

***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 6

LA UNIDAD FORÁNEA GUERRERO NEGRO DEL CIBNOR: HISTORIA, HUMANISMO Y VINCULACIÓN

Raúl López Aguilar *, Rogelio Ramírez Serrano †, Rigoberto López Amador,
Andrés Orduño Cruz y Marco Antonio Ramírez Mosqueda

daguiar04@cibnor.mx

Resumen

La Unidad Foránea Guerrero Negro (UGN), del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), fue constituida oficialmente el 1 julio de 1997. Sin embargo, la investigación agrícola en el sitio que hoy constituye la UGN fue iniciada en 1990 por un convenio de colaboración entre los gobiernos de Japón y México para desarrollar agricultura sustentable en zonas áridas. La UGN se caracteriza por tener un fuerte compromiso de socialización del conocimiento, y día con día reafirma sus roles ante la sociedad, principalmente en comunidades rurales, grupos vulnerables y sector educativo. Sus más de 35 intervenciones de vinculación, transferencias tecnológicas, asesorías y capacitaciones han impulsado el desarrollo regional cuidando siempre el correcto funcionamiento de los ecosistemas áridos y semiáridos, principalmente por el uso del agua. El cambio de riego por surco o melgas a sistemas de riego por goteo para la producción de forrajes promovido por la UGN ha fomentado una ganadería con mayor sustentabilidad en las zonas áridas de la península de Baja California. En comunidades, como las de San Francisco de la Sierra, denominada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, se ha transferido tecnología para producir hortalizas, que al vincularse con el turismo como una estrategia eco-innovadora es de mucha importancia para las familias de estas comunidades. La utilización de huertos

escolares didácticos por estudiantes de nivel primaria hasta nivel universitario son un recurso muy útil para sensibilizarlos en temas ambientales y de salud; principalmente en el uso eficiente del agua y suelo para la producción de vegetales y la importancia de una alimentación sana. El sentido humanitario de la UGN para solidarizarse con los grupos vulnerables se puso de manifiesto de forma inmediata durante la fuerte crisis social impuesta por COVID-19. La UGN respaldó a los sectores más vulnerables de la zona compartiéndoles su conocimiento para establecer huertos de traspatio que no solamente aseguraron su alimentación, sino que también crearon un espacio de convivencia familiar que mitigó la afectación de su salud física y mental por el aislamiento impuesto para contener la propagación del virus SARS-CoV-2. La UGN continuará en la misma línea del desarrollo sostenible e insertando practicas innovadoras, como la biotecnología, para impulsar el desarrollo económico, biocultural y conservación de recursos fitogenéticos de la región.

Palabras clave: Desarrollo comunitario, humanismo, educación ambiental, biotecnología, vinculación.

Abstract

The Guerrero Negro Foreign Unit (UGN) of *Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste*, S.C. (CIBNOR, in Spanish) was officially established on 1 July 1997. However, agricultural research at the UGN started in 1990 through a collaboration agreement between the Japan and Mexico governments to develop sustainable agriculture in arid zones. The UGN is firmly committed to the socialization of knowledge, and each day it reaffirms its roles in society, mainly in rural communities, vulnerable groups, and the education sector. Its more than 35 bridging interventions, technology transfers, advice and training have fostered regional development, always safeguarding the proper functioning of arid and semi-arid ecosystems, mainly in relation to the use of water. The shift from furrow irrigation to drip irrigation systems for forage production promoted by the UGN has promoted more sustainable

livestock farming in the arid zones of the Baja California peninsula. In communities like San Francisco de la Sierra, a UNESCO World Heritage Site, technology has been transferred to produce vegetables, and its relationship with tourism as an eco-innovative strategy, is of great importance for the families of these communities. The use of educational school gardens by students from primary to college level is a very useful resource to sensitize them on environmental and health issues, mainly as regards the efficient use of water and soil for vegetable production and the importance of a healthy diet. The humanitarian orientation of the UGN to show solidarity with vulnerable groups was immediately evident during the strong social crisis imposed by COVID-19. The UGN supported the most vulnerable sectors in the area by sharing its knowledge to establish backyard gardens that not only ensured a food supply but also created a space for family coexistence that mitigated the impact on their physical and mental health due to the isolation imposed to contain the spread of the SARS-CoV-2 virus. The UGN will continue operating along the same line of sustainable development and implementing innovative practices, such as biotechnology, to promote economic and biocultural development and conservation of plant genetic resources in the region.

