



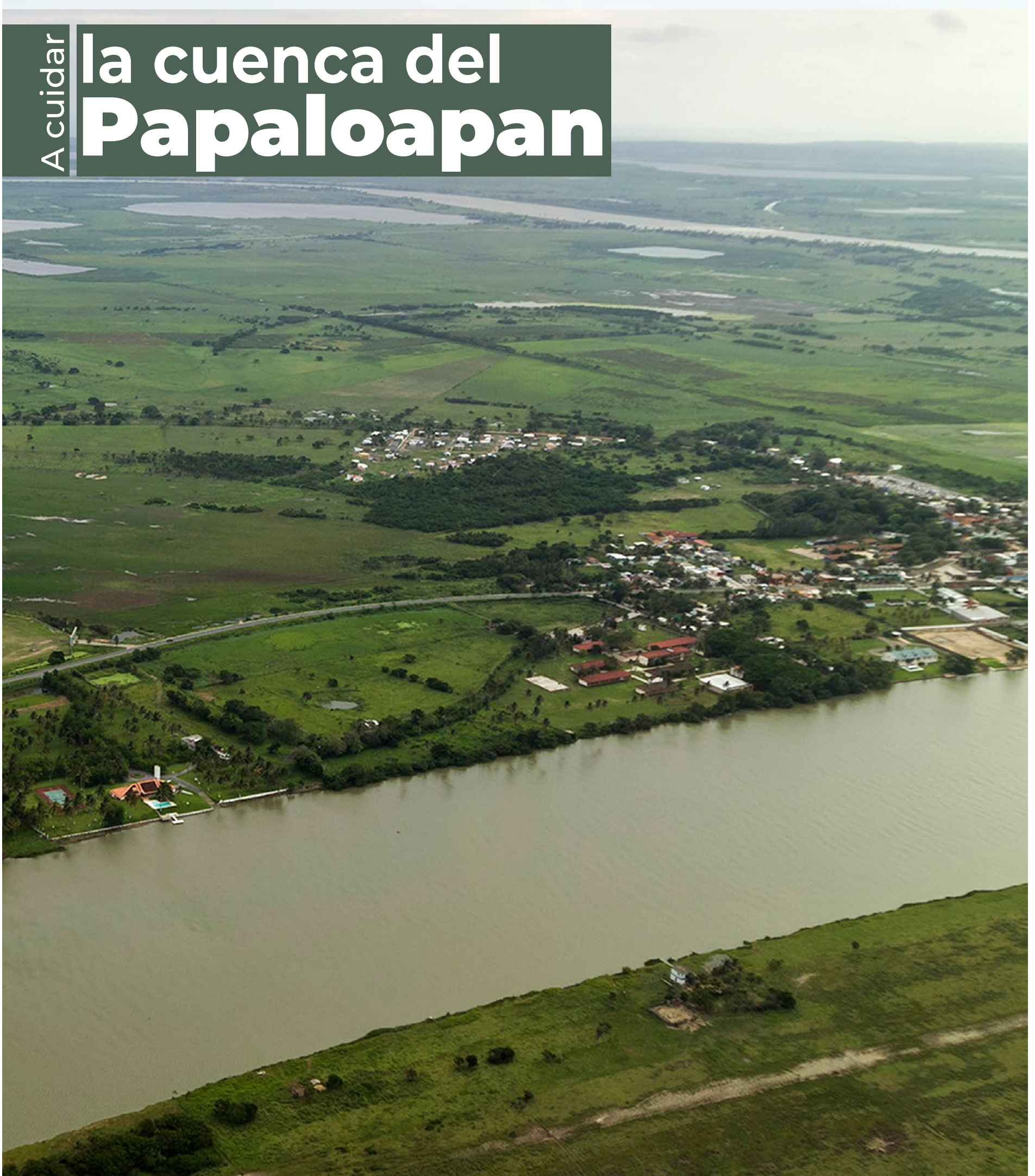
JarochoCuantico



@jarochoquantico

A cuidar

# la cuenca del **Papaloapan**



## A cuidar la cuenca del Papaloapan

**E**n este número hemos puesto nuestro enfoque en el proyecto “Ecohidrología para la sustentabilidad y gobernanza del agua y cuencas para el bien común”, también conocido como “Agua para la vida y el bien común” de la REDMORA-PRONAI 318956. Esta iniciativa reúne los esfuerzos del Instituto de Ecología, A.C., El Colegio de Veracruz y el Instituto Tecnológico de Veracruz – UNIDA, de organizaciones de la sociedad y de pobladores, destacando la importancia de uno de los recursos más vitales para la vida en nuestro planeta: el agua de las cuencas.

Hemos explorado una amplia gama de temas enfocados en poner la cuenca del río Papaloapan al centro. Las contribuciones en este número nos comparten estudios y reflexiones sobre las formas de vida, la gestión del agua y el uso de tecnologías para la conservación de los humedales, y la cantidad y calidad del agua en esta cuenca.

El primer artículo se centra en la implementación de una Red de Monitoreo de Reservas de Agua con el objetivo de garantizar el acceso al agua y promover la colaboración entre diferentes sectores. Raúl Pineda, Clara Tinoco, Patricia Moreno-Casasola y Dora Palma reconocen la importancia de la planificación y el conocimiento preciso de las cuencas para proteger este recurso renovable y enfrentar diversas amenazas, como la falta de regulación humana y los efectos del cambio climático.

Las autoras de esta nota ofrecemos un retrato de tres comunidades en el Sistema Lagunar de Alvarado. Donde la vida fluye rodeada de agua dulces, negra y salada, pero no potable. Narramos nuestra llegada y el descubrimiento de ricas bases participativas para una gestión comunitaria. En el tercer artículo, Citlalli González examina la importancia del agua en los humedales de Alvarado. La autora presenta reflexiones a partir de talleres participativos donde se discutieron los desafíos y las acciones de adaptación frente a los cambios socioambientales relacionados con las temporadas de agua.

En el cuarto artículo, Xóchitl León, Martha Hernández, y Hugo

López-Rosas resaltan la relevancia histórica y cultural del agua en la cuenca del río Papaloapan. Los autores destacan la presencia de sitios arqueológicos y el papel de los humedales en el paisaje biocultural de la región. María Elizabeth Hernández y Patricia Moreno-Casasola incorporan en un quinto artículo, la importancia de los servicios ambientales de los humedales del Sistema Lagunar de Alvarado en Veracruz, que desempeñan un papel crucial en la región costera central del estado. En el sexto artículo José Tuxpan Vargas, Erandi Monterrubio, Rubicel Trujillo y Brenda Mendoza introducen el uso de drones como una herramienta valiosa para obtener datos precisos y detallados, lo que contribuye a la conservación y gestión de estos ecosistemas.

En séptimo lugar, Patricia Moreno-Casasola y Luis Alberto Peralta nos comparten reflexiones sobre la vida en las costas, y destacan la importancia de conservar estos entornos para garantizar el bienestar de las comunidades.

