

# Unidad Guerrero Negro-CIBNOR

Innovación tecnológica para el desarrollo agrícola y pecuario sostenible en zonas áridas

Guerrero Negro-CIBNOR Campus: Technological innovation for sustainable agricultural and livestock development in arid zones



Recursos Naturales y Sociedad, 2021. Vol. 7 (3): 59-73. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2021.07.07.03.0006>

Raúl López Aguilar<sup>1</sup>, Rigoberto López Amador<sup>1</sup>, Andrés Orduño-Cruz<sup>1</sup> y Carlos Angulo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Guerrero Negro. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz B.C.S. 23096, México \* [daguilar04@cibnor.mx](mailto:daguilar04@cibnor.mx)

<sup>2</sup>Immunology & Vaccinology Group. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz B.C.S. 23096, México



## Resumen

La Unidad Foránea Guerrero Negro (UGN) del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) se creó en 1997. Se ha distinguido por socializar el conocimiento a través de proyectos enfocados principalmente a la transferencia de tecnologías, desarrollo comunitario, asesorías técnicas especializadas y generación de insumos agrícolas innovadores. 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, se promueve vincular la generación de productos agrícolas con el turismo como una estrategia de eco-innovación. La UGN en alianza con la empresa Yeso Agrícola del Mar de Cortes (YAMCO) ha colocado en el mercado nacional e internacional productos innovadores que contribuyen al desarrollo de una agricultura sostenible. La innovación es lo que motiva el quehacer científico-tecnológico de la UGN, pero lo que enlaza las distintas actividades es la educación ambiental dirigida hacia la mejora de actitudes, valores y cultura de los sectores con quienes se interactúa para que emprendan de manera colaborativa estrategias productivas que generen bienestar respetando el medioambiente.

Las perspectivas de la UGN son amplias, pero los avances científico-tecnológicos y la pandemia por COVID-19 están obligando a que la institución innove y ajuste sus estrategias para socializar el conocimiento dentro de las restricciones de la nueva normalidad establecidas por este evento mundial.

**Palabras claves:** Ganadería sostenible, educación ambiental, industria, comunidad.

## Abstract

The Guerrero Negro Foreign Unit (UGN, by its initials in Spanish) of the Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC (CIBNOR) was created in 1997. It has distinguished for socializing knowledge through projects focused mainly on technology transfer, community development, specialized advisory services, and generation of innovative agricultural supplies; it has collaborated in the community development of the region with more than 30 interventions. In several communities, such as San Francisco de la Sierra, it is promoted to link agricultural products generation with tourism as an eco-innovation strategy. UGN in alliance with a company named Yeso Agrícola del Mar de Cortés (YAMCO) has placed innovative products that contribute to the development of a sustainable agriculture in the domestic and international market. Innovation motivates the scientific and technological

work of the UGN, but what connects the different activities is the environmental education aimed at improving attitudes, values and culture of the sectors with which it interacts. That, in order to collaboratively undertake productive strategies that create welfare with respect to the environment.

The perspectives of the UGN are broad, but the scientific-technological advance and the COVID-19 pandemic are forcing to the institution to innovate and adapt its strategies to socialize the knowledge within the restrictions of the “new normality” established by this world moment.

**Key words:** Sustainable livestock, environmental education, industry, community.

### ***Antecedentes históricos***

Los primeros estudios relacionados con la agricultura en zonas áridas en el área de Guerrero Negro fueron encabezados por la Universidad de Tottori, Japón en 1982 y se condujeron en colaboración con la empresa Exportadora de Sal, S. A. (ESSA), en un terreno de aproximadamente 1500 m<sup>2</sup> ubicado dentro del pueblo. En el Campo Experimental, conocido coloquialmente por los pobladores como “El Huerto”, inicialmente se desarrollaron investigaciones por profesores de diversas universidades japonesas y por jóvenes ingenieros egresados del entonces Instituto Tecnológico Regional (ITR) de La Paz y de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS).