Keywords: Community development, humanism, environmental education, biotechnology, bridging initiatives.

Historia

La Unidad Foránea Guerrero Negro (UGN), localizada en el municipio de Mulegé, Baja California Sur (B.C.S.), fue constituida oficialmente el 1 julio de 1997 (CIBNOR anuario, 1998) como una extensión de la División de Biología Terrestre del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C (CIBNOR). Sin embargo, este nacimiento se originó por la transferencia que realizó el Fideicomiso de Fomento Minero, sectorizada en ese entonces, en la Secretaria de Energía, Minas e Industria Paraestatal al CIBNOR del Proyecto de Desarrollo Agrícola en Poblaciones Mineras

UNIDAD GUERRERO NEGRO

en Zonas Áridas que se llevó a cabo de 1990 a 1997 en la población de Guerrero Negro como resultado del acuerdo sobre cooperación técnica celebrado entre el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno del Japón, firmado en la ciudad de Tokio, Japón, el 2 de diciembre de 1986. En este proyecto, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) se comprometió a proporcionar el equipo, materiales, capacitación de la contraparte mexicana y otros insumos que fueran necesarios para su desarrollo, mientras que el Gobierno de México se comprometió a proporcionar terrenos, edificios y los servicios auxiliares que se requirieran para el mismo.

Aunque este Proyecto de Desarrollo Agrícola se llevó a cabo de 1990 a 1997, los primeros estudios relacionados con la agricultura en zonas áridas en el área de Guerrero Negro, B.C.S., fueron iniciados por la Universidad de Tottori, Japón en 1982 y se condujeron en colaboración con la empresa Exportadora de Sal, S.A. Desde este tiempo, se inculcó en los técnicos mexicanos la importancia de la educación comunitaria y se convirtió en parte de su enseñanza la responsabilidad de atender a grupos de estudiantes y personas de la población de Guerrero Negro a quienes se les ofrecían visitas guiadas por el área experimental en las cuales se abordaban temas muy promovidos en la actualidad como, el cuidado del agua, el valor del medioambiente y la sana alimentación.

En el periodo de 1990 a 1997, las líneas de capacitación para la contraparte mexicana fueron: 1) ciencias de los cultivos, 2) riego, 3) agroecología, 4) ciencias del suelo, y 5) fruticultura.

La transferencia de conocimiento a la contraparte mexicana se realizó tanto en Guerrero Negro como en universidades y centros de investigación de Japón. La metodología de transferencia fue muy simple y consistió en una estrategia de enseñanza-aprendizaje hombro con hombro que se llevó a cabo entre los profesores expertos japoneses y los técnicos mexicanos, la cual sentó las bases de

lo que actualmente se considera la identidad de la Unidad Guerrero Negro del CIBNOR.

Identidad

La Unidad Guerrero Negro se ha caracterizado por sus actividades de vinculación con los sectores productivos. Desde su formación, la UGN se ha enfocado en desarrollar proyectos, asesorías, componentes de desarrollo comunitario y servicios técnicos especializados con un fuerte compromiso de socialización y extensión del conocimiento técnico-científico surgido de sus investigaciones académicas. Como ya fue mencionado por Polanyi (1968) desde muchos años atrás, la ciencia debe servir a la sociedad y por lo tanto tiene una función social y una utilidad evidente para sus integrantes.

Es por esto, que la UGN busca reafirmar día con día sus roles ante la sociedad, principalmente en comunidades rurales, grupos vulnerables y sector educativo. En las comunidades rurales su intervención se enfoca en la transferencia de tecnología agrícola para mejorar los sistemas de producción que están usando y/o establecer uno nuevo de acuerdo con las características del ecosistema en el que se encuentra la comunidad. La atención de la UGN a grupos vulnerables por su situación de pobreza o aislamiento geográfico natural que coloca en riesgo su seguridad alimentaria se centra en la transferencia de tecnologías de bajo costo para que obtengan frutas y verduras que mejoren su dieta alimenticia. La vinculación con el sector educativo no solamente se enfoca en el desarrollo de tesis, servicio social o prácticas profesionales, sino que se tiene una interacción directa con las escuelas de todos los niveles escolares para impartirles a los estudiantes temas de educación ambiental y establecer huertos escolares didácticos que fortalecen el aprendizaje obtenido en las aulas y fomenten una alimentación sana.