Finalmente, Luis Alberto Peralta y Carolina Peña escriben sobre la calidad del agua como aspecto esencial para nuestra salud y la de los seres vivos. La presencia de contaminantes químicos, biológicos y microplásticos puede tener graves impactos en la seguridad alimentaria y la salud de los ecosistemas. Garantizar un suministro seguro de agua para la producción de alimentos es un desafío complejo, pero es esencial para evitar la transferencia de sustancias tóxicas y patógenos a los seres vivos que dependen de estos recursos.

En suma, estos artículos señalan que la gestión adecuada de nuestra cuenca del Papaloapan es fundamental para mantener la salud de este recurso vital y de quienes se benefician de éste. Para ello, la colaboración entre diferentes sectores y actores, la participación activa de las comunidades y el fortalecimiento de las políticas públicas para la gestión y regulación ambiental son pasos clave hacia un futuro donde el agua sea valorada como se merece.

**María del Socorro Aguilar Cucurachi  
y María del Carmen Maganda Ramírez**

## La información sobre el agua o ¿cómo debemos cuidar nuestras cuencas?

► Raúl Pineda López\*, Clara Tinoco Navarro\*, Patricia Moreno-Casasola\*\* y Dora Beatriz Palma Hernández

**E**l agua es un asunto de seguridad mundial y nacional. La requerimos como un sustento para la vida y para mantener los medios de producción y culturales que nos dan bienestar. Sin embargo, el agua dulce de nuestro planeta está bajo continuas amenazas, y a lo largo de los últimos años se ha convertido en un bien escaso y poco renovable. Ello se debe tanto a nuestro descuido como humanos para regular su uso y frenar el daño a los ecosistemas (entre ellos humedales, ríos, lagos, etc.), así como a fenómenos globales como el cambio climático.

La planificación es clave para poder asegurar el agua, pero se necesita información, capacitación y colaboración entre los distintos sectores (em-

presas, gobierno, comunidades, científicos, etc.), para procurar un equilibrio entre la conservación de ecosistemas y las necesidades humanas, con el fin de garantizar agua tanto para el ambiente como para las personas.

En el proyecto **Agua para la vida y el bien común**, de Red de Monitoreo de Reservas de Agua – (RedMORA), buscamos promover nuevas formas de medir de manera precisa y continua las condiciones de los ambientes acuáticos en cinco cuencas mexicanas. Con ello, buscamos mejorar las formas de gestión y manejo del agua considerando los impactos del cambio climático.

El buen manejo del agua, pensando en el bien común, requiere de saber ¿cuánta hay?, ¿qué características tiene?, ¿dónde está?, ¿quiénes tienen

unidad de la superficie terrestre que recibe el agua de lluvia, la transporta y la lleva hacia un lago o al mar. Aunque una parte del agua se infiltra y se queda en el subsuelo, desde donde la obtenemos por medio de pozos o bien usando los manantiales.

En México tenemos 1471 cuencas superficiales, algunas grandes como las de los ríos Usumacinta, Papaloapan y Pánuco. Otras medianas como la del río Santa María en Querétaro-Guanajuato-San Luis Potosí, y otras más pequeñas como la del río Purificación en Jalisco. Cada una, captura una cierta cantidad del agua de lluvia y cuando la medimos en metros cúbicos se le llama disponibilidad del agua; es decir, la cantidad que tenemos de agua disponible para el uso humano. Estas son algunas de las cuencas

acceso a ella?, ¿cómo y cuánto usamos para nuestras actividades? Estos saberes mejorarían la toma de decisiones conjunta, y así mantenerla como un recurso renovable hacia el futuro.

¿Por qué hablamos de cuencas? El mejor territorio para planear el manejo del agua es la cuenca,

bajo estudio en nuestro proyecto.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es la institución encargada de hacer estos cálculos con base en la norma oficial mexicana (NOM-011). Sin embargo, las mediciones son aproximadas por falta de instrumentos de medición, y se comunica al público la información basada en el promedio de lo que llueve en un año sin considerar las variaciones de las estaciones, ya que en nuestro país no llueve de manera continua. Pero esos promedios dan una estimación de disponibilidad mayor de la que en realidad existe, y esto nos hace creer que tenemos más agua de la que realmente llueve. Entonces, esta agua “disponible” se concesiona a las personas o empresas o se asigna a instituciones gubernamentales, resultando que se otorga y usa más de la que realmente disponemos. Estas concesiones se realizan sin considerar reservas de agua para el ambiente, pues es necesaria para la conservación de los ecosistemas y las fuentes que proporcionan agua a todos los seres vivos, incluyendo al ser humano. Esto está causando que muchas cuencas se sequen y eso genera tensiones entre los sectores, dejando

A PAGINA 3

Coordinan este número: **María del Socorro Aguilar Cucurachi y María del Carmen Maganda Ramírez**

Autores: **Raúl Pineda, Clara Tinoco, Patricia Moreno-Casasola, Dora Palma, Carmen Maganda, Socorro Aguilar, Citlalli González, Xóchitl León, Martha Hernández, Hugo López-Rosas, Ma. Elizabeth Hernández, José Tuxpan Vargas, Erandi Monterrubio, Rubicel Trujillo, Brenda Mendoza, Luis Alberto Peralta y Carolina Peña**

Director: **Tulio Moreno Alvarado** / Subdirector: **Leopoldo Gavito Nanson** / Edición: **Moxel Alberto Pola Sánchez**

Comité Editorial: **Lilia América Albert Palacios, Lorenzo M. Bozada Robles, Isela Pacheco Cabrera, Beatriz Torres Beristain y Georgina Vidriales Chan**

Correspondencia y colaboraciones: **eljarochoquantico@gmail.com** • **Facebook.com/ElJarochoCuántico** • **Twitter: @jarochoquantico**

DE PAGINA 2

a muchos sin acceso al agua. Algunas cuencas tienen agua suficiente y ello ha llevado a decretarlas como reservas de agua para nuestro país, pensando que a futuro se pueda garantizar el agua para la cuenca y para sus habitantes.

Por otro lado, además de conocer de manera precisa la cantidad de agua, también debemos medir la calidad del agua para saber cuál es el estado de integridad o "salud" de la cuenca; así podemos destinarla a usos como la agricultura, industria, recreación o para el hogar. Es decir, necesitamos información social y ambiental para hacer un buen manejo del agua, lo cual requiere de la aplicación de nuevos métodos científicos para medir la cantidad de agua de manera precisa, y de la coordinación entre las universidades, las autoridades locales y las comunidades. La participación ciudadana es crucial para que esta información pueda ser obtenida y usada por los mismos habitantes

de las cuencas, y que esto les sirva para mejorar el manejo del agua.

