las especies estudiadas comprenden el ostión japonés, el ostión de placer, la almeja negra, el callo de hacha, las almejas de sifón, la concha nácar, entre otras.

4) Hidroclimatología. El principal interés es entender el origen y la distribución de las precipitaciones y escurrimientos superficiales en México. Elucidar las causas que fortalecen o debilitan sus cambios en el tiempo y el espacio, con especial interés en la ocurrencia de períodos prolongados de sequía o de inundaciones. La utilidad

de este conocimiento es su potencial aportación en la mejora de pronósticos y sus posibles repercusiones sociales, económicas y ambientales.

5) Ecología y manejo de ecosistemas costeros. Se estudian procesos ecológicos de ecosistemas costeros para evaluar su condición ambiental, detectar tendencias de cambio por influencia de las actividades humanas y aplicar este conocimiento al diseño, actualización e implementación de políticas públicas, incluyendo áreas naturales protegidas, ordenamientos ecológicos, refugios pesqueros, evaluaciones de impacto ambiental y gestión de playas recreativas.

El personal CyT de la Unidad Guaymas se ha destacado por su trabajo en colaboración con colegas de las otras Unidades del CIBNOR y de otras instituciones del país y del extranjero. Esto ha contribuido a una trayectoria exitosa, cuya evidencia se aporta a continuación.

Logros cuantitativos

Los logros cuantitativos se exponen en publicaciones científicas, proyectos de investigación y de servicios, formación de capital humano y actividades de acceso universal al conocimiento.

El número de publicaciones científicas para el periodo 1993-2023 denota un esfuerzo significativo y la mayoría (~ 84 %) corresponden a generación de nuevo conocimiento expuesto en artículos publicados en revistas científicas indizadas en el Journal Citation Report (JCR) y/o en el padrón de revistas del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Tabla 3).

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

Tabla 3. Publicaciones científicas generadas en el periodo 1993-2023 en la Unidad Guaymas del CIBNOR.

Publicaciones	1993-2023
Artículos científicos (Revistas indizadas JCR/CONAHCYT)	392
Capítulos de libro	70
Libros	6
Total	468

El número de proyectos de investigación y de servicios en el periodo 1993-2023 (aproximadamente cuatro por año) se han desarrollado en los ámbitos pesquero, acuícola, hidroclimatología, así como de ecología y gestión de la zona costera (Tabla 4).

Estos proyectos han atendido demandas de sectores productivos de pesca, acuicultura, turismo y movimiento marítimo, así como de diversas dependencias del sector gubernamental para apoyar la toma de decisiones en aspectos pesqueros, acuícolas y de gestión de la zona costera.

Las fuentes de financiamiento han sido el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, Secretarías de Estado, Dependencias Estatales, Fondos mixtos, Fundaciones, así como los Sectores productivos social y privado.

UNIDAD GUAYMAS

Tabla 4. Proyectos de investigación científica realizados en el periodo 1993-2023 en la Unidad Guaymas del CIBNOR.

Programa	Proyectos 1993-2023
Ecología pesquera	54
Acuicultura	19
Planeación ambiental y conservación	45
Total	118

La formación de recursos humanos en el periodo 1993-2023, por parte del personal CyT de la Unidad Guaymas, se ha realizado mediante la dirección y co-dirección de tesis de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, provenientes de 20 instituciones externas, así como de los programas de maestría y doctorado en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales del CIBNOR (Tabla 5). En el periodo 1993-2023, la dirección y co-dirección de tesis de maestría y doctorado de los programas del CIBNOR representaron el 53 % y el resto fue de instituciones externas.

Tabla 5. Tesis dirigidas o co-dirigidas por personal Científico y Técnico de la Unidad Guaymas del CIBNOR (1993-2023).

Tesis	Proyectos 1993-2023
Licenciatura	94
Maestría	85
Doctorado	41
Total	220

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

Las actividades de acceso universal al conocimiento se resumen para el periodo 2019-2023 (Tabla 6). La participación en medios de comunicación corresponde a artículos en periódicos, así como a entrevistas en radio, televisión y periódicos. La organización de eventos corresponde a la Semana de Posgrado en Guaymas que se organiza cada año con otras instituciones académicas que ofrecen posgrados en Guaymas y cuya novena edición se realizó en junio 2023. Otros eventos como la Expociencias también se realizan con otras instituciones educativas y en conjunto con el Ayuntamiento de Guaymas, ciclos de conferencias en el día internacional de los humedales (tres ediciones) organizados en conjunto con la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora. En su mayoría, las actividades de acceso universal al conocimiento se realizan en el marco del Programa de Acercamiento de la Ciencia a la Educación del CIBNOR y corresponden a conferencias de divulgación en escuelas de todos los niveles educativos, visitas de grupos escolares a los laboratorios de la Unidad Guaymas, así como webinarios y mesas redondas.

