



**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
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 7

CONTRIBUCIÓN AL BIENESTAR COMUNITARIO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA UNIDAD HERMOSILLO

Juan Bautista Vega Peralta* y Arturo Sánchez-Paz

bvega04@cibnor.mx

Resumen

La Unidad Hermosillo del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) ha tenido un papel crucial en el aprovechamiento de los recursos naturales para el beneficio comunitario a lo largo de los años. Desde su establecimiento en 1993 como entidad de instrumentación electrónica, la unidad ha evolucionado para centrarse en la investigación científica y el desarrollo tecnológico, especialmente en el ámbito de la sanidad acuícola. Inicialmente, la Unidad proporcionó apoyo técnico y científico a investigadores y comunidades, desarrollando equipos especializados y participando en proyectos de investigación. Se destacan logros como el diseño de sistemas de seguimiento solar, control de invernaderos y simuladores térmicos marinos, que han contribuido significativamente al avance de la investigación en diversas áreas.

A partir del año 2002, la Unidad cambió su enfoque hacia la sanidad acuícola, estableciendo el Laboratorio de Referencia, Análisis y Diagnóstico en Sanidad Acuícola (LARADSA) y el Laboratorio de Virología. Ambos laboratorios han jugado un papel fundamental en la detección eficiente de patógenos en organismos

UNIDAD HERMOSILLO

acuáticos, así como en la concientización y capacitación de productores acuícolas en la región noroeste de México.

La colaboración con diversas instituciones académicas, productivas y gubernamentales ha resultado en la realización de proyectos significativos, como el Programa Integral de Sanidad Acuícola en Camarón y la Alianza Estratégica y Red de Innovación de la Industria Acuícola. Estos proyectos han contribuido al desarrollo y fortalecimiento del sector acuícola en México. Además, la Unidad ha destacado en la formación de recursos humanos, atendiendo a numerosos estudiantes en diversas modalidades educativas y facilitando su participación en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.

Durante la pandemia de SARS-CoV-2, la Unidad ha continuado su compromiso con el bienestar comunitario, brindando apoyo en análisis y estudios de laboratorio, así como en la divulgación científica. Su participación en la detección de partículas virales en el aire y el análisis de muestras de SAR-CoV-2 ha sido crucial para mejorar las medidas de bioseguridad y apoyar al sector salud.

Palabras clave: Recursos naturales, Investigación científica, Sanidad acuícola, Colaboración institucional, Bienestar comunitario.

Abstract

The Hermosillo Unit of Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) has played a crucial role in the sustainable utilization of natural resources for community benefit. Since its establishment in 1993 as an electronic instrumentation entity, the Unit has evolved to focus on scientific research and technological development, especially in aquaculture health, sanity, and welfare. Initially, the Unit provided technical and scientific support to researchers and communities, developing specialized equipment and participating in research projects. Achievements such as the design of solar tracking systems, greenhouse controls,

and marine thermal simulators have significantly contributed to advancements in various research areas.

Early in 2002, the Unit shifted its focus to aquaculture health, establishing the Laboratorio de Referencia, Análisis y Diagnóstico en Sanidad Acuícola (LARADSA) and Laboratorio de Virología. Both laboratories have played a fundamental role in efficiently detecting pathogens in aquatic organisms, raising awareness, and providing technical training to aquaculture producers in the northwest region of Mexico. Collaboration with various academic, productive, and governmental institutions has resulted in significant projects, such as the Comprehensive Aquaculture Health Program in Shrimp and the Strategic Alliance and Innovation Network of the Aquaculture Industry. These projects have contributed to developing and strengthening the aquaculture sector in Mexico.

Additionally, the Unit has excelled in human resource development, serving numerous students in various educational modalities and facilitating their participation in research and technological development projects. During the SARS-CoV-2 pandemic, the Unit continued its commitment to community welfare by supporting laboratory analysis, studies, and scientific outreach. Its involvement in detecting viral particles in the air and analyzing SAR-CoV-2 samples has been crucial in improving biosecurity measures and supporting the health sector.