A la par que se llevaban a cabo experimentos en “El Huerto”, los profesores japoneses gestionaron ante la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por sus siglas en inglés), la posibilidad de desarrollar un proyecto para México en el área de Guerrero Negro. En 1989 se aprobó el proyecto “Desarrollo Agrícola para Poblaciones Mineras en Zonas Áridas”

financiado por JICA, enfocado hacia la capacitación y transferencia de tecnologías para la producción de frutas y vegetales en poblaciones mineras. Las actividades iniciaron en 1990 con la construcción de un nuevo campo experimental de 5 hectáreas ubicado en la periferia de la ciudad de Guerrero Negro. El predio “El Huerto” fue regresado a ESSA.

La duración del proyecto JICA se dividió en dos etapas: (a) cinco años para capacitación y transferencia de tecnología, y (b) dos años para procesos de vinculación con el sector agrícola.

Con la aportación de ESSA se construyeron instalaciones para albergar oficinas administrativas, cubículos para investigadores japoneses y la contraparte técnica mexicana, almacenes y laboratorios. El equipamiento tanto del campo experimental como de estas instalaciones le correspondió al gobierno japonés a través de JICA. En 1997 finalizó el proyecto y las



instalaciones fueron traspasadas en este mismo año al CIBNOR, quedando constituida la Unidad Foránea Guerrero Negro (CIBNOR anuario: 1998), mediante la gestión del Director General, Dr. Mario Martínez García y el Dr. Enrique Troyo Diéguez quien fue comisionado por la Jefa de la División de Biología Terrestre la Dra. Laura Arriaga Cabrera. Por parte de ESSA, representando a la contraparte mexicana, quedó el entonces Ing. Juan Larrinaga Mayoral, como responsable (Actualmente investigador del Programa de Agricultura en Zonas Áridas (PAZA) del CIBNOR).

### ***La Unidad Guerrero Negro y la Socialización del Conocimiento***

La Unidad Guerrero Negro (UGN) del CIBNOR se ha caracterizado por sus actividades de vinculación con los sectores productivos.

Desde su formación, la UGN se ha enfocado en desarrollar proyectos, asesorías y servicios técnicos especializados con un fuerte compromiso de socialización del conocimiento generado, al realizar investigaciones financiadas por agencias de cooperación internacionales, organizaciones y dependencias nacionales, CONACYT, EMPRESAS PRIVADAS Y PRODUCTORES AGROPECUARIOS. JICA, AECID (AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO), SAGARPA, SEMARNAT, SECRETARÍA DE ENERGÍA, RESERVA DE LA BIOSFERA EL VIZCAÍNO, RESERVA DE LA BIOSFERA VALLE DE LOS CIRIOS, FUNDACIÓN PRODUCE, INAES, SEFOA, EMPRESAS COMO: COMSA, YAMCO, ESSA, AGROINDUSTRIAS DEL NORTE; y diversos productores agropecuarios que han sido aliados como fuentes de financiamiento, en el desarrollo de proyectos enfocados principalmente a la transferencia de tecnologías, desarrollo comunitario, asesorías y generación de insumos agrícolas innovadores (Figura 1, ubicación de la UGN en el norte de BCS).

### ***Ganadería Sostenible***

El Programa de Ranchos Ganaderos Sustentables nace en el Municipio de Mulegé en el año 2000 como una alternativa compensatoria de desarrollo para este municipio por la decisión del Gobierno Federal de cancelar el proyecto de expansión de ESSA a los salitrales localizados en el área de San Ignacio, B.C.S. (Ortiz, 2000). Aunque numerosos ranchos fueron equipados para su funcionamiento con pilas de almacenamiento de agua, sistemas de riego por goteo, insumos agrícolas, entre otros componentes, no fue contemplada la capacitación técnica, así como tampoco el entorno ambiental para lograr una adopción efectiva del nuevo manejo del sistema productivo (Corsi *et al.*, 2020; Mottaleb, 2018).

Con financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y la Fundación PRODUCE BCS, se impulsó el Programa de

Ranchos Ganaderos Sustentables capacitando y transfiriendo tecnología de producción de forrajes hidropónicos (López-Aguilar *et al.*, 2009), convencionales y alternativos (López-Aguilar *et al.*, 2013) en más de 40 ranchos ubicados en distintas zonas del Municipio de Mulegé (Figura1; Figura 2).