Tabla 6. Actividades de acceso universal al conocimiento en la Unidad Guaymas del CIBNOR.

Actividades de acceso universal al conocimiento	2019-2023
Artículos en revistas de divulgación	7
Participación en medios de comunicación	34
Participación en congresos	44
Organización de eventos	19
Programa de Acercamiento de la Ciencia a la Educación	190
Total	294

Logros cualitativos

Es importante considerar que el quehacer científico en la Unidad Guaymas del CIBNOR, S.C., se ha caracterizado por una estrecha vinculación con dependencias de los tres niveles de gobierno, así como con sectores productivos social y privado. El personal CyT de la Unidad Guaymas ha participado como miembros de Consejos Asesores de Pesca y Acuicultura, Comités de Sanidad Acuícola, Consejos Asesores de Áreas Naturales Protegidas, Consejos de Ordenamientos Ecológicos Marino y Estatal, así como Ordenamiento Territorial Municipal, apoyando la toma de decisiones, así como la formulación y seguimiento de políticas públicas en materia ambiental, pesquera y acuícola.

El nuevo conocimiento generado en los proyectos de investigación y de servicios, expuesto en las publicaciones científicas, han atendido problemas locales y regionales y han contribuido a orientar el aprovechamiento y conservación de recursos naturales de la región del Golfo de California, proporcionando bases científicas para apoyar la toma de decisiones de los sectores productivo y gubernamental. Ejemplos que cabe destacar en acuicultura: establecimiento de una red de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para el fortalecimiento del cultivo de moluscos bivalvos; evaluación de la calidad de semillas de ostión provenientes de los diferentes laboratorios de la región noroeste de México; evaluación multianual del desempeño de alimentos microparticulados y alimentos sustitutos de *Artemia*, en el desarrollo larvario de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. En ecología pesquera: estudios de la medusa bola de cañón, cuyas bases científicas generadas detonaron la pesquería incidiendo en la generación de 6000 empleos con una derrama de 18 millones de dólares en esta región del Golfo de California y además se integraron las fichas técnicas en la Carta Nacional Pesquera y en la Carta Nacional Acuícola; estudios de los efectos de la pesca de arrastre del Golfo de California para apoyar la toma de decisiones de la Comisión de Pesca de la Cámara de diputados, Gobierno de Sonora, Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura; un diagnóstico pesquero, social, económico y ambiental de las

comunidades del Alto Golfo de California puso en agenda que el problema ecológico del Alto Golfo es binacional México-EUA, por los cambios ambientales del hábitat, debido al represamiento del Río Colorado.

En planeación ambiental y conservación: modelo conceptual de la circulación atmosférica que explica las sequías en el Altiplano mexicano; una propuesta de una metodología para monitorear la sequía; información acerca del Capital Natural y Bienestar Social de la comunidad Yaqui que fue referencia útil para apoyar el Plan de Justicia para el Pueblo Yaqui (INPI, 2020); propuesta de manejo para lagunas costeras prioritarias del Golfo de California para apoyar la toma de decisiones del Instituto Nacional de Ecología; monitoreo ambiental para el desarrollo de proyectos de dragado en lagunas costeras de Sonora en apoyo a programa de la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura; diseño y seguimiento de un programa vigilancia ambiental de una Central de Ciclo Combinado de la Comisión Federal de Electricidad.

Lo expuesto aporta evidencia de la incidencia e impacto de los resultados de la investigación científica de la Unidad Guaymas en el desarrollo regional.

La formación de capital humano en el periodo 1993-2023, ha sido relevante porque la(o)s estudiantes formados en la Unidad Guaymas se han insertado en el mercado laboral en áreas de investigación, docencia, así como en los sectores privado y gubernamental, alguna(o)s de ella(o)s ingresando al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores, otra(o)s ocupando cargos importantes en la toma de decisiones en dependencias de gobierno o laborando en empresas acuícolas y pesqueras de la región.

La divulgación de la ciencia ha sido una práctica cotidiana del personal CyT de la Unidad Guaymas que ha dejado un aprendizaje y satisfacción por las respuestas de profesores y estudiantes, medios de comunicación y de la sociedad en general. Sobre esto, es importante destacar un par de recientes experiencias

exitosas: 1) el programa de actividades en ocasión del 30 aniversario de la Unidad Guaymas realizado en octubre 2023, que incluyó mesas redondas con niñas y niños de nivel básico abordando temas ambientales, con funcionarios de gobierno examinando aspectos de desarrollo local, ciclo de conferencias al público general y concurso de dibujo infantil y 2) la EXPOCIENCIAS realizada el 10 de noviembre 2023 en el malecón de Guaymas y que fue organizada por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR-Guaymas), Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD-Guaymas), Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON-Guaymas), Tecnológico Nacional de México (TNM-Guaymas) y el H. Ayuntamiento de Guaymas.