Nuestro proyecto parte de un trabajo colaborativo entre investigadores de universidades y centros de investigación, de habitantes de las cuencas, de organizaciones de la sociedad civil y de integrantes de diversas entidades gubernamentales de municipios, estados y la federación. Queremos desarrollar una propuesta que permita obtener información estratégica para cada cuenca y su agua. La información debe ser precisa y adecuada para generar modelos y escenarios de cómo estamos y cómo debemos manejar, cuidar y usar el agua, tanto en el campo como en la ciudad.

Al mismo tiempo, queremos contribuir con la formación y educación de comunidades, técnicos, científicos y tomadores de decisiones para que, desde los distintos sectores sociales, productivos, gubernamentales y académicos, podamos tener un lenguaje común para tratar los temas del agua y la cuenca. Además, buscamos fortalecer las capacidades

de los representantes de estos sectores para que participen de manera más efectiva en la toma de decisiones en los consejos de cuenca establecidos en la ley y en la elaboración de planes hídricos con una visión participativa y conjunta. Esto significa que deben considerarse todos los posibles usos del agua, pero al interior de cada cuenca deben priorizarse aquellos que permitan un uso sosten-

table y el mantenimiento del ciclo hidrosocial del agua. Debemos dejar el agua suficiente para las próximas generaciones y además, dejarles un camino claro para que la atesoren y la mantengan en conjunto con las cuencas.

\*Universidad de Querétaro.  
\*\*INECOL



Una cuenca, un proyecto, un equipo<sup>(+)</sup> y una lancha. Casi en ese orden, después de siete meses de espera por recursos, por la cuarta ola del Covid, o por las condiciones climáticas adversas, hasta octubre del 2022 tuvimos la fortuna de adentrarnos en tres comunidades pesqueras del Sistema Lagunar de Alvarado: El Pájaro, Mano Perdida y Costa de San Juan. Tres comunidades rurales con características similares, donde la población no superaba los 200 habitantes en cada una. Nuestros propósitos consistieron en presentar, presentar el proyecto "Agua para la vida y el bien común", ratificar compromisos de participación y, en posteriores visitas, descubrir la percepción de las y los habitantes locales acerca de sus recursos hídricos. Descubrimos mucho más, descubrimos que estas comunidades cuentan con una rica base de participación comunitaria que requiere reconocimiento y apoyos para influir en la resolución de problemáticas relacionadas con el agua.

El recibimiento fue siempre gentil. Nos apoyó el diálogo iniciado previo a la aprobación del proyecto, y el invaluable acompañamiento de colegas de Pronatura-Tlacotalpan. Percibimos una ligera mayoría masculina en dos de las comunidades, mientras que en El Pájaro se distinguía por mayoría femenina. La escolaridad promedio alcanza solo el nivel primario sin concluir, y el tipo de propiedad de la tierra es mayoritariamente ejidal, con algunas pequeñas propiedades privadas. Las vidas en estas comunidades fluyen como los ríos y las lagunas que les rodean, pese a no tener acceso regular al agua potable. Una necesidad básica insatisfecha, que resalta la importancia de abordar temas de gestión hídrica y cuencas con ellos.

**Encuentros participativos y desafío de corrientes en el Sistema Lagunar**

Con el firme propósito de asegurar una participación informada y ética por parte de las comunidades, implementamos protocolos de llegada y solicitud de consentimiento informado. Como equipo, trazamos nuestro camino mediante tres líneas de investigación: la historia y vivencias en las comunidades lagunares, las problemáticas relacionadas con el agua, y el acce-

## Donde la vida fluye sin barreras: Retrato de tres comunidades del Sistema Lagunar de Alvarado

► Ma del Carmen Maganda Ramírez\* y Ma del Socorro Aguilar Cucurachi\*\*



so y derecho al agua y saneamiento. Durante el 2022, realizamos un exhaustivo diagnóstico socioambiental comunitario a través de tres talleres participativos. Nos sumergimos en un espacio de diálogo y reflexión colectiva, empleando herramientas como la lluvia de ideas, el mapeo comunitario y un calendario basado en los ciclos del agua, el cual describe detalladamente en su artículo "Agua pasa por mi casa...pero no para beber" de Citlalli González.

Para el desarrollo de estos talleres nos apoyamos en técnicas de investigación participativas. Estas herramientas nos permitieron no solo recopilar, analizar y presentar información de manera participativa, sino también fomentar el intercambio de conocimientos, el debate de ideas y la construcción de consensos en torno a la compleja realidad del agua en las comunidades. Pero además, intentamos al menos aflojar la barrera "ellos-nosotros"; incluimos momentos para socializar, en alguna ocasión fuimos invitadas a un cumpleaños, y en otros alguien nos

preparó la comida. El diálogo prosperó y tuvimos la oportunidad de identificar diversas problemáticas relacionadas con el agua en las tres comunidades. Entre ellas, resaltamos la preocupante contaminación del agua, el alarmante deterioro de la actividad pesquera, el desafiante azolvamiento, las frecuentes inundaciones y la acuciante falta de acceso al agua potable. Cabe destacar que las y los miembros de estas comunidades, reconocieron condiciones y problemáticas específicas en dos épocas de aguas de gran relevancia: las cristalinas aguas saladas durante la temporada de estiaje y las turbias aguas dulces durante la temporada de lluvias.

**Comunidades tejedoras de soluciones hídricas hacia horizontes posibles en la Cuenca del Papaloapan**

Queremos enfatizar la importancia de la organización y las acciones comunitarias como hilos entrelazados para enfrentar las problemáticas del agua en cada una de las estaciones mencionadas. A pesar de las dificultades y

retos a los que se enfrentan, estas comunidades han demostrado una admirable capacidad de colaboración y una encomiable disposición para trabajar en proyectos conjuntos con organizaciones ambientales o universidades.

Los avances que obtuvimos nos brindan una visión más clara de los desafíos y oportunidades presentes en la Cuenca del Papaloapan. Tuvimos oportunidad de escuchar las voces de cada persona participante, entrelazadas en un tejido colectivo, coincidiendo en la perspectiva comunitaria de las problemáticas al mismo tiempo que planteaban un cimiento sólido para la acción transformadora. La participación comunitaria se ha revelado como un factor esencial para abordar y solucionar estos desafíos, y allanar el camino hacia horizontes prometedores. Nuestro compromiso persistente como proyecto de incidencia, es nutrir estos descubrimientos con acciones concretas y soluciones sostenibles para el beneficio de las comunidades y el ecosistema.

Buscamos seguir fortaleciendo la colaboración entre la academia y las comunidades locales. Continuamos manteniendo un diálogo, y por lo que sabemos, las comunidades navegan hacia una gestión sustentable del agua por los ríos de esperanza en la Cuenca del Papaloapan

\* Red de Ambiente y Sustentabilidad, INECOL  
\*\* Dirección de Comunicación de la Ciencia, UV

+ El equipo socioambiental del proyecto "Agua para la vida y el bien común", estuvo compuesto por las autoras de este artículo más Citlalli González Hernández, Aníbal Guillén Morales y Evelyn Marin López.