En sí, cualquiera de estas intervenciones es una acción socioeducativa que la UGN efectúa de manera profesional, humana y respetuosa para que se sumen a los saberes ancestrales de las comunidades y a los planes de estudios en los distintos niveles educativos de México.

Impacto de la UGN en el desarrollo regional

La UGN ha colaborado en el desarrollo regional con más de 35 intervenciones mediante proyectos de vinculación, transferencias tecnológicas, asesorías y capacitaciones. Sin embargo, el principal reto que ha enfrentado es conciliar la actividad económica con el funcionamiento de los ecosistemas áridos y semiáridos, principalmente por el uso del agua (Martínez-Valderrama et al., 2023).

Enseguida se describen brevemente algunos resultados obtenidos desde el surgimiento de la UGN:

Ganadería sustentable regional

Mediante el establecimiento de parcelas demostrativas y capacitaciones directas en campo acerca del uso del riego por goteo y fertigación en más de 30 sitios a la fecha, los productores de ganado de la porción central de la península de Baja California aprendieron que el uso del riego rodado en melgas o surcos no es la técnica adecuada para producir forrajes en las zonas áridas y semiáridas del noroeste de México. Actualmente al adoptar las técnicas transferidas, se han multiplicado los rendimientos forrajeros y, se ha elevado el uso eficiente de los recursos naturales, principalmente agua y suelo (López-Aguilar et al., 2009, López-Aguilar et al., 2013) (Figura 10, A-B).



Figura 10. Cultivo de forrajes utilizando riego por goteo en un rancho ganadero del Valle de Vizcaino, B.C.S. (A) y cultivo de gramíneas forrajeras con riego por goteo en un rancho de la sierra de Mulegé, B.C.S. (B).

Desarrollo comunitario

La UGN ha colaborado en el desarrollo comunitario de la región con más de 30 intervenciones. En varias comunidades, como es el caso de San Francisco de la Sierra, municipio de Mulegé, B.C.S., que, por sus características y el aislamiento geográfico natural de esta zona, se combinan las tres formas de intervenciones básicas que está usando comúnmente la UGN: a) transferencia de tecnología, b) atención a grupos vulnerables, y c) educación ambiental a grupos escolares (Figura 11, A-C).



Figura 11. Transferencia de tecnología para la producción de hortalizas bajo condiciones protegidas y semi-hidroponía en la comunidad de San Francisco, sierra de San Francisco, B.C.S. (A). Atención de grupo vulnerable en el rancho Palo Rayo, sierra de San Francisco, B.C.S.(B) y educación ambiental de alumnos de la Telesecundaria de la sierra de San Francisco B.C.S. (C).

En la zona de San Francisco de la Sierra se tiene una articulación económica-cultural propia de los rancheros californios que es sostenida por la unidad productiva denominada como rancho y sus conexiones a través de caminos, brechas, terracerías, planicies, barrancos y mesas donde se localizan las áreas de pastoreo de ganadería extensiva, sitios e infraestructura turística, sitios arqueológicos, fuentes de agua naturales y represas (Rodríguez-Ventura & López-López, 2023). En concordancia con estas condiciones, la UGN está transfiriendo tecnología para producir hortalizas, que al vincularse con el turismo como una estrategia eco-innovadora se considera de mucha importancia para las familias de estas comunidades (Liu et al., 2017). Además, el acceso a verduras frescas está mejorando notablemente su dieta alimenticia y economía familiar.

La utilización de los huertos de hortalizas por los estudiantes de la primaria y telesecundaria del poblado de San Francisco como huertos didácticos son un recurso de enseñanza muy útil para sensibilizarlos en temas ambientales y de salud: principalmente, en el manejo adecuado del agua y suelo en la producción de vegetales, valorización del entorno, la importancia de una alimentación sana, uso de técnicas agronómicas respetuosas con el medioambiente y algunos aspectos socioemocionales que indirectamente fortalecen la educación ambiental, trabajo en equipo, convivencia, compromiso, empatía, conciencia social, entre otros.