Conclusiones

La Unidad Guaymas del CIBNOR, debe continuar con el enfoque del quehacer científico orientado a que los resultados de las investigaciones incidan en beneficio de la sociedad, de formar capital humano con compromiso social y de inducir la apropiación social del conocimiento. Las líneas de investigación científica que se abordan en Ecología pesquera, Acuicultura y Planeación Ambiental y Conservación, resultan estratégicas en un escenario costero y marino regional con incremento en el desarrollo de actividades pesqueras, acuícolas, turísticas, agrícolas, movimiento de carga marítima, así como desarrollo urbano e industrial. Los retos actuales plantean continuar fortaleciendo la articulación de diferentes actores —gobierno, sector académico, sector privado y sociedad civil—, así como incrementar los esfuerzos para incorporar a la ciencia en la toma de decisiones de gobierno y fortalecer actividades productivas con el fin de mejorar el bienestar de las personas. Se requiere continuar el fomento de una cultura científica proporcionando información a los medios de comunicación, a las escuelas y a la ciudadanía.

Importancia social

El impacto social de la investigación científica realizada en la Unidad Guaymas, se ha expresado mediante evaluación de recursos pesqueros y directrices para su aprovechamiento ordenado, recomendaciones de mejores prácticas y estrategias para el cultivo de moluscos bivalvos y crustáceos, aportaciones para sustentar ordenamientos ecológicos marinos y costeros, manejo de áreas naturales protegidas marinas y costeras, así como diagnósticos socio-ambientales de zonas costeras para apoyar la gestión ambiental. La formación de capital humano con bases académicas y éticas ha sido trascendente para la atención de asuntos asociados al uso, manejo y preservación de los recursos naturales de la región noroeste de México. El trabajo ininterrumpido de acercar la ciencia a la educación y a la sociedad ha sido un proceso muy fructífero y muy satisfactorio. En resumen, esta evidencia exhibe la importancia social del quehacer de la Unidad Guaymas del CIBNOR.

Perspectivas

Con 30 años de trayectoria, es trascendente que la Unidad Guaymas tenga puesto en su agenda de corto y mediano plazo, el fortalecimiento de su infraestructura y el cambio generacional de su personal, esto permitirá asegurar la continuación del cumplimiento de su Misión con éxito.

Es fundamental considerar lo establecido por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, en el sentido de que: 1) las políticas de ciencia, tecnología e innovación deben desempeñar un papel central no solo en la construcción de capacidades nacionales en materia de Investigación y Desarrollo, sino también en la solución de problemas y desafíos nacionales, 2) es necesario

impulsar e implementar en forma decidida políticas activas en materia de ciencia, tecnología e innovación, respaldadas con recursos humanos y financieros, y enmarcadas en políticas de desarrollo productivo más profundas (CEPAL, 2024).

Literatura citada:

- CEPAL (2024) *Ciencia, tecnología e innovación para un desarrollo productivo sostenible e inclusivo: lineamientos para el período 2024-2025* (LC/CCITIC.4/3), Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. Disponible en:
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/69093-ciencia-tecnologia-innovacion-un-desarrollo-productivo-sostenible-inclusivo>
- CONAHCYT (2024, 14 de febrero). *Sistemas de Centros Públicos*. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. Disponible en:
<https://conahcyt.mx/conahcyt/areas-del-conahcyt/uasr/sistema-de-centros-de-investigacion/>
- INEGI (2020). *Censo Población y Vivienda 2020*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en:
<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>.
- INPI (2020). *Plan de Justicia para el Pueblo Yaqui*. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. Gobierno de México. Disponible en:
<https://www.inpi.gob.mx/gobmx-2021/Plan-de-Justicia-del-Pueblo-Yaqui.pdf>
- Lee, W.H. (2019). Ciencia, tecnología e innovación: una agenda para 2018-2024. *Ciencia*, 70 (2): 16-23. Disponible en:
https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/70_2/PDF/05_70_2_1169_AgendaMexicana.pdf
- Pérez-Tamayo, R. (2017). *La estructura de la ciencia*. México: El Colegio Nacional-Fondo de Cultura Económica.
- UNAM (2018). *Hacia la consolidación y desarrollo de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación: Objetivo estratégico para una política de Estado 2018-2024*. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en:
<http://www.dgcs.unam.mx/CTI-180822.pdf>

Para citar esta obra:

Arreola Lizárraga, J.A. 2025. Unidad Guaymas: una trayectoria de quehacer científico con compromiso social. en: Ortega-Rubio A. (Coord.) *Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario*. (pp. 133-147). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S. México. 547 pp.