**E**l agua rige el día a día en los humedales del Sistema Lagunar de Alvarado, ubicado en la parte baja de la cuenca del río Papaloapan. El agua que baña este complejo de lagunas viaja desde las montañas de Oaxaca, y a su paso acarrea contaminantes que se acumulan hasta llegar a la costa veracruzana. A su vez, los efectos del cambio climático agudizan las condiciones de vulnerabilidad y de incertidumbre, por ejemplo, ante inundaciones y sequías cada vez más impredecibles. Además, existe una falta de acceso al agua potable en cantidad y calidad para las comunidades humanas y la biodiversidad que ahí habita.

Ante este contexto, en octubre del 2022, el equipo socioambiental del proyecto de incidencia "Agua para la vida y el bien común", en su sección Papaloapan\*, realizó una serie de talleres participativos en tres comunidades de los humedales. Así, compartimos espacios de diálogo y reflexión con personas de El Pájaro (Tlacotalpan), Mano Pérdida (Tlacotalpan) y Costa de San Juan (Alvarado). Como parte de los ejercicios, realizamos calendarios detallados sobre cómo perciben las personas los cambios socioambientales por temporadas de agua en el lapso de un año. Para esto, partimos de las dinámicas de los cambios de agua y sus características (color, olor, sabor, temperatura, etc.), el clima, los beneficios, sus problemáticas y las acciones que realiza la comunidad para adaptarse.

Si bien encontramos diferencias entre las tres comunidades, podemos mencionar algunos elementos comunes:

**Hay dos temporadas principales: aguas claras (saladas) y aguas negras.** Para las tres comunidades, las temporadas están vinculadas a la época de secas (aguas saladas/claras) y de lluvias (aguas negras/revueltas), que alcanzan sus picos máximos en los meses de abril-mayo y septiembre-octubre, respectivamente. Además, existe la temporada de fríos con nortes, en la que el agua adquiere diferentes características. En las aguas claras se alcanzan los niveles más altos de sal en las lagunas, además, en algunos cuerpos de agua hay muy poco oxígeno, se afecta la pesca, el agua llega a tornarse verde y por los químicos de la producción de caña puede aparecer una rebaba blanca. En las aguas negras hay mayor contaminación por el lavado de los ingenios y el arrastre de contaminantes por las lluvias, lo cual impacta sobre algunos recursos pesqueros y su economía. Asimismo, en esta época está el peligro latente de las inundaciones.

**Falta de acceso al agua potable en cantidad y calidad.** Esta problemática es prioritaria y urgente. En El Pájaro y Costa de San Juan no tienen acceso al agua potable, dependen de la compra de garrafones de agua para consumo humano todo el año, lo que se intensifica en las aguas claras (secas), ya que el agua en las lagunas es tan salada que no pueden usarla para bañarse o para sus actividades económicas, por ejemplo, para su ganado y animales de traspatio. En el caso de Mano Perdida, aunque tienen pozo comunitario, las personas reconocen que la calidad del agua es deficiente y necesitan mejorarla.

**Contaminación del agua.** Esta problemática se manifiesta de forma



Taller participativo en la comunidad de El Pájaro, octubre 2022 ■ Foto Citlalli A. González H.

diferente a lo largo del año. En general, las personas creen que las causas principales son las siguientes: los desechos de los ingenios azucareros y una alcoholera, agroquímicos para el cultivo de caña, herbicidas para los predios ganaderos y agrícolas, químicos (garrapaticidas y otros), el ganado, así como el desecho de aguas residuales urbanas sin tratamiento.

**Impacto en la economía familiar.** La contaminación del agua se suma al creciente deterioro de la actividad pesquera en las lagunas, lo que afecta a los productos con mayor valor en el mercado. Por otro lado, las sequías prolongadas y las inundaciones afectan fuertemente a otras actividades económicas relevantes, como son la ganadería y el turismo (en el caso de Tlacotalpan).

**Inundaciones.** Hay incertidumbre sobre su intensidad año con año (septiembre y octubre principalmente). Además de la afectación en las localidades y sus hogares, los caminos se inundan y, al ser de terracería, quedan francamente deteriorados y dificultan el acceso con vehículos. En localidades que solo se comunican a través del agua por medio de lanchas, como Costa de San Juan, la comunicación se interrumpe, no pueden ir a Alvarado por provisiones, agua o para vender sus productos.

**Azolvamiento.** Las personas con-

sideran que esto puede ser causado por sedimentos que se arrastran desde otros lugares de la cuenca, por lo que son necesarias acciones para desazolver los ríos y canales principales, que deben ser atendidas a nivel estatal y federal. Esta situación afecta en las inundaciones, pues sus impactos pueden ser más intensos sobre las comunidades y afectan a las poblaciones más vulnerables.

Debemos resaltar la importancia de las **acciones comunitarias** ante sus problemáticas del agua para el consumo humano y de su entorno. La respuesta de adaptación desde las comunidades resulta fundamental, con acciones como las siguientes: recolecta de agua de lluvia en tambos y recipientes, la diversificación de las actividades económicas (como la madera de manglar legal y la apicultura), la cooperación entre localidades para apoyarse en el acceso al agua en los periodos de escasez y la organización comunitaria para la limpieza y desazolve manual de canales.

Es por ello que la **organización comunitaria** resulta fundamental ante el deterioro, en este caso en forma de cooperativas de pesca (p. ej. de las mujeres, como es el caso en Costa de San Juan). La organización les ha permitido acceder a algunos apoyos, por ejemplo, para tener unidades para producir jaiba desnuda u otros productos,

así como organizarse ante las malas prácticas pesqueras. Ante ello surge la necesidad de fortalecer la organización y la toma de acuerdos colectiva.

Finalmente, debemos plantearnos que las problemáticas complejas del agua no pueden ser atendidas sólo a nivel local, necesitan de acciones a diferentes niveles (municipal, estatal y federal) y atender la problemática de fondo. Esto nos lleva a reflexionar sobre la necesidad de buscar soluciones desde un enfoque de cuenca, que requiere acciones a múltiples escalas y con la colaboración de actores locales (especialmente desde la organización, como cooperativas o ejidos), instituciones gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, empresas, etc. Así, requerimos construir o activar los mecanismos o canales de vinculación y diálogo, hacia la construcción colectiva y esquemas innovadores de gobernanza del agua, que permitan alcanzar la meta del derecho humano al agua para todas y todos.

\* El equipo socioambiental del proyecto citado, al momento del taller referido en el 2022, estuvo compuesto por Carmen Maganda, Socorro Aguilar, Citlalli González, Anibal Guillén y Evelyn Marin.

\* Red de Ambiente y Sustentabilidad, Instituto de Ecología A. C.

Montículos prehispánicos de tierra apisona en humedales ■ Foto Hugo López Rosas



## El agua en la arqueología y el paisaje biocultural del Papaloapan

► Xochitl del A. León Estrada\*, Martha Judith Hernández Velasco\* y Hugo López Rosas\*

**A**lgunos de los elementos fundamentales de la naturaleza para el desarrollo de las civilizaciones a lo largo de la historia han sido humedales y cuerpos de agua dulce, así como las cuencas donde estos se encuentran. La importancia del agua ha sido crucial para los asentamientos humanos y el desarrollo de la agricultura en las antiguas ciudades de Egipto, Mesopotamia, China, Sudamérica y Mesoamérica. Nos situaremos en la región cultural de Mesoamérica para hablar del agua en la arqueología y el paisaje biocultural, concretamente en la cuenca del río Papaloapan.

### Paisajes de agua, ríos y manglares en el registro arqueológico del Papaloapan

La cuenca baja del Papaloapan (Río de las Mariposas en náhuatl -papalotl: mariposa, apan: río) presenta características naturales y culturales que conforman un paisaje de humedales único, donde se aprecia la relación naturaleza-sociedad en el registro arqueológico.

En 1908, Leopoldo Batres, arqueólogo oficial del porfiriato, presentó el texto *Civilización prehistórica de las riberas del Papaloapan y costa de Sotavento*. Este es uno de los primeros textos sobre la arqueología de la zona y resalta la ubicación geográfica estratégica que permitió la interacción entre los pueblos asentados fuera y dentro de la cuenca. Gonzalo Aguirre Beltrán, posteriormente, registró sitios

como La Campana, El Tiesto, El Zapotal, El Cocuite, La Mojarra y Tío Primo durante la década de 1940.

En la segunda mitad del siglo XX, arqueólogos veracruzanos rescataron piezas arqueológicas en la cuenca del Papaloapan que, por ser hallazgos fortuitos, están descontextualizadas y, por lo tanto, sin un estudio sistemático desde la perspectiva científica. Desde finales del siglo XX, la región ha sido objeto de estudio por parte de investigadores estadounidenses y mexicanos, quienes han ampliado el panorama, enfocándose en las formas de vida de comunidades asentadas en terrenos inundables y su relación con el agua.

Arqueológicamente, la región se caracteriza por una ocupación multicultural que se remonta al periodo Preclásico mesoamericano (1200 a.C.-200 d.C.). Para el Clásico (200-900 d.C.), en estudios arqueológicos de sitios aledaños al río, en el área de Tlacojalpan y Otatitlán, se han encontrado utensilios de obsidiana para descamar pescado; mientras que, hacia Tlacotalpan y Alvarado, se ha notado una gran relevancia de las redes fluviales, los médanos y los humedales para la pesca asociada a los manglares. La arqueología ha permitido identificar que los antiguos habitantes de los manglares subsistían gracias a los recursos acuáticos del sistema lagunar de Alvarado, debido a la falta de tierra cultivable. La región es relevante para la historia cultural mesoamericana debido a la estela ubicada

en la comunidad La Mojarra, una de las evidencias más tempranas de escritura glífica en Mesoamérica, con una narrativa histórica en alguna lengua pre-protozoque. El monolito fue encontrado en la ribera del río Acula, que distribuye agua a la laguna de Alvarado en una zona con montículos de tierra apisonada inmersos entre manglares. Este sistema lagunar formó parte de la provincia de Tochtēpetl en el Posclásico (900-1521), mismo que pagaba tributo al Imperio Azteca con mantas de algodón, alta variedad de pescado y aves multicolores, los cuales denotan la biodiversidad y riqueza del paisaje, tal y como quedó registrado en el Códice Mendoza. Posteriormente, los españoles atravesaron esta región por agua y tierra. Bernal Díaz del Castillo narra cómo hace 500 años el capitán Pedro de Alvarado navegó por un río que los indios nombraban Papaloapa, el cual era rico en productos pesqueros. También reporta un encuentro con pescadores indígenas que dijeron ser "naturales de un pueblo que se dice Tacotalpa".

### Paisaje biocultural y patrimonio

El agua, ríos y manglares inundables, desde tiempos prehispánicos forman parte del paisaje en el que conviven sociedad y naturaleza. En este paisaje observamos prácticas cotidianas de larga tradición que conjugan el conocimiento del medio para fines pragmáticos, dando como resultado una relación recíproca entre una

cultura y su medio natural, bajo el concepto de paisaje biocultural. En este sentido, el agua, vista desde el registro arqueológico, ha sido un elemento fundamental en la configuración del paisaje biocultural actual. Los estudios arqueológicos han permitido comprender las formas de vida y de apropiación del territorio asociadas al agua como parte del patrimonio biocultural. La gestión integral del agua y la sensibilización del paisaje biocultural son fundamentales para la conservación del patrimonio natural y cultural, así como para lograr un desarrollo más sustentable. En la cuenca baja del Papaloapan, el río y sus afluentes, las lagunas, los manglares y los humedales de agua dulce, son el escenario de una continuidad cultural, donde los habitantes de la zona, como principales actores en la gestión, se apropian del paisaje, conformando su herencia: su patrimonio en todas sus acepciones.

\* Desarrollo Regional Sustentable, El Colegio de Veracruz

### Referencias

- Aguirre Beltrán, G. (1992). *Pobladores del Papaloapan: biografía de una hoya*. México: CIESAS.
- Diehl, R. (2011). *The La Mojarra chronicle: an illustrated account of an archaeological investigation in Veracruz, Mexico*. Washington: FAMSI.

# Humedales como soluciones basadas en la naturaleza para el bienestar de los Veracruzanos

► María Elizabeth Hernández Alarcón\* y Patricia Moreno-Casasola\*\*

## Los humedales del sistema Lagunar de Alvarado

Los humedales son ecosistemas de transición entre los ambientes acuáticos y terrestres, se caracterizan por tener suelo inundado la mayor parte del tiempo o con agua cerca de la superficie del suelo donde crecen plantas adaptadas a la inundación. Históricamente, los asentamientos humanos dependieron de los humedales, ya que proporcionaron recursos vitales para las civilizaciones. Por ejemplo, los aztecas hace 1,100 años se establecieron en la zona de humedales de Tenochtitlán (en el lago de Texcoco).

Los humedales en el Sistema Lagunar de Alvarado, ubicados en la costa central planicie del estado de Veracruz sobre el Golfo de México, representan el 22.85% de la cuenca baja del río Papaloapan en un área de 373,021 hectáreas (Figura 1). En este sistema lagunar predominan los humedales de agua salobre llamados manglares, donde abundan especies de árboles como mangle rojo, mangle negro y mangle blanco, junto con el helecho de manglar, y las lianas conocidas como junco y bejuco de mangle. También existen humedales de agua dulce dominados por diversas especies herbáceas entre ellos la nea o tule, pastos como el lambedor y el corcho, cyperáceas como el coyolillo gigante y el tulillo, hierbas de hojas anchas como hoja popai y platanillo. En menor proporción se encuentran los humedales de agua dulce con especies arbóreas como el zapote reventador y diversas lianas y un sotobosque de platanillo,

llamadas selvas inundables

## Servicios ambientales de los humedales

Los servicios ambientales son las contribuciones directas e indirectas que los ecosistemas proporcionan al bienestar humano. Los humedales proveen múltiples e importantes servicios ambientales. Se les ha llamado “los riñones del planeta” porque limpian las corrientes de agua, de forma semejante a como los riñones depuran la sangre. Estabilizan las fuentes de agua y mitigan inundaciones y sequías, recargan acuíferos y protegen las costas. Son también considerados como “supermercados naturales”, por contar con una gran cantidad de especies que se alimentan la una de la otra, lo que mantiene una gran biodiversidad. Además, capturan y acumulan carbono de la atmósfera, mitigan las islas de calor y por eso son estabilizadores del clima.