Educación ambiental

Con base en la declaración aprobada por la UNESCO (1977) en la que se estipula que la educación ambiental debe impartirse a personas de todas las edades y niveles educacionales, en los marcos de la educación formal e informal, con carácter permanente, acorde con los cambios que se producen en un mundo cambiante, la UGN ha utilizado esta práctica en la porción central de la península de Baja California, por más de dos décadas, a través de los proyectos y líneas de investigación que se conducen en el CIBNOR. De esta manera se llevan a cabo

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO COMUNITARIO

acciones permanentes para concientizar a niños y jóvenes, incluyendo a los participantes del Programa Jóvenes Construyendo el Futuro, impulsado por el gobierno federal, sobre los daños que causan las técnicas agropecuarias que impactan negativamente en el ambiente, asimismo, a la par que se buscan soluciones a los problemas que enfrenta el sector agropecuario en zonas áridas, se promueven continuamente talleres, visitas guiadas y pláticas enfocadas a la formación de una cultura sustentable en la población del área de influencia de la UGN, para encontrar soluciones ambientalmente amigables a los problemas actuales y trabajar en conjunto para prevenir lo que pudieran aparecer en el futuro (Figura 12, A-D).



Figura 12. Acciones de educación ambiental en el Centro de Atención de Desarrollo Infantil de Guerrero Negro (A). Producción de forrajes bajo condiciones adversas con estudiantes de la Telesecundaria de la comunidad de San Francisco, sierra de San Francisco (B). Enseñanza del manejo de sistemas de cultivo con uso eficiente del agua y fertilizantes en la escuela Telesecundaria No. 24 del ejido Benito Juárez, B.C.S. (C). Capacitación en la producción de plántulas de mezquite para reforestación a aprendices del Programa Jóvenes Construyendo el Futuro (D).

Humanismo

La pandemia por COVID-19 nos enseñó que las sociedades que se adaptaron más eficientemente a la crisis no fueron las de mayor tecnología o nivel educativo, sino aquellas que tuvieron instituciones empáticas y humanitarias, que les tendieron la mano a los grupos más vulnerables (Rodríguez-Quezada et al., 2021). En alianza con la UNESCO (Proyecto UNESCO, 2020), en medio de la fuerte crisis social impuesta por COVID-19, la UGN como institución especializada en la transferencia de tecnología para producir alimentos se solidarizó con los sectores más vulnerables de la zona de Guerrero Negro, compartiéndoles su conocimiento y acompañándolos con capacitación en el establecimiento de huertos de traspatio de bajo costo y uso eficiente del agua como una respuesta humanitaria y social para mitigar el daño por COVID-19.

La tecnología que la UGN transfirió de manera emergente para enfrentar la crisis alimentaria fue la de cultivar frutas, verduras y hierbas aromáticas en sistemas semihidropónicos con camas de arena de arroyo en los traspatios de las casas de este grupo económicamente vulnerable que nunca se había beneficiado del conocimiento surgido de universidades y centros de investigación. La producción continua de diversas verduras, frutas, hierbas aromáticas y medicinales, no solamente les permitió mejorar su alimentación y tener a su alcance plantas para la medicina tradicional, sino que también los huertos de traspatio crearon un espacio de convivencia familiar que sirvió para mitigar la afectación de su salud física y mental debida al asilamiento impuesto para contener la propagación del virus SARS-CoV-2 (FAO, 2020) (Figura 13 A-E).



Figura 13. Actividades del proyecto UNESCO “Capacitación técnico-ambiental de familias con carencia alimentaria agravada por la pandemia de COVID-19 en la operación de módulos hidropónicos de bajo costo para producción de frutas y verduras en La Reserva de la Biosfera El Vizcaíno”. Capacitación en aula sobre la producción de vegetales (A). Producción de frutas y verduras en huertos de traspatio con sistema de uso eficiente de agua y fertilizantes (B, C, D, E).

Conclusiones

En este Capítulo se plasma el fuerte compromiso de la UGN en la orientación de la investigación al servicio de la sociedad para que sea de un beneficio evidente para sus integrantes. Los procesos vinculatorios que combinan la teoría y la práctica, empleados por la UGN, convierten a las personas apoyadas en actores esenciales para impulsar el desarrollo de las comunidades. La transferencia de tecnología no

solamente trasciende de los perímetros de la UGN como un conjunto de métodos y tecnicismos para establecer o mejorar un sistema de producción, sino que prioriza la motivación para que las comunidades desarrollen sus propias habilidades para investigar, innovar o adaptar los cambios que se realizan o surgen en su entorno.