**Figura 1.** Sitios alcanzados por el CIBNOR-Unidad Guerrero Negro con actividades de investigación, extensionismo, desarrollo tecnológico, innovación tecnológica, asesorías, servicios y desarrollo comunitario.

Los beneficiados aprendieron a utilizar sistemas de riego por goteo, el uso eficiente de fertilizantes y abonos orgánicos, el cultivo de huertos familiares orgánicos, la importancia de la rotación de cultivos forrajeros y el establecimiento de plantas nativas como cortinas rompe vientos. Una de las necesidades prioritarias para el desarrollo de una ganadería sustentable durante este proceso, fue el mejoramiento genético, iniciando sus primeros trabajos en el año 2013 en ganado caprino con colaboración de técnicos españoles. Esta importante colaboración México-España, permitió la mejora genética caprina en la comunidad de San Francisco de la Sierra mediante la inseminación artificial (IA) de cabras criollas y la transferencia de genes de la raza Murciano-Granadina. Bajo este enfoque se

impartieron curso-talleres de IA en bovino en las comunidades de B.C. y B.C.S. con buena aceptación por parte de los productores.

### **Desarrollo Comunitario**

Esta estrategia, es un término a menudo confuso al ser definido bajo distintos conceptos y determinaciones prácticas (Summers, 1986), entendiéndose mas recientemente al Desarrollo Comunitario como un campo de carácter multidisciplinario y de formas multifacéticas en que las comunidades participan en el proceso de desarrollo (Matarrita-Cascante y Brennan, 2012). Existen una gran cantidad de prácticas asociadas con el desarrollo comunitario, pero el CIBNOR-UGN por su carácter de generador de conocimiento, formación de recursos humanos y desarrollo de tecnologías, sólo participa canalizando esfuerzos orientados hacia la generación de condiciones de progreso económico y social

en las comunidades de la península de Baja California. Mediante procesos educativos, la UGN ha promovido cambios cualitativos en las actitudes y comportamientos de los integrantes de las comunidades para que participen activamente en los proyectos, interrelacionen sus actividades y comprendan el respeto al medioambiente.

distingue por dedicarse a la cría y ordeña de cabras para la producción de queso fresco y oreado desde su fundación hace más de 150 años (Romero-Brito, 2011).

Debido a que la producción de queso de cabra ha representado el ingreso económico más importante para la comunidad además de la venta de animales de desecho, cabritos machos y las actividades de turismo, la UGN ha intervenido en el mejoramiento genético del ganado, capacitación en la producción ecológica de hortalizas y en la comprensión de su entorno para el manejo sostenible de sus actividades productivas. En otras zonas de la península de Baja California también se ha participado en el desarrollo comunitario, con beneficios ambientales y socioeconómicos por diversas acciones, como el cambio de riego por surco a riego por goteo en el cultivo de hortalizas y hierbas aromáticas (Figura 3) para su consumo, así también el uso de abonos



**Figura 2.** Establecimiento de cultivos forrajeros en distintas zonas del municipio de Mulegé, B.C.S. (a-c) y mejoramiento genético de ganado caprino y vacuno mediante inseminación artificial (d-f) en B.C. y B.C.S.

San Francisco de la Sierra es una comunidad considerada como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO debido a las galerías de arte rupestre que allí se encuentran, no obstante, por su alejamiento de centros urbanos y marginalidad técnica, ha recibido el apoyo de la UGN para su desarrollo comunitario, se

orgánicos en sustitución de agroquímicos y el cultivo de forrajes hidropónicos para minimizar el uso de agua, entre otros (Reportes PROCODES-Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, SEMARNAT).



**Figura 3.** Producción de hortalizas con riego por goteo y abonos orgánicos en comunidades del municipio de Mulegé. (a) Sierra de San José de Magdalena, (b) Sierra de Santa Águeda, y (c) San Francisco de la Sierra.