En los más de 200 cuerpos de agua del Sistema Lagunar de Alvarado hay más de 180 especies de peces que son el sustento económico para muchas familias que viven de la pesca. En este sistema se conserva una de las más grandes áreas de manglar (19 mil hectáreas) en Veracruz, donde por temporadas desovan miles de peces, protegiendo a sus crías de los depredadores entre las raíces de los manglares.

## Amenazas de los humedales

En el Sistema Lagunar de Alvarado, los humedales son amenazados por cambios en el uso del suelo. Por ejemplo, la ganadería los convierte en potreros

inundables, lo que causa compactación de suelo, pérdida del carbono almacenado, aumento de las emisiones de metano a la atmósfera y pérdida de la vegetación nativa de humedales. Otra gran amenaza son los cultivos de caña, perdiendo hábitat para las pesquerías y para almacenar carbono.

Otra gran amenaza para estos humedales es la disminución de la disponibilidad de agua, poniendo en riesgo al ecosistema y sus servicios ambientales. Además, la contaminación de los ríos afecta la salud de los ecosistemas.

## Soluciones basadas en la naturaleza

Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) abarcan todas las acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que proveen, es decir que replican el funcionamiento de los ecosistemas para responder a desafíos de la sociedad, como el cambio climático, la seguridad alimentaria y el riesgo a desastres. Los humedales son un ecosistema invaluable para mitigar problemas derivados del cambio climático como las inundaciones y la protección de la costa en caso de huracanes. Este es un nuevo enfoque mucho más económico y amigable con la naturaleza, en comparación con los sistemas de drenaje rápido en los que se utilizan zanjas, tuberías y muros de contención.

Además, gran parte del carbono que capturan las plantas de los humedales se convierte en biomasa. Cuando las plantas mueren, esta biomasa se integra al suelo y se descompone

lentamente porque está inundado y no hay oxígeno, formándose grandes almacenes de carbono (Figura 1). Los suelos de los humedales del Sistema Lagunar de Alvarado han demostrado que pueden almacenar grandes cantidades de carbono, hasta 600 toneladas de carbono por hectárea. Nuestra vida diaria agrega diariamente gran cantidad de dióxido de carbono a la atmósfera. Por ejemplo, en promedio, las emisiones de carbono a la atmósfera por el uso de diferentes tipos de automóviles son de 611 kg de carbono por año. Tomando en cuenta el almacén de carbono en los humedales, resulta que una hectárea del suelo de los humedales como los de Alvarado, capturan las emisiones de un año de 981 automóviles, mitigando el calentamiento global. ¡Qué bueno que en Veracruz contamos con los humedales de Alvarado para compensar por nuestras actividades en autos!

Finalmente, la belleza estética de un humedal con aves en un espejo de agua es un espectáculo para los humanos que demandan sitios de recreación en donde puedan relajarse y disminuir el estrés. En el proyecto “Agua para la vida y el bien común” buscamos darles valor a todas estas funciones combinadas con la conservación del agua.

\* Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, Red de Ecología Funcional. Instituto de Ecología AC, elizabeth.hernandez@inecol.mx



Vista aérea del sistema lagunar de Alvarado ■ Foto Gerardo Sánchez Vigil



## El uso de drones, una tecnología para el mapeo y monitoreo de alta precisión de manglares

► José Tuxpan Vargas\*, Erandi Monterrubio Martínez\*, Rubicel Trujillo Acatitla\* y Brenda Yutziny Mendoza Aguilar\*

Los manglares son ecosistemas costeros reconocidos mundialmente por sus funciones, como servir de barrera contra tormentas y huracanes, regular las inundaciones y salinidad, ser hogar de muchas especies importantes para la pesca, servir como espacio para el ecoturismo, ayudar a disminuir el calentamiento global, entre otras.

A pesar de ello, en muchas costas mexicanas y del mundo, los manglares son talados año con año, lo que ha reducido drásticamente su cobertura y ha afectado gravemente a las plantas, animales y personas que ahí viven. Por ello, en México desde 1980, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es la institución encargada de elaborar mapas de manglares usando imágenes satelitales y fotografías tomadas desde helicópteros para monitorearlos constantemente. Sin embargo, desde hace más de diez años, otros países ya están utilizando nuevas tecnologías, como los drones, para mejorar estas técnicas.

### Pero... ¿Qué beneficios tiene usar drones?

Los drones nos permiten observar grandes extensiones de terreno en poco tiempo y llegar a lugares de difícil acceso; de modo que, podemos obtener información precisa y detallada para tener otro punto de vista y reconocer cambios que, de otra forma, se necesitaría mucho dinero, tiempo y esfuerzo humano.

También, los drones pueden obtener diferentes tipos de datos con una variedad de accesorios; los más comunes son las cámaras fotográficas, que funcionan con la luz del sol. El uso de drones, en conjunto con este tipo de sensores, nos permite obtener fotografías aéreas donde se pueden distinguir detalles de hojas, ramas y troncos de árboles individuales; o bien conocer la forma, tamaño, cantidad y distribución de especies de árboles en general.

Si se realizan estas fotografías a lo largo del tiempo, se pueden incluso reconocer cambios generados por acción

humana, como la tala ilegal; o afectaciones por causas naturales, como el paso de ciclones tropicales (huracanes y tormentas). Con este tipo de información es más fácil la toma de decisiones y enfocar esfuerzos donde se requiere alguna ayuda humana.

Otro tipo de accesorios que se utilizan con los drones, son los sensores activos, los cuales generan y miden su propia energía para registrar datos; por lo que, tampoco requieren de luz solar para funcionar. Un ejemplo de ellos es el LiDAR (Light Detection and Ranging, por sus siglas en inglés), un dispositivo que emite pulsos de luz y mide el tiempo que tarda en regresar este pulso al dispositivo, para determinar la distancia de objetos y reconstruirlos en figuras en tercera dimensión (3D). En este caso, se obtienen datos de frente, un punto de vista diferente a la fotografía aérea, donde también se pueden reconocer características del tamaño y formas de hojas, ramas, tallos, troncos y raíces, lo que nos permite distinguir las diferencias entre individuos y entre especies.

### ¿Cómo ayuda el uso de drones a los manglares y la sociedad?

La primera ventaja del uso de drones es que se pueden estudiar características de un solo árbol de cada especie, o bien las características en general del ecosistema al ver el tamaño, forma, cantidad de árboles y distribución de especies.

Estas características nos dan la oportunidad de saber el estado de un ecosistema y nos permiten medir a detalle sus funciones. Un ejemplo de ello es estudiar a fondo la forma de troncos y raíces del manglar para saber su capacidad de controlar inundaciones y retener el suelo. Otro ejemplo es calcular la cantidad de hojas para determinar su capacidad de convertir el carbono que se encuentra en el aire en oxígeno que necesitamos para respirar.

Una de las mejores oportunidades para aprovechar esta información, es realizar un registro de las característi-

cas exactas del tamaño, tipo de especie, cantidad de árboles y qué tan cerca están entre ellos. Con estos datos, se pueden recrear escenarios reales de un lugar, y modelar mediante computadora el paso de ciclones tropicales, como tormentas y huracanes, de diferentes intensidades. De esta manera, estimar las posibles consecuencias en caso de algún desastre y hacer una planeación de qué hacer si ocurre. Esto es importante tomarlo en cuenta, ya que debido a los efectos del cambio climático y a que las costas mexicanas están expuestas anualmente al impacto de ciclones tropicales, son zonas de alto riesgo donde la población puede estar vulnerable.

Así, en caso de que ocurra algún evento que modifique el ecosistema, natural o por acciones humanas, los drones están a la mano y pueden usarse de inmediato, para reconocer fácil y rápido los cambios y lugares específicos que necesitan de atención para poder actuar lo más pronto posible.

\* IPICYT

erandi.monterrubio@ipicyt.edu.mx  
brenda.mendoza@ipicyt.edu.mx  
rubicel.trujillo@ipicyt.edu.mx

### Referencias

Valderrama-Landeros LH, Rodríguez-Zuñiga MT, Troche-Souza C, Velázquez-Salazar S, Villeda-Chávez E, Alcántara Maya JA, et al. Manglares de México. Actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 1970/1980-2015. Comisión N. México; 2017. 128 p.

Figueiredo EO, d'Oliveira MVN, Braz EM, de Almeida Papa D, Fearnside PM. LIDAR-based estimation of bole biomass for precision management of an Amazonian Forest: Comparisons of ground-based and remotely sensed estimates. Remote Sens Environ [Internet]. 2016; 187:281-93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2016.10.026>

**La calidad del agua es importante para nuestro bienestar y de los seres vivos que nos rodean**

► Luis Alberto Peralta-Peláez\* y Carolina Peña Montes\*\*

Siempre tratamos de tomar agua cristalina o transparente que no presente color, ni olor, ni sabor, pero, a pesar de presentar esas características, puede estar contaminada por elementos químicos, biológicos, y físicos que no vemos y que son causantes de enfermedades o alteran el equilibrio de los ecosistemas.

Las sustancias químicas que pueden estar presentes en el agua y no vemos son: los ácidos, sales, medicamentos, metales, orina, etc., y como parte física nos referimos a los microplásticos. Por contaminantes biológicos nos referimos a los microorganismos, estos pueden ser amibas, huevos de lombrices intestinales, bacterias fecales, enterococos o, todos estos pueden causar enfermedades diarreicas o estomacales leves o graves, que si no se tratan pueden ser mortales.

Si uno o dos o los tres agentes, ya sean químicos, físicos o biológicos, están presentes, entonces estamos hablando de una mala calidad del agua. En otras palabras, no tenemos INOCUIDAD hídrica. Al no tener una buena calidad de agua (inocuidad), la seguridad alimentaria se pone en riesgo. Esto es, la producción de alimentos como carne, verduras, frutas, hortalizas requiere de grandes cantidades de agua limpia para crecer de manera sana y no transferir alguna sustancia tóxica o algún patógeno a cualquier ser vivo que las consume. La calidad del agua es importante no solo para los cultivos de consumo humano, sino también para mantener la salud de los socioecosistemas.

De acuerdo con las Naciones Unidas, en la declaración universal de los derechos humanos en 1948 se declara: "el derecho de todos a una alimentación adecuada." Sin embargo, el acceso al alimento adecuado en las zonas rurales de muchos países depende de forma sustancial del acceso a los recursos naturales, incluida el agua. En 2010, la Asamblea General de Naciones Unidas declaró el acceso seguro al agua potable y al saneamiento como un derecho humano. Pero el derecho al agua dentro del contexto del derecho alimentos sanos es una cuestión compleja: mientras el agua para beber y el agua para cocinar sí se protegerían, los niveles mínimos de agua necesarios para la producción de alimentos no estarían cubiertos. Como vemos, no es nuevo garantizar agua segura para la comunidad planetaria.

DE PAGINA 7

También queremos mencionar los contaminantes emergentes como los microplásticos. Estamos hablando de partículas diminutas que se acumulan en los tejidos de los seres vivos generando diversos problemas de salud, incluso contaminan nuestros alimentos cuando lavamos o cocinamos con agua que ha sido contaminada con microplásticos.

Como grupo de investigación nos encontramos trabajando en este tema para generar la información técnica y científica sobre el agua que utilizamos para cocinar, beber, bañarnos, no se encuentre contaminada. Para ello trabajamos en dos proyectos, el primero es "Agua para la vida y el bien común", en el que buscamos generar información socioambiental para el buen manejo del agua, en su uso diario y como medio de vida asociado a las pesquerías en la parte baja de la cuenca del Papaloapan.

El segundo es el PRONACES-CONACYT, seguridad alimentaria en la costa central del Golfo de México, que se realiza en la parte baja de tres cuencas Papaloapan, Jamapa-Cotaxtla y Actopan, en el que queremos asegurarnos que el agua y los alimentos que consumen las tres comunidades, no se encuentren contaminados, y no afecte la salud humana y de los ecosistemas de los que dependemos para subsistir. Parte de los resultados que hemos encontrado en ambos proyectos es que la calidad del agua tanto para consumo y uso no cumple con las Normas Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, aunado a esto encontramos microplásticos presentes en algunas fuentes de agua. Con nuestro trabajo, pretendemos contribuir para el cumplimiento de la agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible y con el objetivo del trabajo de analizar las características del agua que permitan la seguridad alimentaria.

El agua es nuestro alimento, nuestra salud, nuestra energía, nuestra diversión, hagamos todo lo posible por mantenerla SALUDABLE.

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz-UNIDA

\*luis.pp@veracruz.tecnm.mx

\*\*carolina.mp@veracruz.tecnm.mx

#### Referencias recomendadas:

Naciones Unidas, Cinco cosas que debes saber de la Conferencia sobre el Agua 2023. <https://news.un.org/es/story/2023/03/1519412>

Naciones Unidas, El agua, una aliada contra el cambio climático, si sabemos apreciarla. [https://news.un.org/es/story/2023/03/1519552?utm\\_source=Noticias+ONU+-+Bolet%C3%ADn&utm\\_campaign=daa1130193-EMAIL\\_CAMPAIGN\\_2023\\_03\\_21\\_04\\_23&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_e7f6cb3d3c-daa1130193-%5BLIST\\_EMAIL\\_ID%5D](https://news.un.org/es/story/2023/03/1519552?utm_source=Noticias+ONU+-+Bolet%C3%ADn&utm_campaign=daa1130193-EMAIL_CAMPAIGN_2023_03_21_04_23&utm_medium=email&utm_term=0_e7f6cb3d3c-daa1130193-%5BLIST_EMAIL_ID%5D)

# Vivir en la costa

Patricia Moreno-Casasola\* y Luis Alberto Peralta\*\*

Vivir en la costa es una tendencia mundial. Casi la mitad de la población del mundo vive en una franja costera de 100 km de ancho. En México hay una mayor tasa de urbanización en las ciudades costeras, y la cuenca baja del Papaloapan no es la excepción. En el 2020, la ciudad de Tlacotalpan albergó a 12,898 personas y el puerto de Alvarado a 57,035. En comparación con 2010, la población de Alvarado creció en 9.78% aunque la de Tlacotalpan decreció en -2.91% (Datamexico.org). Estos municipios se ubican en las Llanuras del Papaloapan, en los humedales -manglares, popales y tulares- que rodean la Laguna de Alvarado, y en las desembocaduras de los ríos Blanco, Limón y Papaloapan, entre otros. Un sistema de dunas extenso y uno de los que alcanzan mayor altura en el país, separa este complejo de humedales del mar, comunicándose a través de un canal en la población de Alvarado. Es una región conocida por sus pesquerías, que surten no solamente a Veracruz, sino también a la capital del país, y que son la base de la rica gastronomía veracruzana y parte importante de la cultura jarocho.

Los ecosistemas costeros proporcionan agua, alimentos, materias primas y protección de tormentas y huracanes, y son un atractivo que ha hecho que el 40% de la población mundial viva en la zona costera (Kneller, 2020). El complejo lagunar y los humedales en los bajos del Papaloapan han proporcionado por cientos de años, agua dulce a los habitantes y agua para el riego de cultivos, así como otros servicios ambientales como nutrientes y hábitats para la vida silvestre base de las pesquerías, mitigación del cambio climático, alimentan de agua a los mantos freáticos, ayudan a contener la intrusión salina, depuran el agua y reducen los picos de inundación (ver artículo de soluciones basadas en la naturaleza en este número).

La riqueza de la región también es arqueológica. La cultura Olmeca se asentó en los humedales del sur de Veracruz y Tabasco. Reconocieron la diversidad de ecosistemas y supieron vivir al ritmo de los movimientos del agua, evitando inundaciones. En las Llanuras del Papaloapan hubo asentamientos desde épocas prehispánicas. La cultura Jarocho y sus tradiciones surgieron en estas llanuras de humedales (ver artículo de arqueología y paisaje biocultural en este número).

Muchos de los beneficios asociados a la vida en la costa se han perdido. Las cuencas bajas han visto cambios fuertes en la calidad y cantidad del agua y de los alimentos. Las presas han reducido la cantidad de agua que baja, y aunque ésta sea suficiente, como en el caso del Papaloapan, se ha modificado su temporalidad. El estudio que dio lugar al decreto de reserva de agua para el Papaloapan (DOF 06/06/2018) indicó el volumen de agua y el caudal reservado en cada subcuenca; sin embargo, el manejo de las presas sigue modificando los caudales liberados afectando la vida silvestre. El agua que llega a las zonas bajas recibe aguas tratadas- de plantas de tratamiento que funcionan y de otras que no funcionan-, aguas negras directas, agroquímicos de campos de cultivo, basura y sedimentos durante su recorrido. Al final de su curso, el agua superficial se mezcla con las aguas subterráneas que han estado en contacto con fosas sépticas de los poblados costeros. Además, las lanchas dejan residuos de aceites y gasolina. Por tanto, la calidad del agua superficial y subterránea deja mucho que desear. Ello ha afectado las poblaciones de peces y otros crustáceos, que se han reducido también por la sobrepesca y las malas prácticas de pesca, además de que sus hábitats se han modificado. La acumulación de sedimentos reduce el nivel de agua, modifica la temperatura y afecta al plancton, base de la ca-

dena alimenticia. Además, los humedales se usan para la cría de ganado, compactando el suelo, reduciendo el grosor de la capa orgánica del suelo, liberando metano y bióxido de carbono.

El cambio climático ha incrementado la frecuencia de tormentas y huracanes con mayor fuerza; la elevación del nivel del mar produce considerable erosión. Si aunado a esto, los humedales que ayudan a contener inundaciones se degradan y las playas se erosionan, se pierden los servicios ambientales de protección de la costa y las poblaciones se vuelven más vulnerables.

A lo largo de muchos años, organizaciones sociales, como las cooperativas pesqueras y los ejidos, han sido rebasadas por las problemáticas ambientales y socioeconómicas. Tradiciones, usos y costumbres han ido cambiando, y también se han modificado algunos hábitos alimenticios. En el PRONAI-CONAHCYT 317526 *Medidas integrales de adaptación al cambio climático para la seguridad alimentaria en la costa central del Golfo de México*, hemos encontrado en poblaciones costeras cercanas, una alta prevalencia de enfermedades crónico degenerativas como diabetes, obesidad, hipertensión y anemia, entre otras. También hemos encontrado que tanto el agua que utilizan las comunidades rurales y urbanas en su vida diaria, están contaminadas por coliformes fecales y la bacteria llamada *Escherichia coli*.

El trabajo desarrollado en las llanuras del Papaloapan muestra grandes contradicciones. Un balance de la actual situación indica que hay un gran deterioro ambiental en la zona costera y pocas medidas para revertirlo, que afecta sobre todo a las poblaciones marginadas. Ello lleva a cuestionar si hoy en día la vida en la costa favorece el bienestar humano, y a plantearse qué medidas se deben tomar. Garantizar la buena gestión del agua, en calidad y cantidad, de manera conjunta entre pobladores, gobierno, academia y sociedad civil, es fundamental para mejorar las condiciones de vida, economía y bienestar locales y asegurar el futuro de la región.

\*Instituto de Ecología AC,

\*\*Instituto Tecnológico de México/campus Veracruz-UNIDA

#### Referencias

<https://datamexico.org/> para Tlacotalpan y Alvarado  
Gutiérrez de MacGregor, M.T. y J. González Sánchez. (1999). Las costas mexicanas y su crecimiento urbano. *Investigaciones Geográficas* 40: 110-126.

Kneller, S. (2020). Coastal zones, home to forty percent of world population. *The Explanation*. Mayo 24, 2020. <https://medium.com/the-explanation>



■ Foto Gerardo Sánchez Vígil