Keywords: Natural resources, Scientific research, Aquaculture health, Institutional collaboration, Community welfare.

Introducción

La Unidad Hermosillo del CIBNOR fue creada en noviembre de 1993 como una entidad de instrumentación electrónica, cuyo propósito era responder a las

UNIDAD HERMOSILLO

necesidades específicas de proyectos de investigación en cuanto a equipo científico altamente especializado.

Desde el inicio de operaciones, hasta el año 2000 se brindó apoyo, asesoría, reparación y diseño de equipos para los diferentes investigadores del CIBNOR e instituciones dedicadas a la investigación de la región. De igual forma, se apoyó la formación de recursos humanos de distintas instituciones educativas del Estado de Sonora, tanto de servicio social como de prácticas profesionales. Por otro lado, se realizaron diseños y se coadyuvó en la selección de equipos que, a su vez, auxiliaron en la investigación que apoyaba a la población en comunidades y granjas acuícolas. Entre los equipos diseñados se encuentran un Seguidor Solar de Bajo Costo (en conjunto con Universidad de Sonora), un Sistema de Control de Invernaderos, un Sistema de Adquisición de Datos para Estación Meteorológica (EMET 2000), y un Simulador Térmico Marino (SITMA), el cual fue parte importante para desarrollar el sistema que se utiliza actualmente.

Con respecto al apoyo en investigación, el CIBNOR participó en los siguientes proyectos: 1) Modalidad particular y estudio de riesgo modalidad nivel 2 para central de ciclo combinado en Tamazunchale, San Luis Potosí; 2) Caracterización de los factores físicos, químicos y biológicos para el diagnóstico ambiental de playas de Rosarito Baja California y Puerto Peñasco, Sonora; 3) Evaluación de nivel de contaminación atmosférica de partículas PM10, SO₂ y NO_x en las ciudades de Uruapan y Zitácuaro Michoacán, con financiamiento del Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT-Gobierno del Estado de Michoacán; y 4) Evaluación del nivel de contaminación atmosférica de partículas PM10, SO₂, NO_x y CO en la ciudad de Hermosillo, Sonora, con financiamiento del Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT-Gobierno del Estado de Sonora. Los resultados obtenidos se utilizaron en investigación y análisis para la toma de decisiones en beneficio de la comunidad.

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

En el año 2002 el objetivo de la Unidad Hermosillo cambió para enfocarse en servicios de sanidad acuícola, considerando que el CIBNOR tiene, como uno de sus objetivos estratégicos, “contribuir a la solución de problemas del sector productivo, social y gubernamental, afines a las áreas científicas y tecnológicas del Centro”, por lo cual se creó el Laboratorio de Análisis Integrales Acuícolas (LAIA). A partir de ese momento, se implementaron técnicas de detección de patógenos de manera más eficiente y confiable en moluscos, peces y crustáceos, con un menor tiempo y costo que los que existían en ese momento.

Con la convicción de que el diagnóstico de enfermedades en organismos acuáticos no se reduce solo a la búsqueda de los patógenos, sino que debe tomar en cuenta las alteraciones en el medio ambiente y el factor humano, se inició una campaña de concientización, dirigida a productores de la región del noroeste del país, sobre la importancia del análisis y el seguimiento en sanidad acuícola. Lo anterior implicó la impartición de cursos y capacitaciones, tanto en granjas y empresas productoras como en las Universidades y Comités de Sanidad Acuícola del Noroeste de México, lo cual generó un interés en profesionales de la acuicultura y en estudiantes de diversas instituciones del país.

Con relación a la formación de recursos humanos, se han atendido a más de 30 estudiantes en las modalidades de servicio social, prácticas profesionales, estancias educativas, entrenamiento técnico, trabajos de tesis de licenciatura, maestría y doctorado, y estancias posdoctorales. Durante su estancia los estudiantes adquirieron conocimientos sobre diversas técnicas de laboratorio actualizadas e innovadoras referentes a sanidad acuícola.