### ***Innovación Tecnológica en la Industria***

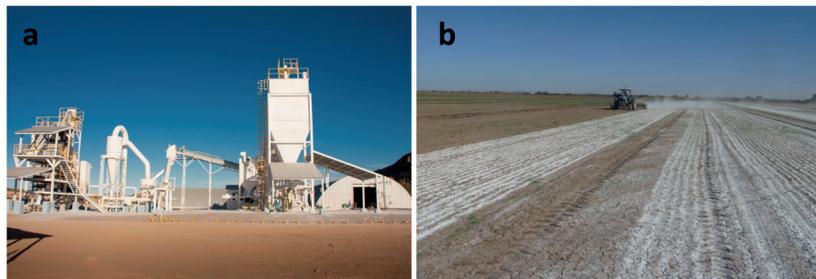
En el entorno competitivo actual, las empresas deben alcanzar un óptimo desempeño, orientado hacia la generación de productos innovadores, debiendo considerar las necesidades del cliente, con rápida respuesta así también hacia las demandas del mercado (Ivascu *et al.*, 2016). Sin embargo, en la mayoría de los casos, las empresas no poseen los conocimientos y habilidades necesarias para desarrollar dichos productos. Por tanto, la colaboración entre la academia y la industria es una alternativa eficaz para generar innovación y crecimiento económico (Guan y Zhao, 2013; Iqbal *et al.*, 2015).

El CIBNOR-UGN en alianza con la empresa Compañía Occidental Mexicana, S.A. (COMSA) llevó a cabo el proyecto “Yeso Agrícola como Bioinsumo para el Desarrollo y Mejoramiento de Sistemas Agrícolas Sustentables (2010)”. En su primera fase puso en marcha una planta de elaboración de yeso agrícola fino para su incorporación al suelo y, yeso agrícola grado soluble para inyectarse en los sistemas de riego presurizados, principalmente en el de goteo (Figura 4). Como resultado, se colocaron en el mercado nacional e internacional nuevos bioinsumos que los agricultores pueden usar para la remediación de suelos muy compactos y suelos salinos con acumulación excesiva de sodio (López-Aguilar *et al.*, 2012).

En una segunda fase se estableció una estrategia de recolección y transformación de los residuos de palmeras. Principalmente de los oasis del municipio de Mulegé, para elaboración de abono orgánico enriquecido con



yeso. El producto es conocido comercialmente como FORTIYESO (Figura 5), con patente de invención otorgada a un investigador del CIBNOR (MX/a/2014/000544). El FORTIYESO en presentación granulada o peletizada se usa para nutrir cultivos en la agricultura orgánica y para recuperar suelos alcalinos con mayor rapidez y efectividad que otras alternativas en el Noroeste de México.



**Figura 4.** (a) Planta YAMCO para elaboración de yeso agrícola. (b) Aplicación de yeso agrícola para la rehabilitación de suelos dañados por acumulación excesiva de sales sódicas en el Valle de Mexicali, B.C.



**Figura 5.** Fortiyeso para nutrir cultivos orgánicos y rehabilitar suelos compactos con baja infiltración de agua de riego por acumulación excesiva de sales sódicas. (a) Peletizado y (b) Granulado.

Derivado de lo anterior y en vinculación con la Oficina de Transferencia Tecnológica del CIBNOR, se formó la división agrícola de COMSA con el nombre de Yeso Agrícola del Mar de Cortes S.A. de C.V. (YAMCO).

Paralelamente ante la necesidad de contar en el mercado nacional con un material que pueda utilizarse como sustrato en cultivos semi-hidropónicos, se desarrolló un producto innovador elaborado con hojas y troncos secos de palma para cultivar hortalizas, ornamentales y frutales exitosamente (Figura 6). Este

sustrato ofrece una alternativa de bajo costo a los productores que tradicionalmente han utilizado sustratos más caros a base de perlita, lana de roca, turba y fibra de coco en cultivos sin suelo.