Es evidente la importancia que para la UGN significa la educación ambiental en la región. Por lo tanto, el conocimiento que se transfiere en las escuelas de los diferentes niveles educativos es afín con las particularidades de los ecosistemas áridos, en los que además de las actividades agropecuarias se llevan a cabo otras labores como el turismo y la minería, y que deben ser consideradas como un todo para lograr el sostenimiento de estos ecosistemas tan frágiles, principalmente por la escasez de agua que los caracteriza.

Los huertos escolares didácticos que se establecen como escenarios nuevos de aprendizaje, ofrecen la oportunidad a los estudiantes de realizar nuevas actividades que enriquecen el conocimiento adquirido en aulas, mejora las relaciones personales, reduce el estrés, motiva el ejercicio y genera bienestar y libertad. Todo este contexto forma en los estudiantes desde temprana edad un enfoque integral para enfrentar dificultades y aplicar correctamente su conocimiento del entorno comunitario para que sus intervenciones contribuyan a elevar la calidad de vida de los pobladores de la región.

El sentido humanístico de la UGN

La aplicación de un importante sentido humanístico a la atención de grupos vulnerables por parte de la UGN se basa en la plena conciencia de que es un centro público que debe tener incidencia en todos los integrantes de la sociedad. El reconocimiento de la solidaridad como un derecho de los grupos vulnerables fue resaltado en todo su sentido humanístico por la UGN durante la crisis social ocasionada por COVID-19. La respuesta inmediata para respaldar a las personas afectadas, principalmente a aquellos grupos empobrecidos que nunca se habían beneficiado del conocimiento surgido de universidades y centros de investigación.

La comprensión de que muchas personas se encontraban en desventajas ante la crisis social sacó a relucir el sentimiento de mutuo apoyo en los integrantes de la UGN y en medio de la pandemia por COVID-19 se solidarizó con familias muy pobres y se les transfirió tecnología para que aseguraran tener en casa frutas, verduras y plantas medicinales que les ayudara en su alimentación y para enfrentar enfermedades no graves. Esto no solo les ayudo en su economía familiar, sino que también los huertos de traspatio crearon un sitio de convivencia familiar que favoreció a la reducción del estrés, activación física, trabajo en equipo y acercamientos personales.

Los pasos por seguir en la UGN son muchos, pero todos siguen una misma dirección por su compromiso institucional; lograr desarrollo y progreso en las comunidades, garantizar el futuro de niños y jóvenes a través de su educación ambiental, generar oportunidades de inclusión, no solo para los integrantes de la sociedad actual, sino también para las futuras generaciones.

Importancia social

La Unidad Guerrero Negro del CIBNOR enfoca sus acciones científicas y tecnológicas en la plena conciencia de que es un centro público que debe tener incidencia en todos los integrantes de la sociedad con el objetivo de generar bienestar y mejores condiciones para todas y todos. En este sentido, el constante sentido humanístico para solidarizarse con grupos vulnerables, entendiendo que la atención del ser humano es parte esencial de su quehacer, y que la educación ambiental de niños y jóvenes es indispensable para la salud del planeta son contribuciones en los ámbitos social, ambiental y económico que la UGN durante años ha puesto a disposición de la sociedad.

Perspectivas

Las actividades agropecuarias en las zonas áridas implican un reto de aprovechamiento y cuidado de los recursos naturales, principalmente el agua. La UGN ha hecho frente a este uso eficiente del agua a través de tecnologías como la hidroponía y el riego por goteo para el cultivo de hortalizas y algunas otras especies vegetales. Lo anterior ha hecho que el uso del agua sea cada vez más eficiente. Los investigadores y técnicos pertenecientes a esta institución han forjado a través de los años gran experticia y contribuido al desarrollo de actividades agropecuarias sustentables. Llevando a la UGN a convertirse en un punto de convergencia entre la investigación científica y el sector productivo.

En el presente, a nivel mundial se busca la innovación agroalimentaria a través de la implementación de nuevas tecnologías, recientes herramientas y desafiantes paradigmas de la ciencia. Cabe señalar que estas innovaciones complementan los conocimientos adquiridos por la experiencia para fortalecer los alcances del saber. La UGN con miras al futuro busca fortalecer y desarrollar investigaciones de vanguardia, pertinentes que sigan la misma línea del desarrollo sostenible, insertando conocimientos innovadores y la práctica de nuevas ciencias.

En este sentido, la UGN buscaría seguir aportando conocimientos sobre la práctica de actividades agropecuarias en zonas áridas, así como implementar estrategias innovadoras con este fin. Una de ellas son los módulos hidropónicos para producir alimentos que se están adaptando y desarrollando en la UGN, principalmente los de sistema cerrado que no vierten agua y fertilizantes al medioambiente (Figura 14 A-D).

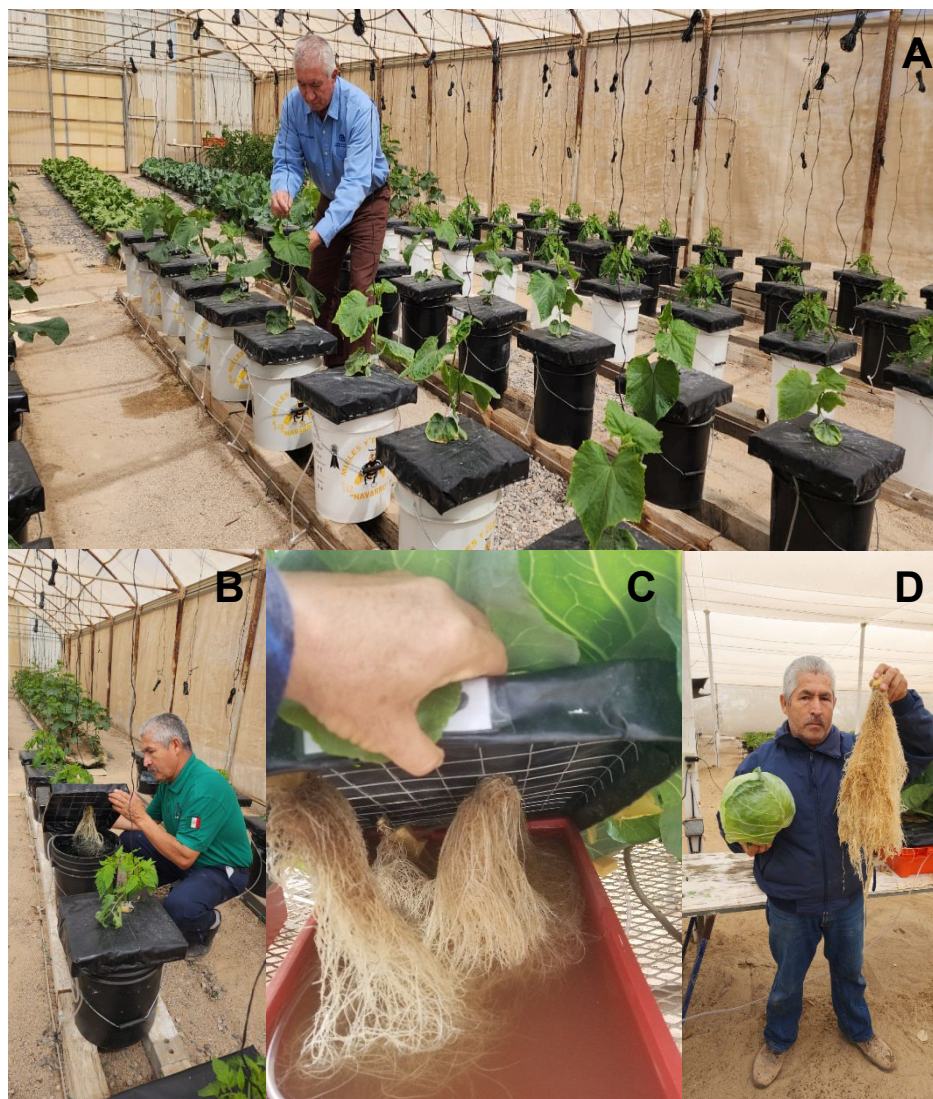


Figura 14. Sistemas hidropónicos de tipo cerrado con “cero descarga” (A) Cultivo de pepino. (B) Cultivo de tomate. (C) Raíces de repollo en sistema hidropónico. (D) Cosecha de repollo en sistema hidropónico.

Esta es una tecnología imprescindible para enfrentar a la seguridad alimentaria, principalmente en regiones con sequías graves y recurrentes como las del noroeste de México en donde la seguridad hídrica cada vez se ve más amenazada y ya se predice el “día cero”. Además, en muchos sitios con alta y muy alta marginación localizados en el noroeste de México no existe otra opción viable más que la utilización de sistemas hidropónicos cerrados para lograr la producción de frutas y

verdura en los cuales la productividad del agua debe elevarse al máximo por ser sitios con una frágil seguridad hídrica.

Otra estrategia de la UGN la constituye la biotecnología. Esta es una rama de la ciencia que permite el máximo aprovechamiento biológico de seres vivos para el beneficio humano (Hesham et al., 2021); sin embargo, debe combinarse con prácticas sustentables para poder hacer frente a los nuevos retos socioambientales (Zhao et al., 2020). Por tanto, se podrán aplicar técnicas biotecnológicas como el aumento en la propagación de especies vegetales con interés económico y biocultural, el rescate y conservación de recursos fitogenéticos de la región; así como la obtención de plantas tolerantes a condiciones de déficit hídrico, evitando el uso excesivo de agua en la agricultura y obtener plantas resistentes a diversos patógenos, evitando el uso de pesticidas dañinos para el ambiente, entre otras técnicas biotecnológicas (Figura 15 A-D).

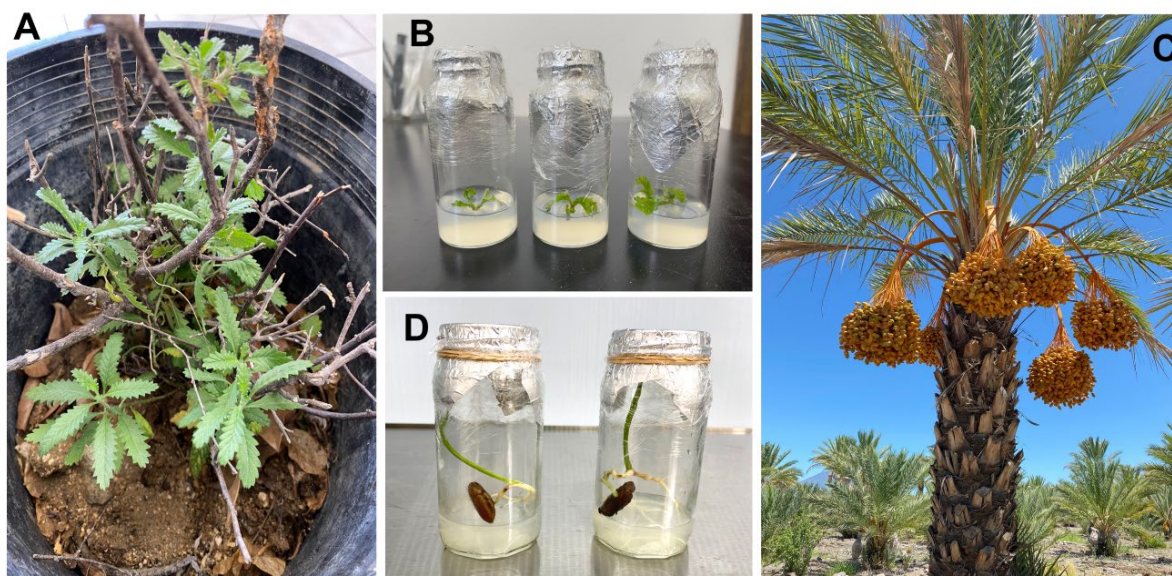


Figura 15. Aplicación de la biotecnología en la planta de Damiana (*Turnera diffusa*) y en la palma datilera (*Phoenix dactylifera*) (A) Colecta de material silvestre de Damiana. (B) Cultivo de tejidos vegetales de Damiana. (C) Material silvestre de la palma datilera. (D) Cultivo de tejidos vegetales de palma datilera.

Literatura citada

- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. (1998). Anuario 1998. La Paz, Baja California Sur: CONAHCYT, Sistema de Centros Públicos de Investigación.
- FAO. (2020). Ciudades y gobiernos locales a la vanguardia en la construcción de sistemas alimentarios inclusivos y resilientes: Principales resultados de la encuesta de la FAO “Sistemas alimentarios urbanos y COVID-19”. Roma. <https://doi.org/10.4060/cb0407es>
- Hesham, AE-L., Kaur, T., Devi, R., Kour, D., Prasad, S., Yadav, N., Singh, C., Singh, J. y Yadav, A.N. (2021) Current trends in microbial biotechnology for agricultural sustainability: conclusion and future challenges. En: A.N. Yadav, J. Singh, C. Singh y N. Yadav (Eds.) Current trends in microbial biotechnology for sustainable agriculture (pp. 555-572). Springer.
- Liu, S.Y., Yen, C.Y., Tsai, K.N. y Lo, W.S. (2017). A Conceptual Framework for Agri-Food Tourism as an Eco-Innovation Strategy in Small Farms. *Sustainability*, 9, 1683.
- López-Aguilar, R., Murillo-Amador, B. y Rodríguez-Quezada, G. (2009). El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia*, 34(2), 121- 126.
- López-Aguilar, R., Rodríguez-Quezada, G., Lucero-Arce, A. y Naranjo-Murillo, A. (2013). Use of high salinity waters to grow *Kochia scoparia* L. Schrad. as alternative fodder in saline environments in northwestern Mexico. *Interciencia*, 38(5), 325-331.
- Martínez-Valderrama, J., Olcina, J., Delacámara, G., Guirado, E. y Maestre, F.T. (2023). Complex Policy Mixes are Needed to Cope with Agricultural Water Demands Under Climate Change. *Water Resources Management* 37, 2805-2834.
- Polanyi, K. (1968). Primitive, Archaic, and Modern Economies: Essays of Karl Polanyi, edited by Dalton, G., New York, NY, Anchor Books.
- Proyecto UNESCO. “Capacitación técnico-ambiental de familias con carencia alimentaria agravada por la pandemia de COVID-19 en la operación de módulos hidropónicos de bajo costo para producción de frutas y verduras en La Reserva de la Biosfera El Vizcaíno”. 2020-2021. Responsable Técnico, Xochilth Aguilar Murillo. CIBNOR. Unidad Guerrero Negro.

- Rodríguez-Ventura, D., y López, A. (2023). Subsistema vida cotidiana: aporte metodológico al ordenamiento territorial desde la Zona Arqueológica de la Sierra de San Francisco, México. *PatryTer – Revista Latinoamericana e Caribenha de Geografia e Humanidades*, 6(12), e42828. DOI: <https://doi.org/10.26512/patryter.v6i12.42828>
- Rodríguez-Quezada, G., González-Rosales, G., Aguilar-Murillo, X., López-Amador, R., Villavicencio-Floriani, E., Real-Rosas, M., Angulo, C. y López-Aguilar, R. (2021). El cultivo semi-hidropónico en arena como técnica de producción de alimentos de traspatio para familias con carencia alimentaria agravada por COVID-19. *Recursos Naturales y Sociedad*, 7(3), 43-57. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2021.07.07.03.0005>.
- UNESCO. (1977). Intergovernmental Conference on Environmental Education: Final Report. Tbilisi, USSR 14-26 October 1977. Paris. UNESCO-UNEP.
- Zhao, L., Lu, L., Wang, A., Zhang, H., Huang, M., Wu, H., Xing, B., Wang, Z. y Ji, R. (2020). Nano-biotechnology in agriculture: use of nanomaterials to promote plant growth and stress tolerance. *Journal of agricultural and food chemistry*, 68(7), 1935-1947.

Para citar esta obra:

López Aguilar R., R. Ramírez Serrano†, R. López Amador, A. Orduño Cruz y M. A. Ramírez Mosqueda. 2025. La Unidad Foránea Guerrero Negro: historia, humanismo y vinculación. En: Ortega-Rubio (Coord.) *Investigación sobre los recursos naturales del noroeste de México, para el bienestar comunitario*. (pp. 99-116). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, B.C.S. México. 547 pp.