Desde su origen, el LAIA estuvo vinculado con el sector acuícola a través de la atención y el respaldo técnico y científico a los Comités de Sanidad Acuícola del noroeste de México. Unas de las acciones más relevantes, y que tuvo impacto en la sociedad, apoyando de forma indirecta la creación de empleos y capacitación de personas, fue que el laboratorio formó parte de la Red Nacional de Laboratorios

UNIDAD HERMOSILLO

dentro del proyecto, liderado por la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA), denominado Programa Nacional de Sanidad Acuícola (PRONALSA), esta red estuvo activa hasta 2007, y derivó en la creación de la Alianza Estratégica y Red de Innovación de la Industria Acuícola (AERI), un grupo coordinado por CIBNOR, que vinculó el sector académico con el sector productivo y el gubernamental. La AERI tuvo como misión realizar investigación científica y tecnológica dirigida a proponer soluciones a las problemáticas del sector acuícola de México.

Las instituciones académicas que participaron con CIBNOR en AERI fueron: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), Centro Interdisciplinario de investigación y Desarrollo Integral-Regional (CIDIR-IPN), Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), además se colaboró con instituciones como el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Por parte del sector productivo se colaboró con los Comités de Sanidad Acuícola de B.C.S. (CSABCS), Sonora (COSAES), Sinaloa (CESASIN) y Nayarit (CESANAY), así como la Asociación Nacional de productores de Larvas de Camarón A.C. (ANPLAC). Con el sector gubernamental la vinculación se dio directamente con dependencias de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) y la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA). De las anteriores colaboraciones resultaron proyectos tales como: 1) Programa Integral de Sanidad Acuícola en Camarón, con fondos CONAHCYT-Consorcios de Innovación para la Competitividad; 2) Alianza Estratégica y Red de Innovación de la Industria Acuícola, con fondos CONAHCYT-Alianzas Estratégicas y Redes de Innovación; y 3) Bioseguridad y Ecoeficiencia en el Cultivo del Camarón, Fondo de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación de CONAHCYT (FORDECYT).

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

Conforme avanzaban las actividades de la AERI se impartieron cursos y capacitaciones, sobre técnicas para la detección de enfermedades, a personal de SAGARPA-SENASICA. Esta relación fue un parteaguas para consolidar varias colaboraciones. Por ejemplo, derivado de un convenio de colaboración CIBNOR-SENASICA, el H. Ayuntamiento de Hermosillo, Sonora, donó un terreno para la reubicación de las instalaciones de la Unidad Hermosillo del CIBNOR, debido a problemas estructurales de las instalaciones. La nueva edificación de la Unidad incluyó un Laboratorio de Nivel de Bioseguridad 2.

En 2011 se iniciaron las operaciones en las nuevas instalaciones, lo cual representó una nueva etapa donde el LAIA se transformó en el Laboratorio de Referencia, Análisis y Diagnóstico en Sanidad Acuícola (LARADSA), logrando convenios de colaboración con algunos de los comités de sanidad acuícola nacionales, siendo los de Sonora, Sinaloa y Nayarit los de mayor incidencia en sanidad acuícola.

Con el esfuerzo del personal se obtuvo la acreditación de la norma 17025 ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), así como la aprobación de SAGARPA-SENASICA como órgano de coadyuvancia para el diagnóstico de enfermedades virales que afectan a los crustáceos. Esto generó nuevas oportunidades tanto en el ámbito de servicios de laboratorio como el de formación de recursos humanos procedentes de distintas universidades, atendiendo hasta el 2023 a 25 estudiantes.

Derivado del apoyo que se dio a SENASICA, el 3 de agosto de 2012, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el ACUERDO POR EL QUE SE DECLARA AL TERRITORIO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, COMO ZONA LIBRE DE LA ENFERMEDAD DE MIONECROSIS INFECCIOSA EN CAMARON DE CULTIVO.