### ***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 dicha unidad, de esta manera se llevan a cabo acciones permanentes para concientizar a niños, jóvenes, productores y, a tomadores de

decisiones 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 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 7). Esta estrategia ha motivado a que empresas, como Mitsubishi Corporation, destinen donativos al CIBNOR-UGN para que se fomente la educación ambiental a través de proyectos como el denominado “Capacitación de actividades agrícolas en zonas áridas y suelos salinos en Guerrero Negro, Baja California Sur, México, una estrategia para el desarrollo sostenible”.

del conocimiento y capacitaciones directas en más de 40 sitios se ha logrado desplazar gradualmente estas prácticas que perjudican al ambiente. Actualmente al adoptar las técnicas transferidas, se han multiplicado los rendimientos forrajeros y, se ha elevado el uso eficiente de los recursos naturales, al tener los productores una mayor conciencia del cuidado del ambiente.



**Figura 6.** Cultivos desarrollados en sustrato elaborado con hojas y troncos secos de palma. (a) Cultivo de papaya. (b) Cultivo de tomate. (c) Cultivo de pepino.

## Discusión Académica

### ***Aporte de la UGN a la Ganadería Sustentable Regional***

El desconocimiento de técnicas para producir forraje y el cultivo de forrajes en melgas o surcos utilizando agua rodada predominaban en la región antes de que la UGN difundiera proyectos de transferencia tecnológica. Mediante la socialización

### ***Impacto Institucional en el Desarrollo Comunitario***

La UGN ha colaborado en el desarrollo comunitario de la región con *más de 30* intervenciones mediante proyectos de vinculación, transferencias tecnológicas, asesorías y capacitaciones (Figura 1). En varias comunidades, como es el caso de San Francisco de la Sierra, se ayuda a generar productos agrícolas, que al vincularse con el turismo como una estrategia eco-innovadora, han sido de



importante beneficioso para las familias de la comunidad (Liu *et al.*, 2017).

Las actividades modificadas con la intervención de la UGN y, los impactos positivos logrados, se presentan en la Tabla 1. Para la valorización de los impactos se consideraron los siguientes parámetros básicos: pertinencia, eficiencia y sostenibilidad.



**Figura 7.** Actividades de educación ambiental en niños y jóvenes llevadas a cabo por el CIBNOR-Unidad Guerrero Negro. (a) Estudiantes de la Universidad de Tottori, Japón, aprendiendo sobre vegetación de ambientes salinos. (b) Estudiante de escuela primaria aprendiendo sobre hidroponía y recirculación de agua. (c) Estudiantes de escuela primaria aprendiendo sobre cultivos con riego por goteo. (d) Cultivo de hortalizas en sustrato orgánico por niños del Centro de Atención y Desarrollo Infantil (CADI)-Guerrero Negro.

En estos proyectos ha predominado el interés y compromiso de colaboración entre la UGN, comunidades, gobierno y diversas instituciones para apoyar mejor las necesidades de grupos vulnerables, grupos de mujeres emprendedoras, comunidades rurales alejadas de centros urbanos, ejidos que requieren mejorar sus sistemas de producción y estudiantes que viven en las comunidades, en los cuales es indispensable elevar la cultura ambiental para que constituyan un enlace especializado en cualquier iniciativa de desarrollo comunitario que se presente posteriormente. Sin embargo, debe tenerse en consideración que, en los próximos años, el proceso de apropiación social del

conocimiento para impulsar el desarrollo comunitario, al igual que las actividades de investigación científica y tecnológica, formación de recursos humanos y vinculación, deberá reinventarse (Ortega-Rubio *et al.*, 2020).

### ***Aporte de la UGN en la Innovación Tecnológica Industrial***

La UGN ha participado en diversos procesos de innovación en empresas del Noroeste de México, pero el aporte que ha hecho a la innovación minera de la Compañía Occidental Mexicana, S.A. (COMSA) ha sido trascendental. Aunque el sector minero ha tenido un incremento significativo en todos los indicadores de innovación a partir del año 2000, tradicionalmente se le ha considerado como un sector que innova muy poco (Bartos, 2007), y aquellas emprendidas están relacionadas con los procesos de reducción de costos y mejora en márgenes de ganancia (Daly *et al.*, 2019).