UNIDAD HERMOSILLO

Posteriormente, se creó el Laboratorio de Virología, con fines de investigación básica y formación de recursos humanos, en el cual, se ha generado conocimiento que ha permitido desarrollar técnicas sensibles para la detección de patógenos virales que afectan especies marinas de interés comercial como el camarón, así como entender algunos procesos moleculares utilizados por dichos virus para poder replicarse en sus hospederos (Sánchez-Paz, 2010; Galván-Álvarez et al., 2012; Mendoza-Cano y Sánchez-Paz, 2013; Encinas-García et al., 2015; Encinas-García et al., 2019). A la fecha, el Laboratorio de Virología ha publicado más de 40 artículos científicos en revistas internacionales indizadas y se han atendido 28 estudiantes procedentes de distintas Universidades.

Una de las tareas sustantivas de CIBNOR es la generación de conocimiento de frontera y de recursos humanos de alto nivel, dando como resultado, artículos científicos y de divulgación, por mencionar algunos, de los que más pudiesen haber impactado al bienestar comunitario: 1) White spot syndrome virus: an overview on an emergent concern (Sánchez-Paz, 2010), 2) Development and validation of a quantitative real-time polymerase chain assay for universal detection of the white spot syndrome (Mendoza-Cano, F., & Sánchez-Paz, A. 2013), 3) Experimental evidence of metabolic disturbance in the white shrimp *Penaeus vannamei* induced by the Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus (IHHNV) (Galván-Alvarez, D., Mendoza-Cano, F., Hernández-López, J., & Sánchez-Paz, A. 2012), 4) An improved validated SYBR green-based real-time quantitative PCR assay for the detection of the *Penaeus stylirostris* densovirus in penaeid shrimp (Encinas-García, T., Mendoza-Cano, F., Enríquez-Espinoza, T., Luken-Vega, L., Vichido-Chávez, R., & Sánchez-Paz, A. (2015), 5) The white spot syndrome virus hijacks the expression of the *Penaeus vannamei* Toll signaling pathway to evade host immunity and facilitate its replication (Encinas García, T., F. Mendoza Cano., M. Porchas Cornejo., A. Peña Rodríguez., T. Enríquez Espinoza., y A. Sánchez Paz 2019), 6) Probióticos en acuicultura de camarón ¿verdad o fantasía? (Hernández López, J., D. Coronado Molina., J.F. Mendoza Cano., D. Galván Álvarez., T. Encinas García., J.G. Cruz Ruiz., M.A. Quijada Vázquez., J.C. Gastelum., A. Gastelum., y C.E. Patiño 2012), 7)

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

Sedimentación: estrategia para disminuir la concentración de WSSV y *Vibrio* spp. en la columna de agua (Mendoza Cano, F., T. Encinas García., A. Galván Álvarez., D. Coronado Molina., R. Vazquez Sánchez., N. Sau Acosta., y J. Hernández-López 2014); así como cursos dirigidos a personal técnico de granjas acuícolas y comités de sanidad acuícola.

Durante la pandemia de SARS-CoV2 (2020-2022) ambos laboratorios de CIBNOR Unidad Hermosillo incidieron en el bienestar comunitario, brindando información y realizando análisis y estudios de laboratorio. Además, se realizó divulgación científica, destacando 3 artículos publicados en medios de difusión nacional:

“Yo, Coronavirus” (Sánchez-Paz *et al.*, 2020)

“Yo, Coronavirus. El Viaje” (Sánchez-Paz *et al.*, 2020)

“Yo, Coronavirus: ¿A dónde vamos a parar?” (Sánchez-Paz *et al.*, 2020)

También, se publicó un artículo en la revista científica *International Journal of Infectious Diseases*, que aportó nuevo conocimiento acerca de tecnología de bajo costo para muestrear y analizar componentes biológicos en aire y uso de técnicas moleculares para detección de patógenos en el aire. Con lo anterior, los logros más relevantes fueron: Detectar partículas virales de SARS-CoV-2 en aire de hospitales, se aportó información importante al sector salud que mejoró las medidas de bioseguridad en las áreas de enfermos con COVID-19, además de detectar las zonas de mayor riesgo en las áreas COVID de hospitales (Hernandez-Lopez *et al.*, 2021).

El LARADSA obtuvo autorización del Instituto de Referencia y Diagnóstico Epidemiológico (InDRE) para procesar muestras de SAR-CoV2; con esto se proporcionó apoyo a distintos centros de salud de la localidad, así como al Laboratorio Estatal del Estado de Sonora. En conjunto con instituciones educativas, como la Universidad de Sonora, el Instituto Tecnológico de Sonora, el Colegio de

UNIDAD HERMOSILLO

Sonora, el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) y la Secretaría de Salud del Estado de Sonora, se formaron mesas de trabajo para mantener informado al Comité de Protección Civil del Estado de Sonora para la toma de decisiones durante la pandemia. Además, la Unidad Hermosillo contribuyó en el análisis de muestras de SAR-CoV2 para el sector privado y se colaboró en el proyecto CONACYT “Contribución técnica y científica para el fortalecimiento de la capacidad diagnóstica en B.C.S., en la detección de COVID-19”.

La Unidad Hermosillo asumió su importante rol social apoyando al PROGRAMA ROSTROS FELICES con el análisis de muestras de SARS-CoV2, para que 55 niños con labio leporino pudiesen ser tratados. En el CIBNOR Unidad Hermosillo se analizaron cerca de 3,000 muestras para detección de COVID-19.

Una vez que la Organización Mundial de la Salud y el Gobierno de México declararon finalizada la pandemia, el personal de la Unidad Hermosillo realizó actividades de divulgación mediante conferencias, pláticas, mesas de trabajo, seminarios y artículos en medios de prensa. También, se continuó trabajando con diferentes instituciones educativas, invitando a grupos de estudiantes a nuestras instalaciones para conversar sobre los quehaceres cotidianos del Centro, para generar un interés en la juventud por la investigación científica.

Recientemente se organizó, en conjunto con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Acuicultura (IICA)-SENASICA-CIBNOR, un WEBINARIO de sanidad acuícola abierto para todo el público.

En CIBNOR Hermosillo atendemos las demandas provenientes de individuos, grupos sociales, empresas o gobierno, enfocándonos en la ciencia, tecnología, innovación y humanidades.

Conclusiones

La contribución de la Unidad Hermosillo del CIBNOR al bienestar comunitario ha sido significativa y multifacética a lo largo de los años. Desde sus inicios como un centro de instrumentación electrónica hasta su evolución como un laboratorio en sanidad acuícola y virología, esta unidad ha demostrado un compromiso constante con la generación de conocimiento de vanguardia y la formación de recursos humanos de alto nivel.

A través de proyectos de investigación, colaboraciones con instituciones gubernamentales, académicas y del sector productivo, así como el desarrollo de tecnologías innovadoras, la Unidad Hermosillo ha impactado positivamente en diversos aspectos. Desde la mejora de la salud ambiental mediante la evaluación y monitoreo de la contaminación atmosférica, hasta el impulso a la industria acuícola a través del desarrollo de técnicas de diagnóstico y prevención de enfermedades en organismos acuáticos, su labor ha sido fundamental para el progreso regional.

Además, durante la pandemia de SARS-CoV-2, la Unidad Hermosillo demostró su relevancia al proporcionar análisis de laboratorio y apoyo técnico, así como participar en proyectos de investigación para prevenir la propagación del virus y mejorar las medidas de bioseguridad.

A través de actividades de divulgación científica y educativa, la Unidad Hermosillo también ha buscado fomentar el interés por la investigación en la comunidad, involucrando a estudiantes y público en general en sus iniciativas.

En resumen, la Unidad Hermosillo del CIBNOR ha sido un actor clave en la promoción del bienestar comunitario a través de su compromiso con la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos, destacándose por su impacto tanto a nivel local como nacional e incluso internacional. Su continua labor en áreas de vital importancia, como la salud

ambiental y la seguridad alimentaria, garantiza su relevancia y contribución continua al desarrollo sostenible de la región y del país.