**Tabla 1.** Intervención del CIBNOR-Unidad Guerrero Negro (UGN) en el desarrollo comunitario regional.

<b>ACTIVIDADES PRODUCTIVAS</b>		
<b>Antes de la UGN</b>	<b>Con la UGN</b>	<b>Impactos Positivos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desconocimiento del uso de riego por goteo</li> <li>- Cultivo comercial de hortalizas en surcos con agua rodada</li> <li>- Hortalizas para autoconsumo en surcos con agua rodada</li> <li>- Desconocimiento del cultivo de hierbas aromáticas</li> <li>- Desconocimiento de la elaboración de planteros</li> <li>- Desconocimiento de la inseminación artificial</li> <li>- Uso de fertilizantes y abonos orgánicos sin ninguna base técnica</li> <li>- Desconocimiento de la elaboración de composta y vermicomposta</li> <li>- Desconocimiento del uso del yeso para el mejoramiento de suelos</li> <li>- Escaso uso de los análisis de suelo y agua para el establecimiento de cultivos</li> <li>- Establecimiento de parcelas de higuera mediante estacas plantadas directo en suelo</li> <li>- Establecimiento de parcelas de vid mediante sarmientos plantados directamente al suelo</li> <li>- Forrajes cultivados en melgas y surcos con agua rodada</li> <li>- Desconocimiento de técnicas hidropónicas para el cultivo de plantas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de riego por goteo</li> <li>- Producción de hortalizas en casa-sombra con riego por goteo</li> <li>- Elaboración de planteros de higuera para ahorro de agua y parcelas de cultivo uniformes</li> <li>- Plantaciones de hierbas aromáticas orgánicas</li> <li>- Elaboración de planteros de vid para ahorro de agua y parcelas de cultivo uniformes</li> <li>- Uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos para cultivo de plantas</li> <li>- Cultivo de forrajes con riego por goteo</li> <li>- Uso de la inseminación artificial en ganado caprino y bovino</li> <li>- Cultivo de forrajes en sistemas hidropónicos</li> <li>- Incremento en el uso del análisis de suelo y agua como apoyo para establecer cultivos</li> <li>- Reducción de agroquímicos para controlar plagas del suelo por el uso de sistemas hidropónicos</li> <li>- Mayor comprensión del respeto al medioambiente mediante establecimiento de parcelas educacionales</li> <li>- Establecimiento de huertos familiares y comunitarios</li> </ul>	<p><u>Tecnológicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de los rendimientos en hortalizas</li> <li>- Nuevos cultivos rentables para la zona</li> <li>- Uso de agricultura orgánica o ecológica</li> <li>- Rehabilitación de suelos dañados por sales</li> <li>- Uso de técnicas hidropónicas para el cultivo de plantas</li> <li>- Mejoramiento genético del ganado para incrementar su rendimiento</li> </ul> <p><u>Socioeconómicos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de empleos</li> <li>- Mejora en ingresos económicos con sistemas productivos tecnificados</li> <li>- Producción de alimento para autoconsumo</li> <li>- Ahorro en costos de alimentación para el ganado</li> <li>- Ingreso económico o trueque de excedentes agrícolas</li> </ul> <p><u>Ambientales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso eficiente del agua de riego y fertilizantes</li> <li>- Incremento de la cultura ambiental</li> <li>- Disminución del uso de agroquímicos</li> <li>- Recuperación de la salud de suelos dañados por sales</li> </ul>

Por más de 100 años, COMSA enfocó sus actividades a la producción y venta de roca de yeso para la construcción. Con la intervención de la UGN, en menos de 4 años se conformó YAMCO (Yeso Agrícola del Mar de Cortes), como una división agrícola de COMSA, asimismo, se construyó una planta para procesar yesos agrícolas, un campo experimental para conducir estudios relacionados con el mejoramiento de suelos con yeso y un laboratorio para llevar a cabo análisis químicos relacionados con la calidad de los productos generados. Durante este proceso, se generaron



empleos, se otorgó una patente, se firmó el primer licenciamiento de explotación en la historia del CIBNOR y, sobretodo, se colocaron productos innovadores al alcance de productores, que contribuyen al desarrollo de una agricultura sustentable.