Importancia social

La Unidad Hermosillo del CIBNOR ha generado un impacto social profundo y sostenido al vincular la ciencia con las necesidades reales de la comunidad, especialmente en la región noroeste de México. Desde su origen, ha contribuido al desarrollo tecnológico, la sanidad acuícola y la salud pública, impulsando soluciones innovadoras que han fortalecido la seguridad alimentaria, la protección ambiental y la resiliencia ante crisis sanitarias como la pandemia de COVID-19. A través de colaboraciones con instituciones académicas, productivas y gubernamentales, así como la formación de recursos humanos altamente capacitados y actividades de divulgación científica, la Unidad ha promovido el bienestar comunitario, generado empleo indirecto y fortalecido capacidades locales, consolidándose como un pilar estratégico para el desarrollo sostenible regional y nacional.

Perspectivas

Desarrollo Tecnológico para la Investigación Científica: la implementación de equipos científicos altamente especializados, así como la selección de equipos para apoyar la investigación en comunidades y granjas acuícolas. Esto demuestra que el CIBNOR Hermosillo posee las capacidades y un enfoque que impulsan la innovación tecnológica para abordar problemas específicos en el campo de la investigación científica.

Impacto en la Comunidad: Mantener colaboraciones con instituciones educativas, empresas y entidades gubernamentales, lo que sugiere un impacto significativo en la comunidad local y regional. La formación de recursos humanos y la transferencia de conocimientos a través de cursos, capacitaciones y

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

colaboraciones indican un compromiso con el desarrollo de capacidades locales y la mejora de las prácticas en el sector acuícola.

Contribución a la Sanidad Acuícola: La creación de laboratorios especializados demuestran una respuesta efectiva a las necesidades del sector. El diagnóstico oportuno de enfermedades virales muestra un alto nivel de calidad y confianza en los servicios proporcionados, lo que es crucial para proteger la salud de los organismos acuáticos y garantizar tanto la sostenibilidad del sector acuícola como la seguridad alimentaria.

Salud: La Unidad Hermosillo del CIBNOR, demostró durante la pandemia de COVID-19 la capacidad de realizar de análisis y estudios de laboratorio hasta la divulgación científica y la colaboración con instituciones de salud, un compromiso con la salud pública y el bienestar de la sociedad en general.

Divulgación Científica y Educación: Además de su enfoque en la investigación y los servicios técnicos, la Unidad Hermosillo también se dedica a la divulgación científica y la educación, organizando conferencias, seminarios y actividades para fomentar el interés en la investigación científica entre los jóvenes y la comunidad en general.

El personal del CIBNOR Unidad Hermosillo está altamente capacitado y es reconocido a nivel nacional e internacional, y que se mantiene vigente al asistir a diferentes cursos de capacitación. Esto se ve reflejado en que sea reconocido en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) y en la Academia Mexicana de Ciencias, así como en la membresía de diversas Sociedades científicas nacionales e internacionales.

El papel integral que juega la Unidad Hermosillo del CIBNOR en la investigación, el desarrollo tecnológico, la sanidad acuícola y la respuesta a emergencias de salud pública, mostrando un compromiso continuo con el avance científico y el bienestar comunitario.

Literatura citada:

Acuerdo por el que se declara al territorio de los Estados Unidos Mexicanos, como zona libre de la enfermedad mionecrosis infecciosa en el camarón de cultivo (03 de agosto de 2012). *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5262319&fecha=03/08/2012#gsc.tab=0

Encinas-García, T., Mendoza-Cano, F., Porchas-Cornejo, M., Peña-Rodríguez, A., Enríquez-Espinoza, T. y Sánchez-Paz, A. (2019). The white spot syndrome virus hijacks the expression of the *Penaeus vannamei* Toll signaling pathway to evade host immunity and facilitate its replication. *Fish & Shellfish Immunology*, 92, 905–912. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.07.026>

Encinas-García, T., Mendoza-Cano, F., Enríquez-Espinoza, T., Luken-Vega, L., Vichido-Chávez, R. y Sánchez-Paz, A. (2015). An improved validated SYBR green-based real-time quantitative PCR assay for the detection of the *Penaeus stylirostris* densovirus in penaeid shrimp. *Journal of Virological Methods*, 212, 53–58. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2014.10.014>

Galván-Álvarez, D., Mendoza-Cano, F., Hernández-López, J. y Sánchez-Paz, A. (2012). Experimental evidence of metabolic disturbance in the white shrimp *Penaeus vannamei* induced by the Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus (IHHNV). *Journal of Invertebrate Pathology*, 111(1), 60–67. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2012.06.005>

Hernández López, J., Coronado Molina, D., Mendoza Cano, J.F., Galván Álvarez, D., Encinas García, T., Cruz Ruiz, J.G., Quijada Vázquez, M.A., Gastelum, J.C., Gastelum, A. y Patiño, C.E. (2012). Probióticos en acuicultura de camarón ¿verdad ó fantasía? *Industria Acuícola*, 9(1), 28-32. https://issuu.com/industriaacuicola/docs/edicion9_1

- López, J.H., Romo, Á.S., Molina, D.C., Hernández, G.A., Cureño, A.B.G., Acosta, M.A., Gaxiola, C.A.A., Félix, M.J.S. y T.G. Galván (2021). Detection of Sars-Cov-2 in the air of two hospitals in Hermosillo, Sonora, México, utilizing a low-cost environmental monitoring system. *International Journal of Infectious Diseases*, 102, 478-482. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.10.089>
- Mendoza Cano, F., Encinas García, T., Galván Álvarez, A., Coronado Molina, D., Vazquez Sánchez, R., Sau Acosta, N. y J. Hernández-López (2014.) Sedimentación: estrategia para disminuir la concentración de WSSV y *Vibrio* spp. en la columna de agua. *Industria Acuicola*, 10(2), 40-43. https://issuu.com/industriaacuicola/docs/edicion10_2
- Mendoza-Cano, F. y Sánchez-Paz, A. (2013). Development and validation of a quantitative real-time polymerase chain assay for universal detection of the White Spot Syndrome Virus in marine crustaceans. *Virology Journal*, 10(186), 1-11. <https://doi.org/10.1186/1743-422X-10-186>
- Sánchez Paz, A (2010). White spot syndrome virus: an overview on an emergent concern. *Veterinary Research*, 41(6), 43, 1-34. <https://doi.org/10.1051/vetres/2010015>
- Sánchez-Paz, J.A., Mendoza-Cano, J.F., y T. Encinas-García (10 de abril de 2020). Yo, Coronavirus. *El Sol de México*:1-7. <https://www.elsoldemexico.com.mx/analisis/yo-coronavirus-5083119.html>
- Sánchez-Paz, J.A., Mendoza-Cano, J.F., Encinas-García, T. y Muhlia-Almazán, A. (24 de julio de 2020). Yo, Coronavirus: ¿A dónde vamos a parar?. *El Sol de México*. <https://www.elsoldemexico.com.mx/analisis/yo-coronavirus-a-donde-vamos-a-parar-5534188.html>
- Sánchez-Paz, J.A., Mendoza-Cano, J.F. y Encinas-García, T. (14 de mayo de 2020). Yo, coronavirus El Viaje. *El Sol de México*:1-1. <https://www.elsoldemexico.com.mx/analisis/yo-coronavirus.-el-viaje-5232596.html>

Para citar esta obra:

Vega Peralta J.B., y A. Sánchez-Paz. 2025. Contribución al bienestar comunitario de la investigación científica y desarrollo tecnológico para el aprovechamiento de los recursos naturales de la Unidad Hermosillo. En: Ortega-Rubio (Coord.) Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario. (pp. 117-132). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S. México. 547 pp.