En muchos países, la minería y la sostenibilidad se consideran incompatibles por los posibles efectos físicos y ambientales lo que pone en riesgo a las generaciones futuras, como afirma el informe Brundtland (WCED, 1987). Sin embargo, YAMCO con su operación reduce la huella física de la agricultura al recuperar la calidad y sanidad de extensas superficies de suelos degradados químicamente, por malas prácticas agrícolas y que en el futuro serán un recurso esencial para la seguridad alimentaria. Lo anterior constituye un ejemplo de la vinculación para la innovación academia-industria.

### ***Aportes Pedagógicos de la UGN a la Educación Ambiental***

Para la UGN, la educación ambiental representa más que una simple transferencia de información. Por esta razón, la promueve como un conjunto de estrategias que desarrollan y mejoran las actitudes, valores y conocimientos ambientales (Ardoin *et al.*, 2020); así como también, busca desarrollar habilidades mediante parcelas educacionales, con objeto de preparar a estudiantes, profesores y comunidad en general, para emprender de manera colaborativa, actividades productivas que generen bienestar sin alterar el progreso evolutivo natural de la tierra (WCED, 1987).

### **Consideraciones finales y perspectivas**

Las perspectivas de continuar avanzando en lo que ha caracterizado a la UGN son alentadoras y existe el interés por empresas y gobiernos estatales de B.C.S. y B.C. por (1) aplicar tecnologías para cultivar intensivamente higuera y papaya sin

usar el suelo, que las reservas de biosfera y gobiernos municipales de la porción central de la península de BC están demandando; (2) aplicación de asesorías y capacitaciones para comunidades con marginalidad técnica en las cuales se puedan transferir sistemas de cultivos de bajo costo y respetuosos del medioambiente para obtener frutas, verduras, forrajes y plantas ornamentales y de esta manera mejorar el bienestar de sus pobladores; la empresa Mitsubishi Corporation se ha sumado a los esfuerzos de la UGN, para; (3) impulsar la educación ambiental en niños y jóvenes a través de donativos a la institución; y finalmente, (4) la plena conciencia del fenómeno COVID-19 y la gran satisfacción de que el CIBNOR-UGN está desarrollando y adaptando tecnologías para producir alimentos bajo condiciones adversas (que pueden ser incluidas dentro de un proyecto dirigido al apoyo de un sector social que rara vez se beneficia del conocimiento

generado en Universidades y Centros de Investigación) ha motivado la promoción del cultivo semi-hidropónico en arena como técnica de producción de alimentos de traspatio para familias con carencia alimentaria agravada por COVID-19 en el municipio de Mulegé.

Las perspectivas son amplias y motivadoras, sin embargo, los avances científico-tecnológicos actuales en conjunto con la eventual pandemia por COVID-19, nos está obligando a una pronta adaptación para enfrentar nuevos sistemas de movilidad, formas para transmitir conocimiento, estrategias para demostrar desarrollos tecnológicos, innovaciones industriales y esquemas participativos para brindar educación ambiental y desarrollo comunitario en aulas y al aire libre. Con ello, es claro que la UGN debe innovar y ajustar su capacidad estructural para mantener de manera funcional su quehacer científico y tecnológico (Ortega-Rubio *et al.*, 2020).

### Agradecimientos

CONACYT, JICA, AECID, SAGARPA, SEMARNAT, SE, REBIVI, Reserva de la Biosfera Valle de los Cirios, Fundación PRODUCE, INAES, SEFOA, COMSA, YAMCO, ESSA, AGROINDUSTRIAS DEL NORTE; y diversos productores agropecuarios que han sido aliados y fuentes de financiamiento en el desarrollo de proyectos. Se agradece al lic. Gerardo hernández por el magnífico diseño gráfico editorial.

\*A los lectores interesados en conocer más sobre las actividades de la UGN se les invita escribirnos.

### Literatura citada

- Ardoin, N.M., A.W. Bowers y E. Gaillard. 2020. *Environmental education outcomes for conservation: A systematic review*. Biological Conservation 241: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>
- Bartos, P.J. 2007. "Is mining a high-tech industry? Investigations into innovation and productivity advance." Resources Policy 32(4):149-158.
- Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 1998. *Anuario 1998*. La Paz, Baja California Sur: Conacyt, Sistema de Centros Públicos de Investigación.
- Corsi, A., R.N. Pagani, J.L. Kovaleski y V. da Silva. 2020. *Technology transfer for sustainable development: Social impacts depicted and some other answers to a few questions*. Journal of Cleaner Production. Article Number:118522. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118522>
- Dali, A., G. Valacchi y J. Raffo. 2019. *Innovation in the Mining Industry: Measuring Innovation with Patents*. World Intellectual Property Organization. Working Papers Series 56: 61 pp.
- Guan, J. y Q. Zhao. 2013. *The Impact of University Industry Collaboration Networks on Innovation in Nanobiopharmaceuticals*. Technological Forecasting and Social Change 80(7): 1271-1286.



- Iqbal, A.M., A.S. Khan, y A.A. Senin. 2015. *Reinforcing the National Innovation System of Malaysia Based on University-Industry Research Collaboration: A System Thinking Approach*. International Journal of Management Sciences and Business Research 4(1): 6-15.
- Ivascu, L., B. Cirjaliu y A. Draghici. 2016. *Business Model for the University industry Collaboration in Open Innovation*. Procedia Economics and Finance 39: 674-678. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)30288-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30288-X)
- Liu, S.Y., C.Y. Yen, K.N. Tsai y W.S. Lo. 2017. *A Conceptual Framework for Agri-Food Tourism as an Eco-Innovation Strategy in Small Farms*. Sustainability 9, 1683.
- López-Aguilar, R., B. Murillo-Amador y G. Rodríguez-Quezada. 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., G. Rodríguez-Quezada, A. Lucero-Arce y A. Naranjo-Murillo. 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.
- López-Aguilar, R., G. Rodríguez-Quezada, A. Naranjo-Murillo, L.F. Beltrán-Morales, E. Troyo-Diéguez, A. Casanova-Cruz y O. Peralta-Patrón. 2012. *Uso de yeso para una agricultura orgánica sustentable en zonas áridas y semiáridas*. Interciencia 37 (8):594-601.
- Matarrita-Cascante, D. y Brennan, M.A. 2012. *Conceptualizing community development in the twenty-first century*. Community Development 43(3): 293-305.
- Mottaleb, K.A. 2018. *Perception and adoption of a new agricultural technology: Evidence from a developing country*. Technology in Society 55:126-135.
- Ortega-Rubio, A., B. Murillo-Amador, S. Díaz-Castro, L. F. Beltrán-Morales, G. Gómez-Anduro, C. Castro-Iglesias y M. C. Blázquez. 2020. *COVID-19: Los reajustes en el trabajo de investigación científica en México*. Terra Latinoamericana 38: 917-930.
- Ortiz, A. 2000. *El conflicto por los salitrales de San Ignacio*. Gaceta Ecológica, INE-SEMARNAT 57: 23-47.
- Romero-Brito T. y J. Varela-Galván. 2011. *Diagnóstico para el desarrollo comunitario y conservación de las pinturas rupestres de la Sierra de San Francisco a través del turismo de bajo impacto*. Pronatura Noroeste AC, United Nations Foundation. México, 80 p.
- Summers, G. 1986. Rural development. *Annual Review of Sociology* 12, 347-371.
- UNESCO.1977. *Intergovernmental Conference on Environmental Education: Final Report*. Tbilisi, USSR 14-26 October 1977. Paris: UNESCO-UNEP.

World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. The Brundtland Report. General Assembly, United Nations, Forty-second Session. Supplement No. 25, A/42/25.

Imágen: ENTRADA GRO NEGRO 010

#### Cita de artículo:

López Aguilar R., R. López Amador, A. Orduño-Cruz y C. Angulo. 2021. Unidad Guerrero Negro-CIBNOR: Innovación tecnológica para el desarrollo agrícola y pecuario sostenible en zonas áridas. *Recursos Naturales y Sociedad*, 2021. Vol. 7 (3): 59-73. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2021.07.07.03.0006>

---

*Sometido: 18 de junio de 2021*

*Revisado: 26 de julio de 2021*

*Aceptado: 08 de septiembre de 2021*

*Editor asociado: Dra. Rosalía Servín Villegas*

*Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández*