

# AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

## La colaboración como eje central para el manejo integrado de cuencas



### Editorial

La gestión del recurso hídrico: un reto pasado, presente y futuro

### La construcción colaborativa de conocimiento: el caso de la Red Continental Americana de Monitoreo Comunitario del Agua (Red CAMCPA)

Melanie Kolb, Christian Golcher-Benavides, Eduardo Ríos Patrón, Víctor Hugo Guerra-Cobián, Roberto de la Ossa Thompson, María del Pilar Calvo, Adriana Carolina Flores-Díaz

### Codiseño estratégico y perspectivas de colaboración: la formación de dos redes internacionales en temas de agua y cuencas

Eduardo Ríos Patrón, María Álvarez Jiménez, Laura Benegas Negri, Clara Tinoco Navarro, Sharon van Tuylen

### Elaboración de fichas informativas de lagos de América Latina: paso inicial del manejo integrado de cuencas lacustres

Alejandro Juárez Aguilar, Liliana López Gómez

### Análisis del abordaje del recurso hídrico en Costa Rica: elementos que influyen en su gestión integral

Maureen Arguedas Marín

### Redes, colaboración y gestión del agua en México: desafíos para alcanzar la seguridad hídrica

Eduardo Ríos Patrón, Carlos Francisco Ortiz-Paniagua, Adriana Aguilar Rodríguez

### Procesos y estrategias de comunicación para un sistema de información unificado sobre cuencas y agua en México

Michelle Montserrat Morelos Cabrera, Jaime Suaste Aguirre

### Rendimiento hídrico en cuencas del occidente de México y su función como proveedoras de agua

Bartolo Cruz Romero, Jonatan Ernesto Rivera García, Dennis Sanchez Casanova

### Intercambio de saberes para el monitoreo comunitario de macroinvertebrados acuáticos

Claudia Saray Ramos Barrios, Itzel Gaytán Velasco, Raúl Francisco Pineda López, Ricardo Miguel Pérez Munguía, Ignacio Daniel González Mora

### La cuenca Río Grande Lagunas de Montebello y el acceso al agua para las mujeres en la región Meseta Comiteca Tojolabal, Chiapas, México

María del Socorro Cancino Córdova

### Biocarbón como sustrato alternativo para reducir la huella gris en la producción de arándano en el centro de México

Lenin Ejecatl Medina Orozco, Iván N. Medina Orozco, Alexander Sánchez Duque, David Ariel Barrales Martínez

### Normas mínimas para la presentación de artículos a Ambientico

# AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

## La colaboración como eje central para el manejo integrado de cuencas



**Editor en Jefe:** Sergio A. Molina-Murillo  
**Editor adjunto:** Jesús Ugalde Gómez  
**Consejo editor:** Wilberth Jiménez, Luis Poveda, William Fonseca.  
**Asistencia y administración:** Nancy Centeno Espinoza.  
**Diseño, diagramación e impresión:** Programa de Publicaciones, UNA  
**Fotografía de portada:** Laguna de Guatapé, Medellín, Colombia. **Créditos:** Sergio A. Molina-Murillo.  
**Apartado postal:** 86-3000, Costa Rica  
**Correo electrónico:** [ambientico@una.ac.cr](mailto:ambientico@una.ac.cr)  
**Sitio web:** [www.ambientico.una.ac.cr](http://www.ambientico.una.ac.cr)  
**Redes sociales:** Facebook, Twitter, Instagram

La revista Ambientico es una publicación trimestral sobre la actualidad ambiental costarricense que se publica desde la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (UNA), institución pública y benemérita de la Patria. Creada en 1992, es una revista de acceso abierto que tiene por misión estimular, publicar y difundir un análisis riguroso y actualizado sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica. Aunque la mayoría de los artículos de la revista Ambientico son solicitados por invitación, se podrán considerar otros artículos altamente pertinentes a la realidad ambiental nacional, y en donde las opiniones estén claramente sustentadas.



## Sumario

<b>Editorial</b>	
La gestión del recurso hídrico: un reto pasado, presente y futuro	2
<b>La construcción colaborativa de conocimiento: el caso de la Red Continental Americana de Monitoreo Comunitario del Agua (Red CAMCPA)</b>	4
Melanie Kolb, Christian Golcher-Benavides, Eduardo Ríos Patrón, Víctor Hugo Guerra-Cobián, Roberto de la Ossa Thompson, María del Pilar Calvo, Adriana Carolina Flores-Díaz	
<b>Codiseño estratégico y perspectivas de colaboración: la formación de dos redes internacionales en temas de agua y cuencas</b>	10
Eduardo Ríos Patrón, María Álvarez Jiménez, Laura Benegas Negri, Clara Tinoco Navarro, Sharon van Tuylen	
<b>Elaboración de fichas informativas de lagos de América Latina: paso inicial del manejo integrado de cuencas lacustres</b>	17
Alejandro Juárez Aguilar, Liliana López Gómez	
<b>Análisis del abordaje del recurso hídrico en Costa Rica: elementos que influyen en su gestión integral</b>	23
Maureen Arguedas Marín	
<b>Redes, colaboración y gestión del agua en México: desafíos para alcanzar la seguridad hídrica</b>	34
Eduardo Ríos Patrón, Carlos Francisco Ortiz-Paniagua, Adriana Aguilar Rodríguez	
<b>Procesos y estrategias de comunicación para un sistema de información unificado sobre cuencas y agua en México</b>	41
Michelle Montserrat Morelos Cabrera, Jaime Suaste Aguirre	
<b>Rendimiento hídrico en cuencas del occidente de México y su función como proveedoras de agua</b>	49
Bartolo Cruz Romero, Jonatan Ernesto Rivera García, Dennis Sanchez Casanova	
<b>Intercambio de saberes para el monitoreo comunitario de macroinvertebrados acuáticos</b>	55
Claudia Saray Ramos Barrios, Itzel Gaytán Velasco, Raúl Francisco Pineda López, Ricardo Miguel Pérez Munguía, Ignacio Daniel González Mora	
<b>La cuenca Río Grande Lagunas de Montebello y el acceso al agua para las mujeres en la región Meseta Comiteca Tojolabal, Chiapas, México</b>	62
María del Socorro Cancino Córdova	
<b>Biocarbón como sustrato alternativo para reducir la huella gris en la producción de arándano en el centro de México</b>	67
Lenin Ejecatl Medina Orozco, Iván N. Medina Orozco, Alexander Sánchez Duque, David Ariel Barrales Martínez	
<b>Normas mínimas para la presentación de artículos a Ambientico</b>	74

# La gestión del recurso hídrico: un reto pasado, presente y futuro

La vida en el planeta Tierra ha estado asociada al agua desde sus orígenes, desde las primeras moléculas orgánicas hasta la aparición de los primeros organismos unicelulares. La colonización de los espacios terrestres implicó cambios en las estructuras y funciones que, entre otras características, permitieran a los seres vivos sobrevivir y reproducirse en ambientes expuestos a la desecación. Semillas y frutos en plantas y la aparición del huevo —antes que la gallina— son diferentes estrategias evolutivas resultantes de la variabilidad genética y la selección debido a cambios en la disponibilidad y abundancia del agua, así como al clima en general.

La aparición del ser humano y otras especies relacionadas no estuvo exenta de la selección ejercida por el agua y el clima. El nacimiento, el desarrollo y la desaparición de diversas sociedades se ha visto influenciada por estos y otros factores. Los asentamientos humanos asociados a ríos y lagos son representativos de sociedades en diversas partes del mundo que, con el desarrollo de las ciudades, conllevaron no solo el uso del agua, sino el desarrollo de la ingeniería para que este recurso estuviera disponible para la población.

Jared Diamond, en su libro *Colapso*, señala —entre otros factores— que problemas asociados con el manejo de agua como escasez, contaminación y limitado tratamiento de aguas residuales, fueron causantes del colapso de sociedades pasadas.

Hoy, al expandir los horizontes de la humanidad más allá de la Tierra, buscamos el agua en otros planetas como

estrategia fundamental de nuestra sobrevivencia, ya lo hemos hecho en la Luna y se están mapeando posibles depósitos en Marte, no solo para consumo humano, sino como fuente de oxígeno y energía (hidrógeno).

El objetivo 6 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible busca garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos al 2030; sin embargo, millones de personas siguen viviendo sin agua y saneamiento gestionado de forma segura.

La gestión del recurso hídrico necesita de la conjunción de diversos factores relacionados con el quehacer humano. Desde los conocimientos científicos y la tecnología geoespacial hasta los saberes

ancestrales, desde las comunidades locales, las mujeres y la juventud hasta la academia. Los componentes legales, la gobernanza interinstitucional, la incidencia social y política, el ordenamiento territorial, la adecuada gestión de los agroquímicos y residuos orgánicos, la economía, la producción agrícola, industrial y turística, las redes de colaboración, el manejo forestal, la gestión de la información, el desarrollo de capacidades, el monitoreo participativo, las lecciones aprendidas y las mejores prácticas. Todo suma para el desarrollo sostenible del ser humano y la vida en el planeta, particularmente si esperamos no tener el mismo impacto que hemos generado en la Tierra al habitar otros planetas.





Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México ([melanesien@gmail.com](mailto:melanesien@gmail.com))



Presidente y Director general de la Alianza Nacional Ríos y Cuencas de Costa Rica ([redelaossa@riosycuencas.com](mailto:redelaossa@riosycuencas.com))



Universidad Nacional, Costa Rica ([christian.golcher@una.ac.cr](mailto:christian.golcher@una.ac.cr))



Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Red Mexicana de Cuencas ([riospatreduardo@gmail.com](mailto:riospatreduardo@gmail.com))



Instituto de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León, México ([victor.guerracb@uanl.edu.mx](mailto:victor.guerracb@uanl.edu.mx))



Alianza Nacional Ríos y Cuencas de Costa Rica ([mpcalvo@riosycuencas.com](mailto:mpcalvo@riosycuencas.com))



Centro Transdisciplinar Universitario para la Sustentabilidad, Universidad Iberoamericana, Ciudad de México ([adriana.flores@ibero.mx](mailto:adriana.flores@ibero.mx))

## La construcción colaborativa de conocimiento: el caso de la Red Continental Americana de Monitoreo Comunitario del Agua (Red CAMCPA)

Melanie Kolb

Christian Golcher-Benavides

Eduardo Ríos Patrón

Víctor Hugo Guerra-Cobián

Roberto de la Ossa Thompson

María del Pilar Calvo

Adriana Carolina Flores-Díaz

**E**l trabajo colaborativo en la atención de los problemas ambientales sirve para enmarcar y buscar la solución a problemáticas complejas (Flores-Díaz *et al.*, 2018), ya que un solo actor no puede resolver una situación de este tipo. Una manera de impulsar el trabajo colaborativo efectivo es mediante la creación de redes temáticas, lo cual facilita la integración de expertos y de miembros de la sociedad para la construcción de propuestas. En el caso de los ríos, la problemática de contaminación y sobreexplotación del recurso hídrico, la pérdida de biodiversidad y las consecuencias sociales que todo esto acarrea, ha motivado a un grupo de la sociedad civil y académicos interesados en la formación de una red colaborativa Latinoamericana. Este documento recupera la experiencia de formación de la Red Continental Americana de Monitoreo Comunitario Participativo del Agua, a partir de la sistematización de los documentos realizados por sus miembros y un análisis de los vínculos que se han favorecido a partir de la creación de la Red.

La colaboración es un proceso que se basa en la "exploración constructiva de las diferencias y la búsqueda de soluciones que van más allá de la visión limitada de lo que es posible" (Gray, 1989, p. 5); es, según Thomson y Perry (2006), un proceso multidimensional que sucede a lo largo del tiempo a partir de la sistemática interacción formal e informal de los actores y organizaciones creando reglas y estructuras. Colaborar es el mayor grado de interacción social (Gieseke, 2020) donde existe interdependencia entre los actores que los compromete al logro de objetivos a partir de los aportes a los objetivos de grupo. La colaboración se vuelve particularmente importante cuando se hacen visibles los procesos territoriales en los que están inscritos los ríos y sus problemáticas. La presencia de distintos grupos, actores, poseedores del territorio y usuarios que confluyen en un espacio, hace que cobre relevancia la colaboración, las prácticas y las búsquedas a soluciones más dialogadas y sistémicas. Dentro de los espacios académicos, la colaboración es clave para lograr planteamientos claros y enfocados en los asuntos por atender. Afortunadamente, es cada vez mayor la colaboración de personas con distintos perfiles e intereses, de modo que tenemos oportunidad de crear espacios de diálogo y conversación, de creación de proyectos y de diseño de incidencia social, donde confluye la sociedad civil, la academia, los grupos comunitarios locales, los habitantes y ciudadanos, los representantes de distintos niveles de gobierno y las empresas.

Antes de la formación de la Red, el 11 de junio de 2021, se realizó un seminario internacional de monitoreo comunitario con participantes de distintos países de América Latina, organizado por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) de Colombia y el Centro Transdisciplinar Universitario para la Sustentabilidad (CENTRUS) de la Universidad Iberoamericana, CdMx. En este seminario participó el presidente y director general de la Alianza Nacional Ríos y Cuencas de Costa Rica, Roberto E. de la Ossa Thompson, quien posteriormente convocó a un grupo internacional de personas sensibles a la necesidad de generar un cambio en la forma como nos relacionamos con la naturaleza, el agua y en particular nuestros ríos, involucrando a las comunidades en el monitoreo participativo para mejorar la gestión del agua y los ecosistemas asociados. La iniciativa fue acogida con beneplácito y la Red fue oficialmente fundada el viernes 23 de julio del 2021 durante la celebración de la Primera Asamblea General Plenaria a la que asistieron 32 delegados de 10 países. En el primer año de trabajo se logró: 1. la creación formal de la Red; 2. la aprobación del nombre oficial; 3. la definición de la visión, misión y valores; 4. la delimitación del enfoque estratégico; 5. los lineamientos para la integración de nuevos miembros; 6. la identidad gráfica: el libro de marca, el Boletín *El eco de los ríos* y la página de Facebook; 7. el espacio radiofónico de la Red CAMCPA; 8. la admisión de siete miembros nuevos; 9. la

realización de siete asambleas; 10. la elección de representantes; y 11) La construcción de relaciones de amistad con respeto, aprecio, confianza y transparencia entre los miembros de la Red. La Red Continental Americana de Monitoreo Comunitario del Agua o Red CAMCPA surge y es creada en un contexto de colaboración entre personas comprometidas con el medio ambiente y la sociedad a iniciativa de la Alianza Nacional de Ríos y Cuencas de Costa Rica.

La Misión, Visión y Objetivo de la Red, son los siguientes: la Red se visualiza como una plataforma de referencia regional que genera las bases sociotécnicas para conservar y restaurar los ríos de la región, de forma innovadora, incluyente, sensible e informada, que incide en los ámbitos educativos y de política pública generando nuevas formas de tejido social. La Misión de la Red es la colaboración proactiva en el monitoreo participativo del agua, construyendo procesos sólidos de involucramiento ciudadano en la generación de conocimiento para la educación, la participación social y las políticas públicas. De este modo, busca promover la gestión del conocimiento a partir del monitoreo comunitario del agua, en beneficio de su gestión integrada.

El Enfoque Estratégico reconoce la problemática de los cuerpos de agua, y la necesidad de recuperar los procesos naturales y los significados sociales de estos ecosistemas, para lo cual resulta imprescindible el monitoreo comunitario participativo. Se han visualizado también los

valores y principios de la Red, así como un llamado a realizar seis transformaciones clave: i) del antropocentrismo a la visión solidaria, ii) de la sociedad dividida a la justicia global, iii) del interés en el presente a la justicia transgeneracional, iv) de la economía productivista a la economía ecológica, v. de las sociedades insostenibles a las sociedades justas, y vi. de la Tierra para unos pocos a la Tierra para la humanidad.

Unir nuestras fuerzas nos hace conscientes del poder que tenemos como ciudadanos. La inteligencia colectiva da soporte a nuestras iniciativas, acciones y decisiones, que parten desde la ética del cuidado y buscan hacer realidad el sueño de tener ríos vivos que lleguen sanos al mar. El tejido de la Red amplía los logros individuales y nos permite generar nuevas maneras de congregarnos, articularnos y solidarizarnos unos con otros. Con esta Red queremos construir un espacio seguro de interacción, de escucha activa, que nos permita mantenernos cercanos a otras realidades y nos da nuevas razones para seguir llenos de esperanza, promoviendo el monitoreo comunitario en nuestros territorios.

Con 29 miembros fundadores (**Figura 1**), la Red CAMCPA cuenta con 37 miembros que están gestando la colaboración para visibilizar las problemáticas, aprender de las acciones de recuperación e irnos acompañando en el aprendizaje de la gestión de los ríos y sus cuencas a través del monitoreo comunitario participativo del agua.



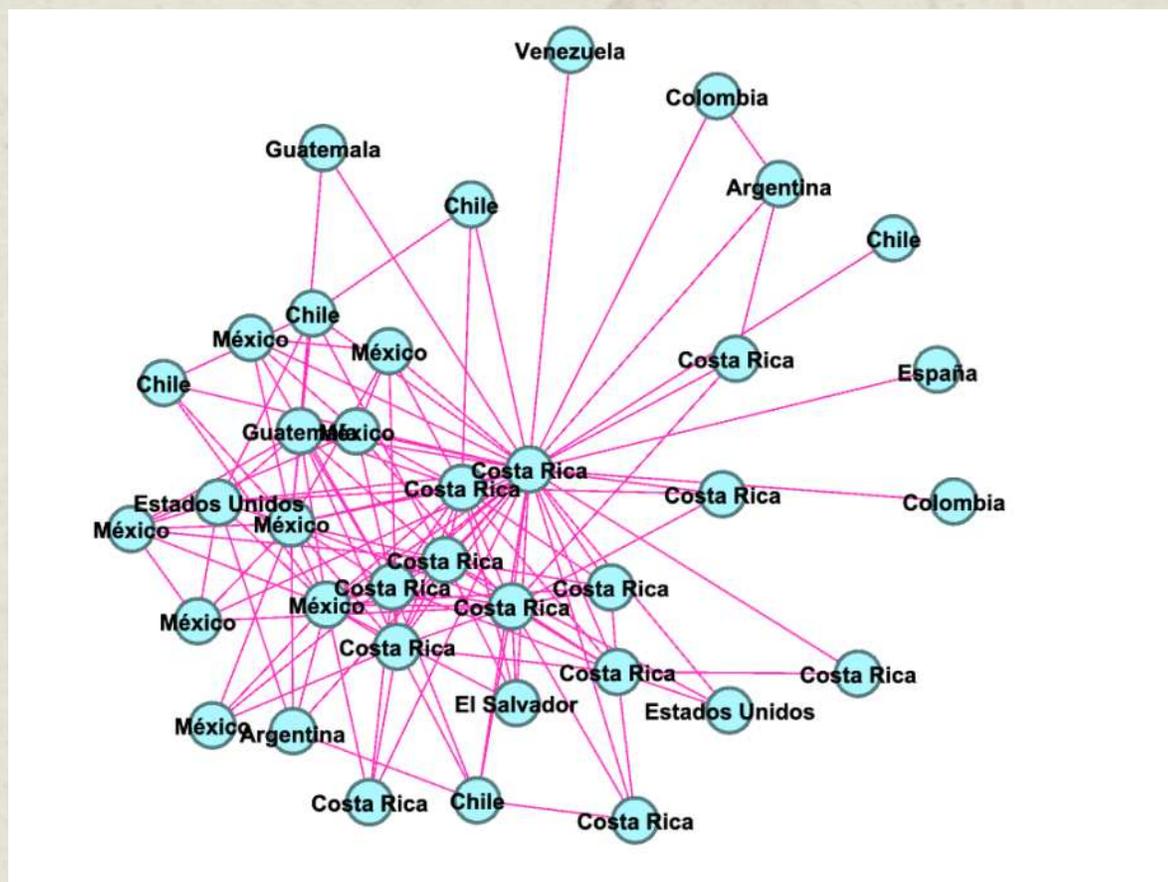
**Figura 1.** Miembros fundadores de la Red CAMCPA.

Con la finalidad de deducir la Red de interacciones que nos permita identificar si hay condiciones para la construcción conjunta del conocimiento, durante el mes de diciembre de 2022, se realizó una encuesta para indagar las interacciones personales de los miembros de la Red desde su creación, como un indicador de las formas en que la Red ha favorecido estas nuevas relaciones. La matriz resultante muestra 37 nodos (miembros actuales de la Red) y 274 vínculos o interacciones. El resultado es una Red donde los actores más centrales indican mayor número de interacciones y los más periféricos menos (**Figura 2**).

Se ha generado una Red muy conectada durante el periodo de julio 2021 a diciembre 2022, siendo importante notar

que existe un promedio de 7.4 interacciones por actor. Existe un grupo de 9 actores de Costa Rica, México y Guatemala con un alto grado de interacciones (17 en promedio) que constituye el centro de los procesos de construcción del conocimiento en la Red. La Red ha generado oportunidades para colaborar que de otra forma no sería posible. Es la Alianza Nacional de Cuencas y Ríos un actor con una gran centralidad que ha permitido el dinamismo en la etapa de formación a partir de actividades como participar en las asambleas, participar en la emisión de radio o con otro grupo de actores centrales ya con la coordinación generar boletines y primeros resultados de integración.

Existe gran flujo de comunicación sobre la situación de los ríos y cuencas de



**Figura 2.** Red de interacciones por pertenecer a la Red CAMCPA. Elaborada con Gephi 0.9.7 utilizando los algoritmos de distribución proporcional.

los países participantes, las experiencias y prácticas diseñadas para atender el estado de los ecosistemas y los vínculos que tienen las personas con el agua, así como los aprendizajes que podemos recuperar y compartir desde los espacios en donde trabaja la Red.

El boletín *El Eco de los ríos*, con cuatro emisiones anuales, invita a los lectores a observar el estado que tienen sus ríos y cuencas, y a vincularse con otras personas y grupos de sus regiones. La observación

y seguimiento ciudadano es la apuesta del monitoreo comunitario participativo, esta es la convocatoria permanente que hace la Red a los habitantes de la región. La observación y seguimiento del estado de nuestros ecosistemas, nos permite seguirle el pulso a la problemática que exhiben, así como atestiguar su recuperación.

La radio es un espacio constante y de gran interacción para los miembros de la Red, quienes tienen la oportunidad de proponer temas e invitar diversas voces a charlar sobre los asuntos ambientales

que son de interés para la Red. Es enorme la oportunidad de difundir las reflexiones a través de los programas *Para que nuestros ríos lleguen sanos al mar*, producido por la Alianza Nacional de Ríos y Cuenecas de Costa Rica, y *Resistierra* de Ibero 90.9 FM producido por la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México.

Los posibles futuros de la Red se están diseñando a partir de las distintas miradas de los miembros, de sus experiencias y oportunidades en sus propias regiones. Se están generando actividades con productos estratégicos que aprovechen el gran potencial para la colaboración que existe de hacer eco a lo largo y ancho del continente.

Para atender la problemática de los cuerpos de agua, tanto en los procesos naturales como sus significados sociales, el monitoreo comunitario participativo provee una herramienta que permite unir fuerzas y deja visible el poder de los ciudadanos. La Red CAMCPA funge como una plataforma de referencia regional para Latinoamérica que impulse los ámbitos educativos y de política pública generando nuevas formas de tejido social. La Red actual permite la colaboración proactiva en el monitoreo participativo del agua a través de sus 37 participantes de 10 países americanos. La alta conectividad de la Red alcanzada durante el primer año de actividades demuestra que existen las bases para fortalecer el involucramiento ciudadano en la generación de conocimiento para la educación, la participación social

y las políticas públicas. Costa Rica, México y Guatemala cuentan con el más alto grado de interacciones y parecen ser los centros de construcción del conocimiento en la Red. Además, la Red CAMCPA ha logrado concluir diversas actividades durante su primer año, incluyendo el establecimiento de una estrategia de comunicación. De esta manera, se vislumbra la generación de futuros productos estratégicos que aprovechen el gran potencial para la colaboración que existe de hacer eco a lo largo y ancho del continente.

## Referencias

- Flores-Díaz, A., Quevedo Chacón, A., Ramírez Ramírez, I., Páez Bistrain, R. y Larrazábal De la Vía, A. (2018). Community-based monitoring in response to local concerns: creating usable knowledge for water management in rural lands. *Water*, 10(5), 542. <http://10.3390/w10050542>
- Gieseke, T. M. (2020). *Collaborative Environmental Governance Frameworks. A Practical Guide*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Gray, B. (1989). *Collaborating: Finding Common Ground for Multiparty Problems*. Jossey-Bass.
- Thomson, A. M. y Perry, J. L. (2006). Collaboration Processes: Inside the Black Box. *Public Administration Review*, 66(s1), 20–32. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2006.00663.x>



Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Red Mexicana de Cuencas, México  
(riospatreduardo@gmail.com)



Centro Regional de Capacitación en Cuencas, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, México  
(clara.tinoco@uaq.mx)

## Codiseño estratégico y perspectivas de colaboración: la formación de dos redes internacionales en temas de agua y cuencas



Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Costa Rica  
(maria.alvarez.jimenez@una.cr)



Asociación Guatemalteca de Limnología y Gestión de Lagos, Guatemala  
(svantuylen@yahoo.com)

Eduardo Ríos Patrón  
María Álvarez Jiménez  
Laura Benegas Negri  
Clara Tinoco Navarro  
Sharon van Tuylen



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica  
(laura.benegas@catie.ac.cr)

Las redes juegan un papel importante en los regímenes o sistemas de gobernanza del agua, estando estos sistemas conformados por múltiples actores permitiendo el intercambio de conocimiento y colaboración en las cuencas (Nabiafjadi *et al.*, 2021).

Con la finalidad de crear una estructura de colaboración que permita el intercambio de conocimientos, recursos, métodos y enfoques en relación con el manejo y gestión de cuencas y al monitoreo comunitario participativo del agua en América Latina y el Caribe, en los últimos dos años, durante la pandemia de COVID-19, se han codiseñado las bases estratégicas para la formación y desarrollo de dos redes internacionales: la Red Latinoamericana y del Caribe de Manejo y Gestión de Cuencas y la Red Continental Americana de Monitoreo Comunitario Participativo del Agua.

La formación de estas redes es una oportunidad para propiciar la colaboración y un reto para orientar

estratégicamente la razón de su existencia y organizar los mecanismos para promover el intercambio de experiencias de forma efectiva.

Este artículo tiene como objetivo describir el proceso de codiseño estratégico, así como enumerar los retos para su operación efectiva de forma que propicie sinergias y colaboración.

La idea de colaborar implica la necesidad de complementar recursos y generar una dinámica en red que necesariamente, para hacerlo en forma continua y sistemática, requiere de la definición precisa de los propósitos y la ruta de articulación.

Esta precisión de propósitos, como señalan [Chiavenato y Shapiro, \(2017\)](#), remite a la existencia de voluntades y creencias que dinamizan una intención estratégica la cual "representa la energía fundamental, el impulso inicial y el compromiso de los fundadores" (p. 47) y plasma la esencia de la formación en este caso de una red.

Se reconoce la necesidad de promover una red para brindar soluciones a problemáticas de la región con carácter participativo e inclusivo. Así mismo, se espera ser una red de entidades y personas que movilicen y promueven mejores condiciones de gobernanza, manejo y gestión de las cuencas en los países de Latinoamérica y el Caribe, mediante la creación de vínculos de colaboración en la investigación, la difusión, el intercambio de saberes, las mejores prácticas de gestión para la incidencia en políticas públicas contribuyendo a la sostenibilidad de las cuencas de la región.

La formación y codiseño estratégico de las redes partieron de la existencia de un momento o coyuntura de colaboración, compartiendo los actores involucrados la intención de que, a través de diversas estructuras de decisión y colaboración definidas, se logre el despliegue operativo de la red a través del tiempo (**Figura 1**).



**Figura 1.** Del momento de colaboración al despliegue operativo de la red.

Por tanto, impulsar el trabajo en red en la gestión de las cuencas contribuye al cumplimiento de ejes estratégicos enfocados a: i) la colaboración y generación de sinergias para el intercambio de información y experiencias para el fortalecimiento de las capacidades de los diferentes actores para el manejo y gestión integral de las cuencas a nivel local, regional, nacional e internacional; ii) el estado del arte del manejo y gestión de cuencas para instituir en espacios de discusión y divulgación de información, producto de la investigación y de las experiencias prácticas; y, iii) el desarrollo de capacidades, divulgación y comunicación para promover el desarrollo de capacidades y el acceso a información pertinente para los que actores claves integren los conceptos y herramientas del manejo de cuencas de acuerdo con cada contexto.

En la década de 1980 se creó la Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas (RED-LACH-FAO), para facilitar el intercambio de información y promover la cooperación técnica para el uso, conservación, protección de las cuencas entre países de la región (FAO, 2005).

Paralelamente, durante la existencia de dicha red se desarrollaron actividades de intercambios como congresos, donde se estimulaba el seguimiento de acciones de colaboración, difusión y gestión del conocimiento en torno al manejo integrado de cuencas hidrográficas. Adicionalmente, los países de la región

compartimos desafíos, así como problemáticas similares que tenemos en nuestras cuencas.

Por estas razones se inicia un proceso de formación de la Red Latinoamericana y del Caribe para el manejo y gestión de cuencas, con el propósito de generar sinergias y espacios de colaboración que permitan compartir ideas, experiencias y mejor conocimiento científico y productos de investigación, para generar soluciones y mejoras ante las necesidades y desafíos de la gobernanza y gestión de las cuencas a nivel de Latinoamérica y del Caribe (REMEXCU y CO-CMCH, 2019).

El término codiseño imprime un renovado énfasis en la idea de un enfoque cooperativo, colaborativo y centrado en la participación para crear una ruta de trabajo estratégico y dar sentido a la formación de una Red.

En el caso de la *Red Latinoamericana y del Caribe para el Manejo y Gestión de Cuencas*, el codiseño estratégico ha sido un proceso desarrollado en forma orgánica, es decir, producto de la iniciativa y liderazgo de un grupo reducido de actores que han aportado su tiempo e intención estratégica de crear las bases para su conformación.

Es gracias a un momento coyuntural, que tiene la función de un *social foci* como lo llamó Feld (1981), para referirse a organizaciones, entidades o contextos sociales, en los cuales a tienen lugar actividades conjuntas y crean oportunidades para la interacción, dando inicio al proceso

de codiseño. Dicho momento coyuntural fue el 1er Congreso Latinoamericano y V Congreso Nacional de Manejo de Cuencas realizado en la Ciudad de México del 29 al 31 de octubre de 2019, ahí dos actores de incidencia regional y en Costa Rica, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la Universidad Nacional de Costa Rica, mostraron su interés de colaborar con tres actores de la Coordinación de la Red Mexicana de Cuencas (Remexcu) así como de realizar el 2.o Congreso Latinoamericano y del Caribe de Manejo de Cuencas en Costa

Rica. A partir de ahí, se inició en mayo de 2020 la iniciativa de formar una red y se mantuvo en el contexto de la pandemia de COVID-19 una dinámica de sesiones de trabajo con un grupo promotor que fue ampliándose con otros actores de México, Costa Rica y República Dominicana.

Se invitó a un especialista en temas de planeación para realizar y conducir un taller de codiseño del enfoque estratégico de la red. Producto de este taller y de otras sesiones de trabajo se definieron los valores, principios rectores y enfoque estratégico (**Figura 2**).



**Figura 2.** Principios, valores y enfoque estratégico de la Red Latinoamericana y del Caribe de Manejo y Gestión de Cuencas.

Así mismo, casi paralelamente, se creó la *Red Continental Americana de Monitoreo Comunitario Participativo del Agua (Red CAMCPA)* con escala continental en 2021, con enfoque de incidencia local, para la colaboración en el monitoreo comunitario y participativo del agua. Esta tiene la intención de construir procesos sólidos de involucramiento ciudadano en la generación e intercambio de conocimiento para la educación, la participación social y la incidencia en políticas públicas para la recuperación de cuerpos de agua superficial. A lo largo de IX Asambleas Generales realizadas, ha incrementado el número de sus miembros y se han definido sus marcos filosófico y organizativo.

El momento y coyuntura de colaboración que determinó las condiciones para promover la formación de la Red Continental Americana de Monitoreo Comunitario Participativo del Agua fue el desarrollo de un seminario internacional de monitoreo comunitario organizado por el Instituto de Investigaciones Marinas

y Costeras de Colombia (INVEMAR) y el Centro Transdisciplinario Universitario para la Sustentabilidad de la Universidad Iberoamericana (CENTRUS) de México, realizado en junio de 2021.

Los vínculos generados entre actores de Costa Rica y México desde el 1.er Congreso Latinoamericano y V Congreso Nacional generó un puente con nuevos actores, en específico la Alianza Nacional Ríos y Cuencas de Costa Rica mediante la participación en un programa de radio y posterior invitación al seminario producto de estos nuevos vínculos.

La participación de actores que funcionaron como líderes facilitadores de la Alianza Nacional Ríos y Cuencas de Costa Rica generó las condiciones para convocar a la primera Asamblea constitutiva en julio de 2021 y a partir de esa fecha inició el proceso colaborativo para codiseñar el enfoque estratégico, lo que permitió definir los principios y valores, así como su enfoque estratégico (**Figura 3**).



**Figura 3.** Productos del codiseño estratégico del grupo fundador de la Red Continental Americana de Monitoreo Comunitario Participativo del Agua

Atender los desafíos del manejo de cuencas en América Latina y el Caribe incluye reconocer la gran heterogeneidad en la distribución espacial de los recursos hídricos y sus problemáticas, así como los distintos modelos de gestión y gobernanza del agua y las cuencas, por lo que se requiere la formación de grupos de trabajo transdisciplinarios que tengan las competencias y experiencias desde los diferentes países para poder dar respuesta a los retos actuales y potencializar la multiplicación de iniciativas en la región.

Con una visión prospectiva se espera que estas nacientes redes puedan ser un referente en la región como plataforma innovadora, dinámica y proactiva para la colaboración, el intercambio y sistematización de saberes e información en el manejo y gestión de cuencas y en el monitoreo comunitario participativo del agua en Latinoamérica y el Caribe que contribuya en forma clara en la mejora de la gobernanza del agua en la región.

La promoción de procesos colaborativos en red para la innovación desde la cooperación entre los países respecto al manejo y gestión de cuencas pueden contribuir al desarrollo sostenible y la garantía de los derechos de acceso a la información, la justicia y la participación en un contexto de adaptación y mitigación al cambio climático y gestión del riesgo.

En cuanto a los retos de las redes de trabajo colaborativo se encuentra la necesidad de mantener y relevar el liderazgo de los colaboradores que, normalmente, gracias a su motivación y profunda

convicción en el trabajo de redes, son los que logran mantener las labores propias de éstas. Se requiere un constante trabajo motivador y que permita rotar funciones en esta labor voluntaria.

Otro reto son los recursos básicos para su funcionamiento. Se requiere mínimamente contar con una página web, colaboradores que mantienen esta plataforma, junto con redes sociales, listas de correo, entre otros. Este reto conlleva al trabajo colaborativo, donde las instituciones y miembros de las redes ponen a disposición parte de sus recursos en pro de la misma red, siendo una identidad mínima propia, la que permite generar interés y visibilidad.

En perspectiva, actividades clave como la organización de congresos latinoamericanos, entre otros eventos, serán responsabilidad de las redes. Esto permite mantener un contacto amplio entre los miembros, captar más miembros y posicionar su trabajo. Se espera que la Red Latinoamericana y del Caribe de Manejo y Gestión de Cuencas sea la encargada de llevar adelante la organización de los próximos Congresos Latinoamericanos y del Caribe en el tema de cuencas, proponiendo enfoques específicos para cada edición y se buscará que las sedes y congresos venideros sean organizados de manera rotativa entre sus miembros. Por su carácter regional, esta red aspira a convertirse en una red de redes, articulando y estimulando la creación de redes de cuencas en los países que no tengan redes similares. En este sentido, presentar la

red ante otras redes nacionales afines es ya una de las estrategias de crecimiento.

Otro de los retos es la incidencia tanto en la política pública como en la acción local coordinada, para producir conservando y conservar produciendo, a diferentes escalas y con horizontes de planificación e implementación de acciones a corto, mediano y largo plazo. Esto incluyendo la gestión en cuencas rurales, cuencas urbanas y semiurbanas para la promoción de ciudades *Hídrico-inteligentes*, así como, la atención de cuencas costeras y lacustres, ya que cada una representa problemáticas y dinámicas socio-hídricas particulares.

La Red Continental Americana de Monitoreo Comunitario Participativo del Agua deberá evolucionar hacia una red de redes, dado su alcance continental. El reto es convocar, vincularse y hacer sinergia con otras redes más locales, como por ejemplo la Red de Monitoreo Comunitario del Agua de las cuencas Lerma-Toluca y Cutzamala, que conforman la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca en México (*Red Monarca*, s. f.), la red Macrolatinos (*Macrolatinos@*, s. f.), ésta con alcance mayor, con sus respectivas redes de colaboración (red de biomonitoreo participativo, red de ríos urbanos, red de ambientes fluviales invadidos), entre varias otras redes afines. Crear un evento de carácter continental en el tema de la red afianzará su identidad, proyección y crecimiento.

En un contexto de cambios y tendencias globales marcadas por la acción

antropogénica, la ciencia ciudadana y el intercambio de experiencias, constituyen una oportunidad para fortalecer los espacios sociales en beneficio de las poblaciones humanas y la biodiversidad. El trabajo en redes facilita la comunicación, colaboración y aprendizaje cruzado de información, experiencias, estrategias, políticas, tecnología y planes de acción que son vitales para poder atender los desafíos que se nos presentan ante los complejos escenarios de los impactos ambientales derivados de nuestra relación con la naturaleza.

## Referencias

- Chiavenato, I., y Sapiro, A. (2017). *Planeación estratégica. Fundamentos y aplicaciones* (3a. ed). McGraw-Hill Interamericana.
- FAO. (2005). *Sistemas de Redes de Cooperación Técnica: RELACH*.
- RedMonarca (s. f.). Red de Monitoreo Comunitario del Agua – Red Monarca. <https://redmonarca.org/red-de-monitoreo-comunitario-del-agua/>
- REMEXCU y CO-CMCH. (2019). Declaratoria de Ciudad de México. <https://remexcu.org/index.php/noticias/23-colaboraciones/195-declaratoria-por-una-participacion-local-inclusiva-informada-y-proactiva-para-el-manejo-de-cuencas>
- Feld, S. L. (1981). The Focused Organization of Social Ties. *American Journal of Sociology*, 86(5), 1015–1035. <http://www.jstor.org/stable/2778746>
- Macrolatinos@. (s. f.). *Red de Biomonitoreo Acuático Participativo*. <http://www.macrolatinos.net/p/red-de-biomonitoreo-participativo.html>
- Nabiafjadi, S., Sharifzadeh, M., y Ahmadvand, M. (2021). Social network analysis for identifying actors engaged in water governance: An endorheic basin case in the Middle East. *Journal of Environmental Management*, 288, 112376. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112376>



**Director General, Instituto Corazón de la Tierra (ICT), México**  
([corazondelatierra@gmail.com](mailto:corazondelatierra@gmail.com))

## Elaboración de fichas informativas de lagos de América Latina: paso inicial del manejo integrado de cuencas lacustres

Alejandro Juárez Aguilar  
Liliana López Gómez



**Técnico ambiental, Instituto Corazón de la Tierra (ICT), México**  
([sigmapas@gmail.com](mailto:sigmapas@gmail.com))

Entre 2019 y 2021 se desarrolló un esfuerzo colaborativo de gran alcance para conocer la condición y el estado del manejo de lagos en América Latina, que involucró a 19 instancias de investigación (públicas y privadas) de Argentina, Chile, Colombia, Guatemala y México, para elaborar Fichas Informativas de Lagos (*Lake Briefs*) utilizando como marco de referencia el enfoque ILBM (*Integrated Lake Basin Management* o Manejo Integrado de Cuencas Lacustres). Lo anterior a través de un acuerdo de vinculación entre la Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas (Remexcu), el Comité Científico del *International Lake Environment Committee Foundation* (ILEC SciCom - Japón) y el Instituto Corazón de la Tierra (México).

Las etapas del proyecto denominado *Fichas Informativas ILBM de América Latina* fueron: 1. Promover la preparación de Fichas Informativas en países de la región, 2. Formar grupos de trabajo en lagos específicos, 3. Capacitar a los equipos en el uso de la herramienta de Ficha Informativa ILBM, 4. Conducir un proceso de asesoría y evaluación de las fichas, 5. Recopilar los documentos

finalizados y 6. Crear una estrategia de divulgación en los ámbitos local, nacional, regional e internacional.

Es importante recordar que el 90 % del agua dulce disponible en el planeta se encuentra en lagos y embalses. Estos cuerpos de agua brindan una impresionante gama de servicios ecosistémicos: líquido para consumo humano, riego y uso industrial; generación de alimento (peces y plantas); recreación y turismo, regulación climática y generación de energía hidroeléctrica, entre otros. Además, suelen tener importantes significados culturales y religiosos y brindan hábitat a una amplia variedad de flora y fauna, en muchas ocasiones amenazada. El valor de los servicios ecosistémicos que proveen los lagos naturales y artificiales es un tema de importancia mundial, por lo que su desarrollo y conservación sustentable deben atenderse globalmente y con visión de largo plazo, principalmente por parte de tomadores de decisiones (ILEC, 2005).

Los lagos del mundo están sometidos a fuertes presiones, que han provocado la constante degradación de la mayoría de ellos. Parte de la problemática para su manejo tiene que ver con sus características especiales como cuerpos lénticos (de aguas estáticas), las cuales deben considerarse para su manejo. Según la iniciativa Lagos de América (<https://lagosdeamerica.org/home/>), estas son: a) *Naturaleza integradora*, dentro del agua todo se relaciona; b) *Tiempos prolongados de retención*, las perturbaciones pueden suceder durante largo tiempo sin que aparentemente

ocurra nada y lo mismo ocurre cuando se aplican medidas de restauración y, c) *Dinámicas complejas de respuesta*, que se traducen en importantes desafíos tecnológicos y de gestión (no es posible predecir por completo el comportamiento del ecosistema lacustre al ejercer una acción en el mismo o su cuenca).

La mayor parte de las amenazas a la integridad de los ecosistemas lacustres se originan en sus cuencas hidrográficas. Se tienen identificados 19 problemas principales, entre los principales se encuentran la contaminación y la extracción excesiva de agua. Restaurar y mantener lagos en buenas condiciones requiere considerar sus características únicas, lo que por desgracia se hace con escasa frecuencia.

A pesar de su importancia para la humanidad y el ambiente, durante décadas no se contó con una plataforma de gestión integral de lagos y embalses que pudiese aplicarse a nivel mundial, lo cual generaba un enorme hueco en la agenda de gestión del agua. Por esta razón se construyó la estructura del ILBM y se desarrolló un amplio esfuerzo de vinculación institucional para promover su uso en diferentes países y continentes desde su creación en 2005.

El ILBM es un sistema que busca alcanzar el manejo sustentable de lagos y reservorios a través de mejoras a la gobernanza de cuenca realizadas en forma continua, gradual, y holística, que incluyen seis componentes clave, también denominados *pilares*: a) articulación de

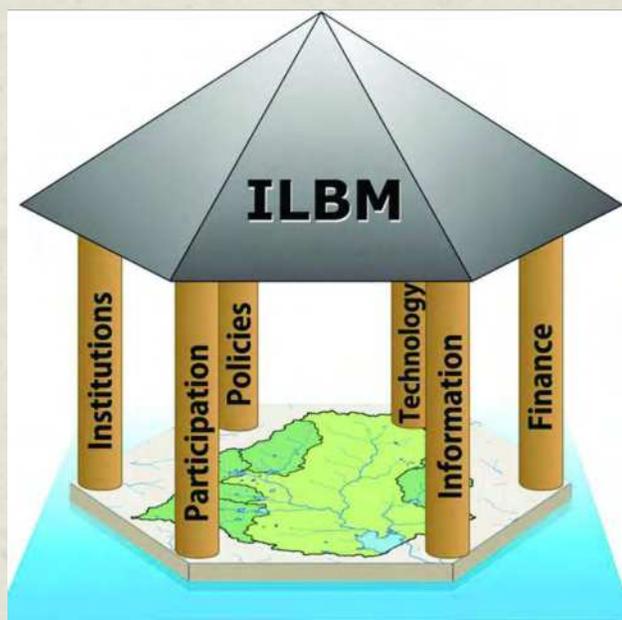


**Figura 1.** Los lagos son ecosistemas de importancia mundial. Lago Chapala, México. Fotografía: Instituto Corazón de la Tierra.

responsabilidades institucionales, b) desarrollo de políticas de manejo adecuadas, c) participación de los sectores interesados, d) uso de Información científica y tradicional, e) aprovechamiento adecuado de la tecnología, y f) flujo correcto de financiamiento. El ILBM está diseñado para que los *sectores interesados* que habitan o utilizan la cuenca, de forma colectiva y realista, atiendan las causas de la problemática a través de acuerdos y actividades conjuntas, mejorando los componentes de gobernanza a través del tiempo (ILEC, 2007).

El desarrollo del ILBM ha sido fuertemente práctico, creándose a partir del análisis comparativo de casos y la identificación de patrones, tanto de problemas como de soluciones. La instancia responsable de la creación y desarrollo del ILBM, el ILEC, es una red internacional de

investigadores y gestores de cuencas con sede en Japón, que ha desarrollado una serie de instrumentos para apoyar el desarrollo de procesos ILBM, ya sea que se cuente o no con planes de manejo previos. Si ya existe un plan de manejo y su funcionamiento no satisface a todos los actores, el proceso de la Plataforma del ILBM puede clarificar qué aspectos del plan necesitan mejorarse y cómo conseguirlos. Si, por el contrario, no existiese aún un plan de manejo (situación frecuente en muchos países en vías de desarrollo), la Plataforma ILBM puede identificar cuáles son los componentes necesarios y cómo integrarlos de manera coherente.



**Figura 2.** Componentes del ILBM, representados como pilares que sostienen el proceso de mejoramiento de la cuenca. Fuente: Nakamura y Rast (2012).

Una Ficha Informativa ILBM (o *Lake Brief*) es un informe que recopila la información existente sobre un lago y su cuenca, incluyendo aspectos socioambientales y prestando especial atención a la identificación de aspectos de gobernanza y desafíos de gestión. Se busca claridad y sencillez en la forma de presentar la información, con el fin de facilitar su comprensión y uso por parte de los sectores interesados. La Ficha Informativa se compone de tres secciones: 1. *Características del lago y su cuenca*, con 9 subsecciones; 2. *Manejo de la cuenca lacustre*, con 5 subsecciones y 3. *Aspectos de gobernanza*, con 5 subsecciones. Como parte de esta última, destaca la inclusión de *Historias de Impacto*: intervenciones humanas,

exitosas o no, que se introdujeron para tratar de hacer frente a los desafíos de gestión del lago y/o su cuenca. Las historias ayudan a entender el complejo contexto cultural, organizativo, productivo y ecosistémico de cada lago/cuenca, son fáciles de entender y, para los sectores locales, representan hitos claros a través de los cuales se pueden identificar y vincular, suele ser el primer paso para desarrollar un proceso ILBM. La guía para elaborar la Ficha Informativa ILBM, preparada por Nakamura y Rast (2012), puede descargarse gratuitamente en [www.ilec.or.jp/en/pubs/](http://www.ilec.or.jp/en/pubs/)

Como resultado de la convocatoria abierta que se lanzó, se recibió una amplia respuesta que se concretó en 15 Fichas Informativas ILBM completadas y entregadas en octubre del 2021. Los países, los lagos o embalses y las instituciones involucradas se presentan en el **Cuadro 1**.

Durante la 16.ª Conferencia Mundial de Lagos (WLC16) realizada en México, el 11 de noviembre de 2021, se realizó la *Sesión Especial de Fichas Informativas ILBM de Lagos y Embalses de América Latina*, con la participación de 24 instituciones de 10 países, incluyendo 13 equipos responsables de Fichas Informativas. Como parte de la sesión se realizó un taller de análisis comparativo de las Fichas, en el que se identificó que los principales problemas que afectan a los lagos en la región son la alta sedimentación (derivada de la erosión por pérdida de zonas forestales), la eutroficación y la contaminación del agua, tanto por aguas crudas

**Cuadro 1.** Lagos e instancias participantes en el proyecto *Fichas Informativas ILBM de América Latina*.

País	Lago o embalse	Institución responsable
Argentina	Presa Escaba	Universidad Nacional de La Plata
Chile	Lago Villarrica	Fundación Red de Nuevas Ideas
Colombia	Laguna de Fúquene	Fundación Humedales
Colombia	Humedales Charco Azul y Duarte Cansino	DAGMA - Alcaldía de Santiago de Cali
Guatemala	Lago Atitlán	Asociación Vivamos Mejor Guatemala
Guatemala	Lago Amatitlán	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán
México	Lago Catemaco	Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Boca del Río
México	Lago Chapala	Instituto Corazón de la Tierra
México	Lago Chalco-Tlahuac	Maestría en Urbanismo, Universidad Nacional Autónoma de México
México	Lago Cuitzeo	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
México	Lago Pátzcuaro	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
México	Lago Zirahuen	Panorama Ambiental, AC
México	Lago Zapotlán	Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara
México	Laguna Bacalar	Geo Alternativa, AC
México	Presa Cajón de Peña	Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

como por plaguicidas y contaminantes industriales. Los problemas más comunes relacionados con el manejo de la cuenca fueron la falta de aplicación de la ley, escasa capacitación de personal en puestos de toma de decisiones, conflictos entre sectores y la falta de financiamiento.

En cuanto a soluciones se planteó el impulso al enfoque de gestión integral de cuencas, fortalecimiento de políticas públicas, para regular la contaminación en sus diferentes manifestaciones, necesidad de contar con información confiable para orientar la toma de decisiones, manejo forestal (de conservación y restauración), así como participación ciudadana

a través de consejos de cuenca o figuras similares, vinculada a procesos de comunicación y educación ambiental. De forma específica se destacó la importancia de la articulación entre políticas públicas (con frecuencia contradictorias) y el trabajo conjunto. Se planteó crear un repositorio de información para cada lago, que garantice el acceso a los grupos de interesados, además de reforzar redes de trabajo para generar - actualizar información, entre otros aspectos.

Algunas Fichas han sido presentadas en sus respectivos territorios y otras están en proceso de hacerlo. La respuesta a las mismas ha sido una mezcla de

sorpresa y regocijo, por tratarse de documentos que presentan de forma relativamente simple información muy compleja. Por ejemplo, la Ficha Informativa del Lago Chapala, para la cual se consultaron 35 libros y artículos científicos (un conjunto de aproximadamente 1 600 páginas) tiene una extensión total de 44 páginas, incluyendo mapas e ilustraciones (Juárez *et al.*, 2021). Una versión condensada de las fichas será publicada en inglés, en un número especial del *Journal Lakes & Reservoirs: Research and Management* de Wiley Editors, mientras que una versión íntegra de las mismas se publicará como libro electrónico (en proceso de desarrollo). Asimismo, los resultados del proyecto se han difundido entre los miembros de la Remexcu, en el World Lake Marathon realizado en diciembre del 2021 y la 18.ª Conferencia de Living Lakes (Perú, diciembre del 2022), entre otros espacios.

Entre las ventajas que la elaboración de las Fichas ofrece, consideramos las siguientes: 1. La identificación de fuentes comunes de estrés y desafíos de gobernanza de los lagos participantes y 2. el análisis de las similitudes - diferencias entre casos lacustres. Ambas permiten plantear oportunidades relevantes, siendo estas: a. Fortalecer la formación y el intercambio de experiencias entre los miembros y otras instituciones, b. Destacar el valor y la importancia de los lagos a nivel nacional - regional - continental, y c. Participar en iniciativas comunes. En los tres puntos se tienen avances importantes, que serán anunciados a inicios del 2023.

## Agradecimientos

A Eduardo Ríos e Ignacio Gonzales, coordinadores de la Remexcu por el impulso y apoyo al proceso; a Walter Rast, Director del ILEC SciCom por sus comentarios y asesoría; a Meredith Miller y Dyhanara Rios del *William R. Sinkin Eco Centro*, por ser la sede virtual de la actividad; a Felipe Valderrama, coordinador de la red Living Lakes América Latina por el apoyo en la difusión entre sus miembros, al *International Institute for Sustainable Water Resources (IISWR) Alamo Colleges District*, por el respaldo técnico, y a la Universidad de Guanajuato (México) e ILEC, por acoger la sesión especial en la WLC16.

## Referencias

- ILEC. (2005). *Managing Lakes and their Basins for Sustainable Use: A Report for Lake Basin Managers and Stakeholders*. International Lake Environment Committee Foundation: Kusatsu, Japan. [https://www.ilec.or.jp/wp-content/uploads/CALBMI\\_Main\\_Report.pdf](https://www.ilec.or.jp/wp-content/uploads/CALBMI_Main_Report.pdf)
- ILEC. (2007). *World Lake Vision: Action Report*. Comité Internacional del Medio Ambiente de Lagos (ILEC), Japón. [https://www.ilec.or.jp/wp-content/uploads/pub/World\\_Lake\\_Vision\\_Action\\_Report.pdf](https://www.ilec.or.jp/wp-content/uploads/pub/World_Lake_Vision_Action_Report.pdf)
- Juárez, A., López, L. y Orozco, N. (2021). *Ficha Informativa ILBM (Lake Brief) del Lago Chapala, México*. Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas, International Lake Environment Committee Foundation, Instituto Corazón de la Tierra.
- Nakamura, M. y Rast, W. (2012). *Guidelines for Lake Brief Preparation*. Centro de Investigación para la Sostenibilidad y el Medio Ambiente, Universidad de Shiga (RCSE-SU), Japón, Fundación del Comité Internacional del Medio Ambiente de Lagos (ILEC), Japón. <https://www.ilec.or.jp/en/publications-list/guidelines-for-lake-brief-preparation/>



Coordinadora del Programa Nacional Manejo del Recurso Hídrico y Cuencas Hidrográficas, SINAC  
([maureen.arguedas@sinac.go.cr](mailto:maureen.arguedas@sinac.go.cr))

## Análisis del abordaje del recurso hídrico en Costa Rica: elementos que influyen en su gestión integral

Maureen Arguedas Marín

**E**l recurso hídrico es indispensable para el desarrollo de distintas actividades humanas y procesos de la naturaleza, de gran importancia para el desarrollo económico y social de los territorios. Desde de una visión sistémica, el agua es un elemento transversal porque: i) está presente en todas las actividades productivas y reproductivas de la sociedad, ii) tiene una función importante en los ecosistemas, y iii) tiene valor simbólico y cultural para las personas. Cualquier actividad, aunque no tenga un objetivo hidráulico directo, influye sobre su generación y circulación (Del Moral, 2008).

Los ecosistemas brindan diversos servicios de los cuales se benefician tanto el ser humano como los mismos ecosistemas y las especies que los conforman. Las condiciones adecuadas del medio permiten el funcionamiento apropiado de los subsistemas que interactúan en una cuenca hidrográfica, donde la interrelación de variables climáticas, morfológicas, biológicas, sociales, económicas, culturales y políticas, entre otras, favorecen la disponibilidad del recurso hídrico para los distintos usos (Balvanera y Cotler, 2009).

La dependencia de los seres humanos de los servicios ecosistémicos (SE) se comprende al observar que los asentamientos humanos siempre han estado asociados con la cercanía a los ríos y cuerpos de agua, como lagos y humedales, y a la regularidad con que se dispone de agua para cubrir las necesidades de la población y la producción (Dourojeanni, 2015). Sin embargo, no todas las funciones ecosistémicas revisten un interés especial para la sociedad, algunas incluso son desconocidas tanto en su existencia como en su papel de mantenimiento y funcionamiento del medio.

El bosque crea un mantillo que protege el suelo de la compactación debido al impacto de las gotas de lluvia, adiciona materia orgánica al suelo mineral y disminuye el volumen y la velocidad de la escorrentía, permitiendo mayor infiltración y percolación en el suelo y subsuelo, pues las raíces abren grietas en el suelo. Esto permite que el agua de lluvia penetre en el suelo mineral y se mueva tanto en forma lateral (flujo subsuperficial) como vertical (percolación profunda). La percolación permite crear acuíferos y estos a su vez mantienen el flujo base durante la estación seca (Reyes *et al.*, 2002).

Los bosques, además de favorecer la infiltración del agua, contribuyen a la regulación hídrica, pues moderan la variación entre los caudales máximos y los mínimos resultante de las precipitaciones. También, garantizan una mayor estabilidad del terreno al limitar el transporte sedimentos aguas abajo (FAO 2003,

como se citó en Cepeda y Navarro, 2010). El impacto del uso de la tierra sobre la escorrentía media es una función de muchas variables, la más importante es el régimen de agua de la cobertura forestal en términos de evapotranspiración, capacidad de infiltración y la habilidad para interceptar humedad (FAO 2003, como se citó en Cepeda y Navarro, 2010).

Cuando los ecosistemas son degradados se altera su estructura y composición y por ende se reduce la biodiversidad, la productividad y la habitabilidad de estos (Martínez y Rodríguez, 2003; Stohlgren *et al.*, 2008). Lo anterior provoca que los SE se pierdan (Baron *et al.* 2002). Una de las características principales de los ecosistemas terrestres degradados es la pérdida del suelo, biodiversidad y la eliminación de la variabilidad genética (Alanís *et al.*, 2008; Clark, 2002; Rands *et al.*, 2010); en tanto que, los ecosistemas acuáticos degradados se caracterizan por sus aguas contaminadas que pocas especies son capaces de tolerar (Gálvez, 2002; UICN *et al.*, 1991).

En los ámbitos jurídico, técnico y científico se reconoce la relación agua-suelo y la influencia de los ecosistemas en la calidad, cantidad y permanencia del agua, por ejemplo, en la Ley Orgánica del Ambiente (Ley No. 7554, 1995) se enumeran los criterios a aplicarse para la conservación y uso sostenible del agua, entre ellos se establecen la protección, conservación y recuperación de ecosistemas, la protección de los componentes de las cuencas



hidrográficas, así como la protección de ecosistemas que permiten regular el régimen hídrico. La Ley Uso, Manejo y Conservación de suelos ([Ley No. 7779, 1998](#)) establece algunas pautas para prevenir o impedir la contaminación de acuíferos o capas de aguas subterráneas (artículo 44), así como la conservación de los recursos suelo y agua (artículo 2). La Ley de Aguas ([Ley No. 276, 1942](#)) se refiere a la conservación de los árboles especialmente a orillas de los ríos con el fin de evitar la disminución de las aguas producida por la tala de bosque (artículo 145) y promueve que los propietarios de terrenos atravesados por ríos, arroyos en cuyos contornos hayan sido destruidos los bosques que les servían de abrigo, están obligados a sembrar árboles en los márgenes de estos (artículo 148).

El primer principio de la Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible ([Conferencia Internacional](#)

[sobre el Agua y el Medio Ambiente: el desarrollo en la perspectiva del siglo XXI, 1992](#)) hace un llamado a la necesidad de una gestión integral del recurso hídrico: “el agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. Dado que el agua es indispensable para la vida, la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales. La gestión eficaz establece una relación entre el uso del suelo y el aprovechamiento del agua en la totalidad de una cuenca hidrológica o un acuífero”.

En Costa Rica, 10 años después de la Declaración de Dublín, se decretaron los principios que regirían la política nacional en materia de gestión de los recursos hídricos ([Decreto Ejecutivo No. 30480-MINAE, 2002](#)), donde se reconoce la función ecológica del agua como fuente



de vida y de sobrevivencia de todas las especies y ecosistemas que dependen de ella, así como las cuencas hidrográficas como una unidad de planificación, lo que le asigna al recurso hídrico la condición de elemento integrador de todas las actividades que se realizan en este espacio territorial. La Política Hídrica Nacional (Ministerio de Ambiente y Energía [MI-NAE], 2009) incluyó un enfoque integral del manejo del agua haciendo alusión a lo indicado en el primer principio de la Declaración de Dublín.

El análisis de la legislación en materia ambiental para el periodo 1942-2015 identificó 522 leyes o normas relacionadas con la materia ambiental, de las cuales el 53 % (275) están directamente relacionadas con el tema de recurso hídrico, esto representa 3.76 leyes o normas por año. En relación con otros temas ambientales, para el mismo periodo, se reportó la siguiente proporción de leyes o normas:

11.1 % se relacionan con el uso del suelo, el 7.5 % con el tema forestal, el 3.3 % con los desechos sólidos, el 22.4 % con la energía y el 3.1 % con la zona marítimo terrestre (Bettrano, 2016). La alta proporción de normas identificada para dicho periodo evidencia el interés que ha existido en materia de recurso hídrico (Bettrano, 2016).

La visión general del país en relación con la gestión del recurso hídrico pareciera no estar aislada de la protección, manejo y uso sostenible de los ecosistemas. Por ejemplo: la relación agua-suelo, Ley sobre Uso, Manejo y Conservación de Suelos (Ley No.7779, 1998) y su Reglamento (Decreto Ejecutivo No. 29375-MAG-MI-NAE-S-HACIENDA-MOPT, 2001); el resguardo del área de protección de cuerpos de agua, Ley Forestal (Ley No. 7575, 1996); la promoción de sistemas agropecuarios y forestales que logren un máximo beneficio sin causar deterioro en los

recursos naturales, entre ellos suelos y agua, a través de la evaluación, clasificación y planificación de tierras ([Decreto Ejecutivo No. 41690-MAG-MINAE, 2019](#)); la protección de ecosistemas que permiten regular el régimen hídrico, Ley Orgánica del Ambiente ([Ley No. 7554, 1995](#)); los servicios ambientales que brindan los bosques entre ellos la protección del agua, Ley Forestal ([Ley No. 7575, 1996](#)); la legislación incluye la gestión integral de residuos ([Ley No. 8839, 2010](#)), misma que tiene como uno de sus objetivos evitar que el inadecuado manejo de los residuos impacte la salud humana y los ecosistemas, contamine el agua, el suelo y el aire, y contribuya al cambio climático; la prohibición de arrojar aguas servidas o cualquier contaminante en ríos, quebradas, manantiales, Ley de Conservación de la Vida Silvestre ([Ley No. 7317, 1992](#)); la creación de mecanismos de coordinación e instrumentos económicos dirigidos a la protección del recurso hídrico (Canon por aprovechamiento del Agua ([Decreto Ejecutivo No. 32868, 2006](#)) y Canon por Vertidos ([Decreto Ejecutivo No. 34431, 2010](#))). Además, la Sala Constitucional ha emitido votos en los que señala que el ordenamiento territorial y las decisiones en materia de planificación urbana deben necesariamente considerar la variable hídrica (votos 2004-1923 y 2012-8892). Adicionalmente se ha abordado la participación ciudadana en la gestión del recurso hídrico ([Decreto Ejecutivo No. 41058-MINAE, 2018](#)) y la coordinación interinstitucional para la protección del

recurso hídrico ([Decreto Ejecutivo No. 42015-MAG-MINAE-S-MIVAH, 2019](#)).

A pesar del amplio marco jurídico relacionado con el recurso hídrico, abordado desde distintas aristas y de que existen importantes avances en el tema, los recursos hídricos superficiales y subterráneos están amenazados en su cantidad y calidad. En 25 de las 34 cuencas del país se encontró la presencia de contaminantes en los cuerpos de agua superficiales y subterráneos ([Contraloría General de la República \[CGR\], 2013](#)). Los cuerpos de agua están altamente presionados a causa de las diferentes fuentes de contaminación ([CGR, 2013](#)) entre ellas: residuos sólidos y aguas vertidas de distintas fuentes ([Hidalgo, 2013](#)), como las aguas negras que son descargadas a los ríos sin tratamiento previo ([CGR, 2013](#)). También se han reportado casos de contaminación de aguas subterráneas con concentraciones de nitrato en regiones urbanas de casi el doble de los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) ([Hidalgo, 2013](#)). La CGR ha llamado la atención sobre la necesidad de un abordaje estratégico de la recuperación y rehabilitación de las áreas de protección, como una de las principales causas de la deficiente gestión de estos sitios, pese a contar con un marco normativo e institucional que lo regula ([MINAE, 2020](#)).



Del análisis anterior se desprenden varias interrogantes, entre ellas: ¿por qué a pesar del interés y los esfuerzos realizados en materia de recurso hídrico, éste continúa estando amenazado? ¿cuáles son las limitantes para alcanzar una gestión integral del recurso hídrico en Costa Rica?

Para comprender la situación e identificar distintas percepciones sobre la forma en que se aborda el recurso hídrico en el país se entrevistó de forma virtual a expertos(as) con alto conocimiento y experiencia en la gestión del recurso hídrico

a nivel nacional. Los entrevistados(as) desempeñan labores en el sector gubernamental, no gubernamental y académico.

Se solicitó a los entrevistados(as) mencionar, según su experiencia y conocimiento, las principales situaciones que afectan al recurso hídrico a nivel nacional. Las respuestas se resumen en seis grandes temas: i) falta de ordenamiento territorial, ii) insuficiente gestión de las aguas residuales, iii) ineficiente gestión de los desechos sólidos y contaminantes, iv) falta de conciencia y gestión social, v) débil o escasa coordinación interinstitucional, vi)

débil involucramiento social, y viii) débil gestión de la información y la dificultad para generar o acceder a datos para la gestión.

Sobre estos temas se agregó que “*los ríos son utilizados como botaderos*”, “*las cuencas urbanas están completamente contaminadas*”. Mientras que, en las cuencas hidrográficas rurales, se presentan problemas de contaminación por agroquímicos. Además, se indicó que hace falta asegurarse de que todas las instituciones involucradas en la gestión del agua tengan claro hasta donde deben llegar, pues esa falta de claridad en ocasiones entorpece el accionar hacia una gestión integral del recurso hídrico. Adicionalmente, se recalcó el rol de los gobiernos locales y la importancia de su involucramiento, pues son un actor importante en la gestión del agua y en el uso del suelo. Sobre el tema de los datos se mencionó que *ciertas instituciones que generan datos, no siempre los comparten*.

Posteriormente, se preguntó sobre las principales limitantes para alcanzar una adecuada gestión del recurso hídrico. Las respuestas se agruparon en seis grupos: i) instrumentos - cuerpo normativo, ii) coordinación institucional y local; iii) gestión y manejo del agua, iv) gestión social-organizacional, v) visión de cuencas; vi) educación y comunicación y vii) conciencia social.

Sobre los puntos anteriores se mencionó la necesidad de actualizar la Ley de Aguas ([Ley No. 276, 1942](#)). Además, se indicó la falta de articulación de todos los

sectores involucrados y la necesidad de establecer prioridades de trabajo. Varias instituciones tienen competencia sobre el agua y trabajan para el cumplimiento individual de sus metas y objetivos, por lo que se requiere mayor integración entre instituciones.

También se indicó la importancia de contar con datos sobre la oferta y demanda hídrica *sin conocer la oferta y la demanda ¿cómo se puede hacer gestión del agua?* Se mencionó la importancia de conocer las capacidades locales, pues a veces existen buenas iniciativas o instrumentos económicos, pero no son accesibles por lo complicado del proceso y no siempre se cuenta con asesoría técnica oportuna. Paralelamente, es importante empoderar a las personas gestoras del agua para eliminar la *visión de que el Estado va a solucionar todo*.

Posteriormente, se mencionó que una cuenca sana o bien manejada cuenta con un adecuado ordenamiento territorial, que identifique donde se puede producir o construir y donde no. Así como los recursos presentes en la cuenca hidrográfica y su estado, por ejemplo, conocer la ubicación de las áreas de recarga hídrica. Esto es un insumo importante para definir una hoja de ruta que involucre a todas las partes, promoviendo una gestión conjunta tanto de las instituciones como de las comunidades.

Algunos de los puntos indicados coinciden con la información reportada en distintos informes y estudios, por ejemplo, la [CGR \(2007\)](#) señala que:

*En materia de recursos hídricos el esquema actual se caracteriza por tener una rectoría poco clara y fragmentada, que desde el punto de vista funcional otorga a una gran cantidad de instituciones, competencias en la administración, protección, manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos, causando así la desarticulación y descoordinación del sector. El marco legal relativo al recurso hídrico en Costa Rica es disperso. La dispersión del marco legal ha creado vacíos e incongruencias en los mandatos relacionados con el agua.*

De acuerdo con [Echeverría y Cantillo \(2013\)](#) los procesos de urbanización desordenada y falta de ordenamiento territorial han provocado un deterioro en las funciones hidrológicas de las cuencas hidrográficas. La eliminación de cobertura forestal en áreas de recarga acuífera, nacientes y otras zonas de importancia hídrica, repercute en la capacidad de infiltración del terreno y en la recarga de los acuíferos lo cual puede incidir, entre otras cosas, en inundaciones constantes.

Las acciones de manejo de cuencas hidrográficas en la región centroamericana se caracterizan por carecer de herramientas de control que permitan dar seguimiento a las acciones de la gestión que se realizan en los territorios ([Saborío, 2011](#)). Las instituciones gubernamentales, en la mayoría de los casos, trabajan con recursos económicos y humanos

limitados, esto ocasiona que, en algunos casos, se trabaje desde una visión más operativa que estratégica. La falta de seguimiento a las acciones y la limitada visión estratégica propicia que los esfuerzos que se realicen queden como acciones aisladas y dispersas. La carencia de seguimiento o continuidad a los procesos limita el impacto de las acciones ejecutadas. También afecta el aprendizaje potencial que, como sociedad, podemos ir adquiriendo para mejorar la gestión integral del recurso hídrico, pues sistematizar, evaluar y dar seguimiento a las acciones permite identificar lecciones aprendidas, con el fin de mejorar o ajustar enfoques de trabajo o prácticas.

En ese sentido, las limitaciones en el acceso a la información en materia de recurso hídrico (por ejemplo, información no accesible, información que no se comparte entre instituciones o información parcial) tiene el riesgo de duplicar esfuerzos entre las instituciones y de vacíos de información en áreas estratégicas vinculadas al agua, lo cual, dificulta la toma de decisiones informada y la rendición de cuentas basada en suficiente información y de mayor calidad ([CGR, 2014](#)). Para abordar lo anterior se hace cada vez más necesario el desarrollo de mecanismos, herramientas y procedimientos que sean accesibles, estandarizados y con el suficiente sustento técnico, que permita a los distintos sectores y actores generar y acceder a datos para tomar decisiones con una visión más estratégica.

Finalmente, un correcto abordaje del tema de recurso hídrico debe incluir a los distintos elementos económicos, sociales y naturales que interactúan en el territorio, considerando la relación agua-suelo-bosque dentro de las cuencas hidrográficas. Esto requiere de soporte, consenso y coordinación, así como encontrar un lenguaje común entre instituciones, actores y sectores; identificando complementariedades entre instituciones y promoviendo coordinación, articulación, trabajo conjunto y una planificación estratégica a una escala adecuada. Esto representa retos importantes, tales como: clarificar los vacíos y traslapes de competencias entre instituciones, involucrar a los diversos sectores y actores, mejorar la incidencia en la sociedad para una mayor conciencia social en todos los niveles, desarrollar herramientas que permitan la generación, el procesamiento y difusión ágil de los datos, entre otras cosas.

## Referencias

- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Espinoza-Vizcarra, D., Jurado-Ybarra, E., Aguirre-Calderón, Oscar A. y González-Tagle, Marco A. (2008). Evaluación del estrato arbóreo en un área restaurada post-incendio en el parque ecológico Chipinque, México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 14(2), 113-118. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182008000200006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182008000200006&lng=es&tlng=es).
- Balvanera, P. y Cotler, H. (2009). Estado de conservación y tendencias de cambio. En Dirzo, R., González, R. y March, I. J. (Compiladores), *Capital natural de México, vol. II* (pp. 185-245). CONABIO. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7404.pdf>
- Baron, J. S., Poff, N. L., Angermeier, P. L., Dahm, C. N., Gleick, P. H., Hairston, N. G., Jackson, R. B., Johnston, C. A., Richter, B. D. y Steinman, A. D. (2002). Meeting ecological and societal needs for freshwater. *Ecological Applications*, 12(5), 1247-1260. <https://doi.org/10.2307/3099968>
- Betrano, S. (2016). *Evolución y efectos de la legislación sobre recurso hídrico en Costa Rica (1942-2015)*. XXII informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. <https://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/291>
- Cepeda, C. y Navarro, G. (2010). Propuesta para la reforma de los artículos 33 y 34 de la Ley Forestal. CATIE. *Serie técnica. Boletín técnico*, 95. [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8805/Proteccion\\_del\\_recurso\\_hidrico.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8805/Proteccion_del_recurso_hidrico.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Clark, D.B. (2002). Los factores edáficos y la distribución de las plantas. En Guariguata, M. R. y Kattan, G. H. (Eds.), *Ecología y Conservación de Bosques* (pp. 193-221). Libro Universitario Regional.
- Contraloría General de la República [CGR]. (2007). Informe n.º DFOE-PGA-42-2007. Informe sobre la evaluación de la aplicación de políticas y normativa en materia de recursos hídricos por el MINAE. Disponible: [https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fcgfiles.cgr.go.cr%2Fpublico%2Fdocs\\_cgr%2F2007%2FSIGYD\\_D\\_2007022712.doc&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fcgfiles.cgr.go.cr%2Fpublico%2Fdocs_cgr%2F2007%2FSIGYD_D_2007022712.doc&wdOrigin=BROWSELINK)
- Contraloría General de la República [CGR]. (2013). *Informe sobre el estado de la eficiencia del estado para garantizar la calidad del agua en sus diferentes usos. División de fiscalización operativa y evaluativa*. Informe No. DFOE-AE-IF-01.2013. <https://radios.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2022/03/DFOE-AE-IF-01-2013-1.pdf>
- Contraloría General de la República [CGR]. (2014). *Informe de la auditoría de carácter especial acerca de la suficiencia de los mecanismos implementados por el Estado para asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico*. Informe No. DFOE-AE-IF-03-2014.

- [https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docs\\_cgr/2014/SIGYD\\_D\\_2014008097.pdf](https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docs_cgr/2014/SIGYD_D_2014008097.pdf)
- Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente: el desarrollo en la perspectiva del siglo XXI (1992). Dublín, Irlanda. [5 Conf Int Agua y MA 1992.pdf \(semarnat.gob.mx\)](#)
- Decreto Ejecutivo No. 41960 -MAG-MINAE. (2019). Establecimiento de la metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras agroecológicas de Costa Rica. Diario Oficial La Gaceta, No. 215, 12 de noviembre de 2019.
- Decreto Ejecutivo No. 29375-MAG-MINAE-S-HACIENDA-MOPT (2001). *Reglamento a la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos*. Diario Oficial La Gaceta, No. 57, 21 de marzo del 2001. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm\\_articulo.aspx?nValor1=1&nValor2=46035&nValor3=97496&nValor5=7&nValor6=25/06/2012](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm_articulo.aspx?nValor1=1&nValor2=46035&nValor3=97496&nValor5=7&nValor6=25/06/2012)
- Decreto Ejecutivo No. 30480-MINAE. (2002). [Ministerio de Ambiente y Energía]. *Determina los principios que regirán la política nacional en materia de gestión de los recursos hídricos, y deberán ser incorporados, en los planes de trabajo de las instituciones públicas relevantes*. Diario Oficial La Gaceta, No. 112, 12 de junio abril del 2002. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=48707&nValor3=98600&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=48707&nValor3=98600&strTipM=TC)
- Decreto Ejecutivo No. 32868. (2006). *Canon por Concepto de Aprovechamiento de Aguas*. Diario Oficial La Gaceta, No. 21, 30 de enero de 2006. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=56341&nValor3=109229&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=56341&nValor3=109229&strTipM=TC)
- Decreto Ejecutivo No. 34431. (2010). *Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos*. Diario Oficial La Gaceta, No. 74, 17 de abril de 2010. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=62896&nValor3=81024&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=62896&nValor3=81024&strTipM=TC)
- Decreto Ejecutivo No. 41058-MINAE. (2018). *Constitución del Mecanismo Nacional de Gobernanza del Agua*. Diario Oficial La Gaceta, No. 79, 17 de mayo del 2018. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=86422&nValor3=112122&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=86422&nValor3=112122&strTipM=TC)
- Decreto Ejecutivo No. 41960-MAG-MINAE. (2019). *Establecimiento de la metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras agroecológicas de Costa Rica*. Diario Oficial La Gaceta, No. 215, 12 de noviembre del 2019. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90001&nValor3=118346](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=90001&nValor3=118346)
- Decreto Ejecutivo No. 42015-MAG-MINAE-S-MIVAH. (2019). *Reglamento de coordinación interinstitucional para la protección de los recursos hídricos subterráneos*. Diario Oficial La Gaceta, No. 203, 25 de octubre del 2019. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89911&nValor3=0&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89911&nValor3=0&strTipM=TC)
- Del Moral, L. (2008). Nuevas tendencias en gestión del agua, ordenación del territorio e integración de políticas sectoriales. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 13(285). <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/43651/Nuevas%20tendencias.pdf>
- Dourojeanni, A. (2015). *Diferencias conceptuales entre los términos "manejo (integrado) de cuencas y "gestión (integrada) de recursos hídricos"*. Santiago, Chile.
- Echeverría, J. y Cantillo, B. (2013). Instrumentos económicos para la gestión del agua. *Revista De Ciencias Ambientales*, 45(1), 13-22. <https://doi.org/10.15359/rca.45-1.2>
- Gálvez, J. (2002). La restauración ecológica: conceptos y aplicaciones. Revisión Bibliográfica. *Serie de documentos técnicos* No.8. Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambientales. [http://recursosbiblio.url.edu.gt-publicjlg/IARNA/serie\\_tec/08tec2002.pdf](http://recursosbiblio.url.edu.gt-publicjlg/IARNA/serie_tec/08tec2002.pdf)

- Hidalgo, H. (2013). Water Resources in Costa Rica. A Strategic View. En Jiménez-Cisneros, B. y Galizia-Tundisi, J., *Diagnosis of water in the Americas* (pp. 203-253). Interamerican Network of Academies of Sciences. [https://www.interacademies.org/sites/default/files/publication/diagnosis\\_of\\_water\\_in\\_the\\_americas.pdf](https://www.interacademies.org/sites/default/files/publication/diagnosis_of_water_in_the_americas.pdf)
- Ley No. 276 de 1942. *Ley de Aguas*. 27 de agosto de 1942. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=11950&nValor3=91553&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=11950&nValor3=91553&strTipM=TC)
- Ley No. 7317 de 1992. *Ley de Conservación de la Vida Silvestre*. Diario Oficial La Gaceta, No. 235, 7 de diciembre de 1992. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=12648](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=12648)
- Ley No. 7554 del 1995. *Ley Orgánica del Ambiente*. Diario Oficial La Gaceta, No. 215, 13 de noviembre de 1995. [https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2019/07/05/COMP\\_05\\_07\\_2019.pdf](https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2019/07/05/COMP_05_07_2019.pdf)
- Ley No. 7575 de 1996. *Ley Forestal*. Diario Oficial La Gaceta, No. 72, 16 de abril de 1996. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=94526&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=94526&strTipM=TC)
- Ley No. 7779 de 1998. *Uso, manejo y conservación de suelos*. Diario Oficial La Gaceta, No. 97, 21 de mayo del 1998. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=26421](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=26421)
- Ley No. 8839 de 2010. *Ley para la Gestión Integral de Residuos*. Diario Oficial la Gaceta, No. 135, 13 de julio de 2010. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=68300&nValor3=83024&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=68300&nValor3=83024&strTipM=TC)
- Martínez, R. y Rodríguez, D. A. (2003). Los incendios forestales en México y América Central. *Memorias del Segundo Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección Contra Incendios Forestales: Una visión global*. Córdoba, España. [https://www.fs.usda.gov/psw/publications/documents/psw\\_gtr208es/psw\\_gtr208es\\_767-780\\_dominquez.pdf](https://www.fs.usda.gov/psw/publications/documents/psw_gtr208es/psw_gtr208es_767-780_dominquez.pdf)
- Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE]. (2009). *Política Hídrica Nacional*. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. <https://da.go.cr/wp-content/uploads/2018/05/Pol%C3%ADtica-H%C3%ADrica-Nacional.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE]. (2020). *Política Nacional de Áreas de Protección de ríos, quebradas, arroyos y nacientes 2020-2040*. Ministerio de Ambiente y Energía. <https://da.go.cr/wp-content/uploads/2020/09/Politica-Nacional-de-Areas-de-Proteccion-2020-40.pdf>
- Rands, M. R. W., Adams, W. M., Bennun, L., Butchart, S. H. M., Clements, A., Coomes, D., Entwistle, A., Hodge, I., Kapos, V., Scharlemann, J. P. W., Sutherland, W. J. y Vira, B. (2010). Biodiversity Conservation: Challenges Beyond 2010. *Science*, 329(5997), 1298–1303. <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.1189138>
- Reyes, V., Fallas, F., Miranda, M., Segura, O. y Sánchez, R. (2002). *Parámetros para la valoración del servicio ambiental hídrico brindado por los bosques y plantaciones de Costa Rica*. Serie Documentos de Trabajo 008-2002. FONAFIFO, CINPE.
- Saborío, J. (2011). Metodología para la gestión de cuencas hidrográficas siguiendo el enfoque del riesgo integral. *Revista Geográfica de América Central*, 2 (43), 25-35. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/215/172>
- Stohlgren, T. J., Barnett, D. T., Jarnevich, C. S., Flather, C. y Kartesz, J. (2008). The myth of plant species saturation. *Ecological Letters*, 11(4), 313–326. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01153.x>
- UICN, PNUMA, WWF. (1991). *Cuidar la tierra: Estrategia para el futuro de la vida*. UICN, PNUMA, WWF. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/cfe-003-es.pdf>



Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Red Mexicana de Cuencas, México ([riospatreduardo@gmail.com](mailto:riospatreduardo@gmail.com))

## Redes, colaboración y gestión del agua en México: desafíos para alcanzar la seguridad hídrica

Eduardo Ríos Patrón  
Carlos Francisco Ortiz-Paniagua  
Adriana Aguilar Rodríguez



Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México ([carlos.ortiz@umich.mx](mailto:carlos.ortiz@umich.mx))



Centro Geo, México ([aaguilar@centrogeo.edu.mx](mailto:aaguilar@centrogeo.edu.mx))

La escasez de agua potable es uno de los retos de los que más se tiene conciencia que enfrentará la sociedad a escala planetaria en los próximos años; aún así, resulta paradójico que las acciones que se realizan para atender esta situación quedan lejos de ser las mínimas necesarias para prevenir el estrés hídrico y con ello procurar la Seguridad Hídrica (SH) a distintas actividades tanto económicas y sociales como de impacto ecosistémico.

Una de las formas de incidencia en la toma de decisiones para encaminar acciones destinadas a mejorar la SH es el *binomio de colaboración* entre academia y gobierno, mediante la producción de insumos de información para la toma de decisiones y la implementación de estrategias que procuren la SH.

En este sentido, el presente artículo expone una disertación sobre el papel de las redes de colaboración y gestión del agua en México, planteando los desafíos para atender los temas que son prioritarios para la agenda de política de SH en América Latina.

La calidad y cantidad de agua afecta la vida diaria de las personas en las actividades socioeconómicas, la funcionalidad de los ecosistemas y el nivel de riesgos. Por lo cual, si el agua es suficiente para llevar de manera adecuada estas funciones entonces se cuenta con Seguridad Hídrica (SH) (Grey y Sadoff, 2007; Mason y Calow, 2012; OCDE, 2013). Sin embargo, la gestión adecuada aún enfrenta desafíos en diversos aspectos y una visión de interacción sistémica entre los elementos sociales-económicos, físico-hidrológicos y ecosistémicos. Una forma de realizar este análisis es mediante la cooperación entre las redes de colaboración para la gestión del agua, en los distintos ámbitos y escalas, lo que a su vez ayuda a identificar la gobernanza y su funcionalidad. El entendimiento de estos dos elementos es clave para las políticas de SH.

La forma como se toman las decisiones en torno al agua, las cuencas y, por consiguiente su régimen de gobernanza, depende de una combinación diferenciada por el contexto que, de acuerdo con Pahl-Wostl (2009), en buena medida depende de la influencia de las instituciones formales e informales, del rol de los actores, de la naturaleza multinivel de las interacciones (o bien del grado de descentralización de las decisiones) y de la importancia relativa de las jerarquías de la burocracia, de los mercados y de las redes determinando así los regímenes de gobernanza del agua.

Las estructuras de comando y control son centralizadas, rígidas y con poca

capacidad adaptativa, mientras que las estructuras en red, policéntricas y diversas constituyen, señala Pahl-Wostl (2009), el conducto para el aprendizaje social y una mayor adaptación al cambio, aunque implican mayor consumo de tiempo para el involucramiento. Los actores académicos en el binomio academia-gobierno deberán jugar un papel más protagónico en la intermediación de estructuras policéntricas para la gestión del agua, considerando su función en la transformación del conocimiento en mejor toma de decisiones públicas y sociales.

Los actores que realizan actividades en la cuenca que persiguen fines individuales o grupales, que además están organizados en sectores, están sujetos a reglas, es decir al marco legal y de políticas públicas. Este mecanismo de interacción puede ser comprendido en el marco de la gobernanza colaborativa (Ansell y Gash, 2008; Emerson *et al.*, 2012), que implica un arreglo para la toma de decisiones formal, deliberativo y orientado al consenso entre una diversidad de actores gubernamentales y no gubernamentales para incidir en la agenda de política pública.

Uno de los actores fundamentales para promover, desde el liderazgo facilitador, procesos de gobernanza colaborativa en la gestión del agua, son los científicos generadores de información, diagnósticos y propuestas que interactúan entre sí y, ocasionalmente, con otros actores sociales y gubernamentales, lo que limita el

diálogo y experiencias para la construcción de alternativas de solución conjunta.

Esta interacción en red se mueve de un nivel de independencia o interdependencia determinando cuatro diferentes grados de interacción social que van de la comunicación a la colaboración, esto es, por ejemplo, en la interacción del binomio academia-gobierno, la incidencia es producto de las interacciones en el tiempo que conducen por medio de proceso de construcción de confianza al intercambio y a una interdependencia generando resultados de colaboración para la gestión del agua (Figura 1).

En México, con una superficie continental de 1.9 millones de km<sup>2</sup>, con 1 471 cuencas hidrográficas (INEGI-INE-CONAGUA, 2007) (Figura 2) y 653 acuíferos, de acuerdo con información de la Comisión Nacional del Agua - Gerencia de Calidad del Agua (2020) el 98 % de los ríos y

arroyos y el 76 % de los lagos y embalses presentan un nivel entre meso o eutrófico, es decir un grado de exceso de nutrientes. Además, 157 acuíferos se encuentran sobre-explotados (Figura 3). Lo anterior describe las condiciones para el conflicto y los riesgos en la gobernanza del agua e indica la necesidad de mejorar la fórmula de colaboración para enfrentar los desafíos de los problemas hídricos en México.

La gestión del agua en México confiere una alta centralización y una baja diversidad en la interacción en los procesos de decisión como lo expresó uno de los ocho actores clave gubernamentales, sociales y académicos entrevistados quien señaló que la *toma de decisiones en materia de agua en México se encuentra sectorizada, dispersa y poco articulada* (Actor clave, entrevista, julio 29, 2021).

El arreglo institucional para la gestión del agua en México lo conforman por

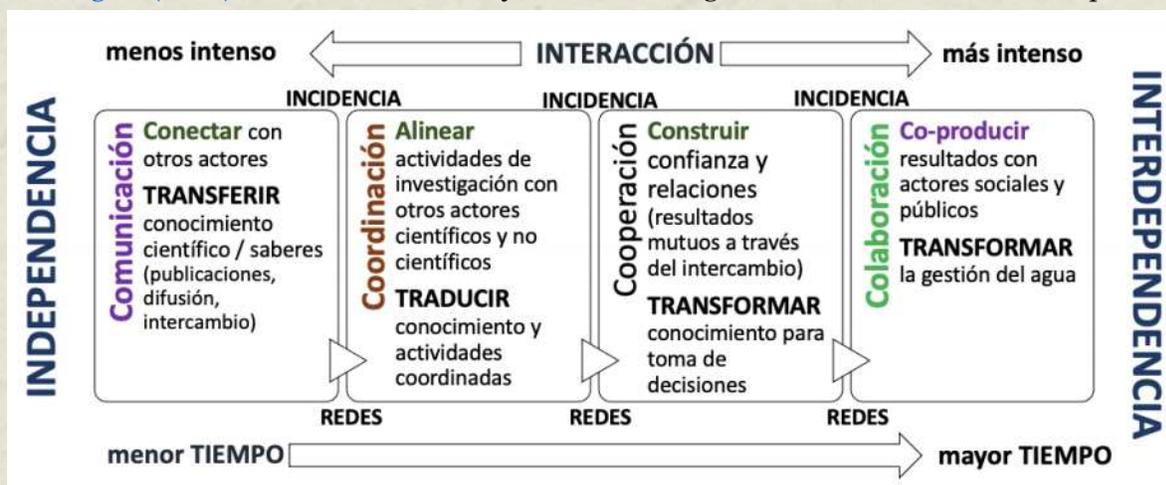


Figura 1. De la comunicación a la colaboración del binomio academia - gobierno. Adaptada de Gieseke (2020).



Figura 1. Cuencas hidrográficas de México. Sistema Nacional de Información sobre biodiversidad (SNIB) de la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) (INE-INEGI-CONAGUA, 2007)

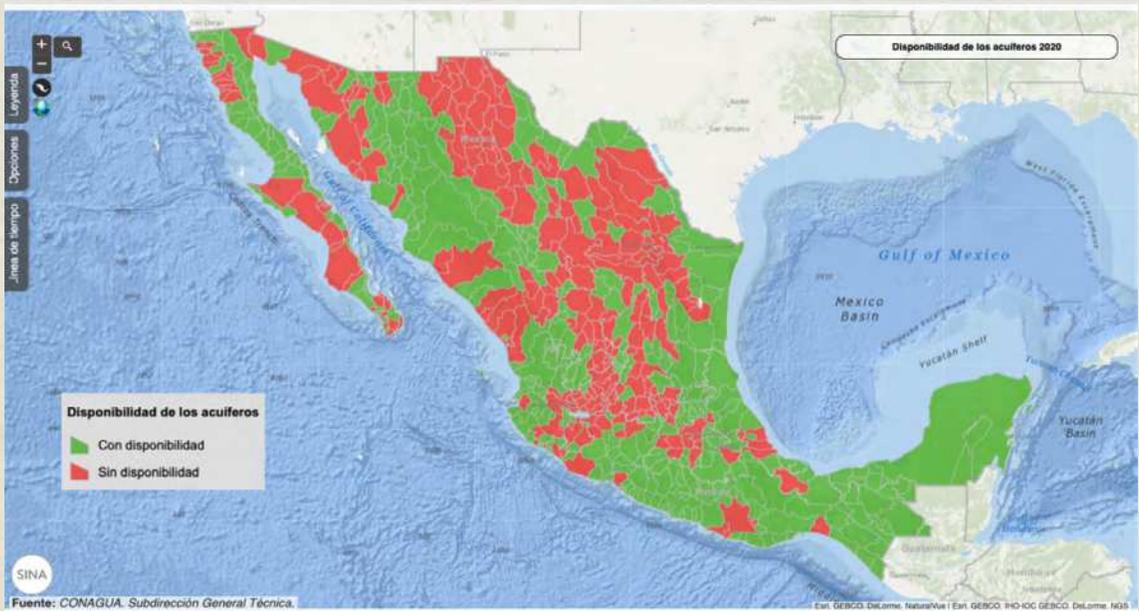


Figura 2. Mapa de disponibilidad de agua subterránea. Sistema Nacional de Información del Agua de CONAGUA, 2020.

un lado la Comisión Nacional del Agua, institución federal organizada en 13 regiones hidrológico - administrativas, las autoridades del agua en los 32 estados de la República y la autoridad municipal (2 471 municipios) y comunitaria encargada del agua y saneamiento; de igual forma, la ley vigente contempla la existencia de 26 Consejos de Cuenca como órganos colegiados de integración mixta cuyas actividades están orientadas a integrar la pluralidad de intereses, demandas y necesidades en la cuenca ([Ley de Aguas Nacionales, 2020, artículo 13](#)). La concesión es el instrumento de administración del agua que, de forma transversal en diversas actividades y sectores, así como instancias públicas económicas, ambientales y sociales, juega un papel relevante en la compleja gestión del agua.

Sin embargo, la gobernanza existente, está alejada de representar la pluralidad de actores y en ser un mecanismo efectivo y con solidez operativa para generar una visión común de cuenca a partir de la deliberación y el diálogo. En efecto, la gestión del agua es producto de decisiones dispersas, no integradas y a menudo centralizadas, lo que incrementa los conflictos y los riesgos. Es necesario introducir a dichas estructuras otras en red que fomenten cambios de paradigma desde la ciencia, la evidencia y la colaboración.

El papel del binomio academia - gobierno con el despliegue de instituciones de investigación existentes en el país constituye un área de oportunidad de intermediación desde la ciencia, para

incidir en forma innovadora en la gestión del agua a partir de la promoción de procesos de construcción de confianza horizontales y con diversos actores. Esto nos va a permitir generar un diálogo que parta de la traducción de la información científica en apropiación del conocimiento en el ámbito social y público. Sin embargo, es necesario entender los obstáculos institucionales a diversos niveles, así como los instrumentos de fomento para una efectiva vinculación de la agenda hídrica y la agenda científica de los problemas públicos del agua en México.

Derivado de la colaboración en el binomio academia - gobierno se identifican seis desafíos urgentes para que las redes de colaboración tengan una mayor incidencia en la mejora de la SH, a saber:

*Generar espacios y mecanismos de interacción en red.* Los investigadores y los actores sociales requieren mejorar los mecanismos y espacios para construir un diálogo que propicie una comprensión más profunda de los problemas sociales del agua y sus posibles soluciones, colocando al actor investigador en una mejor posición de intermediación para el mejor abordaje de las políticas públicas del agua. Los actuales espacios formales como los Consejos de Cuenca requieren perspectivas de análisis de redes y mecanismos nuevos de interacción en red que conduzcan a mejorar las decisiones públicas basadas en el diálogo, la evidencia y la colaboración.

*Contribuir a mejorar los derechos de acceso.* El derecho a la participación, a la información y a la justicia ambiental son un eje para mantener un proceso genuino de colaboración, con evidencia y mecanismos de aplicación efectiva de la ley en las cuencas y territorios donde se dirigen las actividades del binomio academia-gobierno. Estos derechos de acceso requieren materializarse con el desarrollo de mejores sistemas de información integrados en un ecosistema de conocimiento traducido en un lenguaje y estructura apropiados que permita incidir en el ámbito social y público.

*Innovar en los sistemas de incentivos a la investigación.* Los factores que explican la incidencia de los investigadores tienen que ver con el comportamiento asociado a lo que es considerado valioso en la evaluación del desempeño, que determina los incentivos económicos a la investigación, así como el fomento estratégico de las instituciones de adscripción del investigador para fomentar vínculos con otros actores al sector investigación a fin de contribuir a la agenda pública del agua.

*Comunicar efectivamente el conocimiento científico y traducirlo en mejores decisiones.* El agua, que transita entre el ámbito objetivo de la evidencia científica y el ámbito subjetivo de la valoración social y cultural, requiere una alta sensibilidad para configurar mejores formas de diálogo y comunicación para promover la colaboración. Los mensajes a comunicar desde la ciencia a menudo generan

barreras que deben de ser franqueadas a partir de adecuar el lenguaje y los formatos de comunicación a fin de realmente generar la acción del receptor del mensaje.

La gobernanza colaborativa se expresa en red, por consiguiente, es fundamental estudiar desde el análisis de redes su expresión estructural y su dinámica en el tiempo. Y, en particular, las redes de investigadores que tienen vínculos con otros investigadores, con actores sociales y públicos y cómo estas estructuras influyen u obstaculizan la colaboración para la atención a los problemas de seguridad hídrica.

*Planear y ordenar el territorio.* Las zonas estratégicas para garantizar el abasto de agua se deben proteger para procurar el interés común, un aspecto común en la mayoría de las ciudades de México y América Latina es que el crecimiento urbano y los desarrolladores inmobiliarios obtienen derechos de expansión en zonas no aptas en la mayoría de los casos. Esto ocurre porque no se cuenta con planes de ordenamiento territorial o estos no son tomados en cuenta, situación que pone en riesgo el abasto de agua futuro, dado que la escasez ocurre porque aumenta la demanda dado el crecimiento poblacional, pero también porque se ocupan las zonas productoras de agua para uso socioeconómico y para valor ecosistémico. Además, es necesario incorporar en la planeación territorial el enfoque de cuenca desde la perspectiva del ciclo hidrosocial.

México comparte con los países de América Latina y el Caribe el desafío del abordaje de los complejos problemas públicos relacionados con la disponibilidad y calidad del agua desde un contexto institucional y social que demanda el desarrollo de nuevas formas de colaboración entre el binomio academia - gobierno.

Estas nuevas formas de colaboración implican un equilibrio entre sensibilidad social, nuevos mecanismos para promover el diálogo inclusivo de doble vía y una actividad científica robusta en sus métodos y resultados que habilite el liderazgo facilitador de actores públicos y sociales hacia la incidencia en la mejora de la SH en la región.

## Referencias

- Ansell, C. y Gash, A. (2008). Collaborative Governance in Theory and Practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(4), 543–571. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum032>
- Comisión Nacional del Agua - Gerencia de Calidad del Agua. (2020). *Estado trófico de los principales cuerpos de agua en México, 2012 - 2020*.
- Ley de Aguas Nacionales (LAN), (2020). <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan.htm>
- Emerson, K., Nabatchi, T. y Balogh, S. (2012). An Integrative Framework for Collaborative Governance. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 22(1), 1–29. <https://doi.org/10.1093/jopart/mur011>
- Gieseke, T. M. (2020). *Collaborative Environmental Governance Frameworks. A Practical Guide*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Grey, D. y Sadoff, C. W. (2007). Sink or Swim? Water security for growth and development. *Water Policy*, 9 (6), 545–571. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.021>
- INEGI, INE y CONAGUA. (2007). *Cuencas hidrográficas de México*.
- Mason, N. y Calow, R. (2012). *Water security: from abstract concept to meaningful metrics. An initial overview of options*. Working Paper 357. Overseas Development Institute. <https://cdn.odi.org/media/documents/7865.pdf>
- OCDE. (2013). *Water security for better lives. A summary for policy makers*. Organization for Economic Co-operation and Development (OCDE). <https://www.oecd.org/env/resources/Water%20Security%20for%20Better%20Lives-%20brochure.pdf>
- Pahl-Wostl, C. (2009). A conceptual framework for analyzing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. *Global Environmental Change*, 19(3), 354–365. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001>



Comunicadora pública de la ciencia - equipo técnico de comunicación SIUCAM ([michelle.morelos04@gmail.com](mailto:michelle.morelos04@gmail.com))

## Procesos y estrategias de comunicación para un sistema de información unificado sobre cuencas y agua en México

Michelle Montserrat Morelos Cabrera  
Jaime Suaste Aguirre



Coordinador operativo del proyecto SIUCAM (CONACYT-FLACSO) ([suasteaguirre@gmail.com](mailto:suasteaguirre@gmail.com))

**E**l presente escrito describe las actividades y estrategias de comunicación de un proyecto que está en pleno desarrollo: el *Sistema de información unificado sobre agua y cuencas en México (SIUCAM)*, que inició operaciones en 2021, financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) hasta 2024, implementado por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), sede México. Este proyecto tiene por objetivo general diseñar, construir, probar y establecer un instrumento único, estandarizado, abierto y colaborativo de información sobre los sistemas de flujo atmosféricos, biosféricos y litosféricos del ciclo socio-natural del agua en las cuencas hidrológicas del país (**Figura 1**).



Figura 1. Propuesta visual de la plataforma versión 3.0. Diseño web: Nabil Pheres.

El grupo de trabajo está constituido por un equipo de investigación multi e interdisciplinario, que está comenzando a realizar actividades en cuatro zonas piloto del país: Cuenca de Río Santiago, Río Grijalva-Usumacinta, Río Mayo y Río Jamapa (Figura 2). El SIUCAM requiere de una incesante actividad de gestión y vinculación y, por tanto, una dinámica labor de acciones de comunicación que permitan generar espacios de encuentro, emitir mensajes clave, producir materiales gráficos y audiovisuales, que le den cohesión tanto a las actividades realizadas por los

equipos de manera regional, como al trabajo de coordinación general y sus espacios de negociación y gestión.

El objetivo de este artículo es hacer una revisión de las tareas que, en materia de comunicación, se han realizado en el marco del proyecto desde la planeación de las estrategias de comunicación en su fase de diagnóstico, pasando por la sistematización de sus resultados en la primera etapa de trabajo de campo y la proyección de actividades para las siguientes fases de la organización.



**Figura 2.** Zonas piloto de trabajo del *Sistema de información unificado sobre agua y cuencas en México (SIUCAM)*. Imagen: Estrella Cruz.

Debido a que el sistema convoca a participar a múltiples organizaciones que cuentan con diversos saberes y conocimientos, el trabajo y las estrategias de comunicación se realizan desde dos perspectivas.

La *Comunicación Institucional (CI)*, que es "la gestión interna y externa de la información de una organización, que afecta a un determinado público. Aporta a las personas conocimientos de la institución (servicios, productos, cultura), y se convierte en enlace entre la organización y la sociedad" (Burgueño, 2016).

Las principales herramientas para transmitir información en la CI parte del uso de espacios grupales, de plataformas electrónicas y la realización de actividades presenciales o en línea. La divulgación de actividades o información de

interés común adopta formatos interpersonales y colectivos internos.

Este tipo de comunicación se encuentra presente en las organizaciones gubernamentales y académicas que se han visitado, las cuales ponderan, en múltiples ocasiones, un flujo vertical de la información. Por esta razón la claridad de los mensajes es clave para que las personas involucradas en el proyecto conozcan los resultados y las bases teórico-metodológicas definidas durante la etapa diagnóstico, y a su vez, los asociados fueran capaces de transmitir con los demás actores la necesidad de contar con una base unificada de información (Figura 3).

Por otra parte, la *Comunicación para el Desarrollo*, que pretende establecer "un sistema de interlocutores" (Calvelo, 1990), en el que se puedan consensuar



**Figura 3.** Actores clave de la cuenca Grijalva - Usumacinta observando el material audiovisual realizado por el equipo de comunicación. Fotografía: Estrella Cruz.

decisiones y gestionar contenidos de manera conjunta para el SIUCAM con organizaciones de base. Este tipo de modelos de comunicación se distinguen de los tradicionales al dejar de ser unidireccionales (emisor - medio - receptor), y al estar “*encaminada a la autogestión del desarrollo social mediante la participación ciudadana*” (López-Jiménez, 2003).

A pesar de que el equipo en 2021 y 2022 se enfocó en la transmisión de mensajes a un nicho especializado o sensibilizado a la temática del agua, las personas que conforman el equipo de trabajo en campo ofrecieron un reconocimiento a los interlocutores que participan o están interesados en colaborar con el proyecto. Este interés se vio reflejado, por ejemplo, en la realización de un Taller de presentación del Sistema en la cuenca del Río Jamapa, durante el evento la dirección de los mensajes y la retroalimentación de los actores

permitió sentar las bases para concebir la idea de flujos horizontales y la creación de redes de comunicación que se espera fortalecer en 2023 y 2024 (Figura 4).

Ambos tipos de comunicación requieren emplear una serie de estrategias diferenciadas, sectoriales, presenciales y en línea, que permitan establecer acuerdos y convenios para que los actores se sumen al proyecto, el cual pretende conformar una plataforma que le dé espacio a todas las instancias que posean información del recurso hídrico en México y reduzca la incertidumbre de la situación del agua en el país.

Para apoyar en el trabajo de adhesión de distintos grupos al SIUCAM, el equipo técnico de comunicación trabajó desde dos áreas: la definición de discursos internos y el establecimiento de una estrategia de comunicación para facilitar el diálogo entre distintos tipos de actores y sectores.



**Figura 4.** Asistentes al Taller de presentación del Sistema Unificado de Información sobre Agua y Cuencas de México para la Cuenca del Río Jamapa, el 07 de octubre de 2022 en Huatusco, Veracruz, México. Fotografía: Estrella Cruz.

En relación con la definición de discursos internos se realizaron materiales de apoyo para la arquitectura de la información de la plataforma web en su versión 1.0 y 2.0. Una "arquitectura de la información correcta permite estructurar y etiquetar el contenido de modo que los usuarios puedan encontrar la información fácilmente" (Pheres, 2022), es decir, no sólo se requiere una plataforma técnicamente robusta con un diseño web responsivo, también es clave establecer

conceptualmente lo que se espera mostrar y encontrar en un sistema como el del SIUCAM.

En este sentido, se desarrolló un *libro de códigos* del sistema de captura de información, el cual fue construido de manera colaborativa y sienta las bases teóricas respecto a cómo y qué se debe de agregar en cada campo del formulario disponible en plataforma. Hasta finales de 2022, la biblioteca temática del SIUCAM contaba con 1 379 archivos disponibles

para su consulta, por lo que el consenso entre todas las partes involucradas en el proyecto fue clave para disminuir errores y editar, agregar o modificar el nombre de algún elemento que se muestra durante la carga de datos en el sistema.

Además, para cumplir con la tarea de proporcionar a los actores asociados al proyecto información básica sobre el SIUCAM, se estableció otra línea de trabajo, la producción audiovisual interna y externa. La realización de productos multimedia implicó un proceso de tres etapas: preproducción, producción y post-producción (**Figura 5**). Entre los videos que se realizaron se incluye *Carga de información plataforma SIUCAM para equipo interno* (<https://www.youtube.com/watch?v=eWDhGb5C1lk>).

Para producir los seis materiales audiovisuales durante 2022 se requirió el apoyo de los investigadores asociados para el establecimiento de un banco de imágenes y videos. Se recolectaron 550 materiales, los cuales están disponibles para uso interno y de las organizaciones asociadas al proyecto.

Otro de los pilares en materia de comunicación institucional fue la construcción de una identidad para la organización, es decir, el establecimiento de rasgos esenciales que distinguen al proyecto de los demás. Existen cuatro factores que determinan la identidad: "el comportamiento, su cultura corporativa, su identidad visual y su comunicación" (Mínguez, 2000). En el caso del SIUCAM, la segunda fase se enfocó en la definición



**Figura 5.** Proceso para la realización de productos multimedia del área de comunicación del SIUCAM.

de la identidad gráfica y conceptual. Una de las actividades consistió en la creación de distintos logos que tradujeran de manera gráfica algunos de los puntos claves del proyecto, así como otros materiales de comunicación para la capacitación y socialización de la plataforma, como la presentación general del proyecto (documento en *Power Point*), carteles e información general de talleres, Semblanzas del equipo de investigación 2022 y un resumen general.

Para el establecimiento de la estrategia de comunicación se realizaron materiales audiovisuales como base común para la presentación de los equipos en campo y facilitar el diálogo entre distintos actores. En los videos se mencionan los objetivos generales, los retos principales, la explicación del equipo coordinador acerca de los pilares teóricos y prácticos en los cuales se fundamenta el SIUCAM y se hace un llamado a la acción a que se integren a la iniciativa. La producción focalizada de videos e infografías se basó en las necesidades de comunicación de los equipos, un ejemplo de la implementación de esta propuesta fue con el equipo del Río Santiago. Este grupo de investigación requería ayuda para explicar la importancia de que la Universidad de Guadalajara, uno de los principales centros educativos de la región, formara parte del SIUCAM, sin embargo, no estaba claro para las autoridades receptoras en qué ayudaría su adhesión y de qué manera podrían participar.

Entre las acciones que se implementaron estuvo la creación de un video explicativo en el que se menciona el papel de las universidades y los centros de investigación en el proyecto, también se explicaba que, al publicar información en la plataforma alojada por el Conacyt, las instituciones cumplen con su obligación de transmitir a la ciudadanía los resultados de las investigaciones, muchas de ellas financiadas con dinero público. Este material audiovisual establece un precedente para que, en próximas etapas, el equipo técnico de comunicación se enfoque en la homologación de conceptos, mensajes y contenidos según el tipo de actor, institución o sector al que pertenezca.

En próximas fases del proyecto (2023-2024) se busca: construir, ejecutar y evaluar los resultados de las estrategias de comunicación, en línea y presenciales, entre instituciones y usuarios con distintos tipos de capacidad tecnológica, disponibilidad y acceso a la tecnología; posicionar al SIUCAM entre las instituciones y los usuarios como una plataforma en construcción, con un manejo de la información responsable, transparente y de interés ciudadano; transmitir mensajes para facilitar la consulta y el entendimiento de la plataforma a sectores clave y usuarios cautivos; y desarrollar materiales de comunicación digital que ayuden a sumar voluntades a colaborar y publicar información de manera constante en el SIUCAM.

El ejercicio de la planeación de las estrategias de comunicación estará determinado por la regionalización que se tiene de las zonas piloto hasta el momento. Su implementación se dividirá en el reforzamiento de los procesos iniciados en las zonas en las cuales se tiene trabajo avanzado, como el reforzamiento de mensajes clave y materiales de difusión que faciliten los acuerdos de trabajo o convenios entre organizaciones. Aunado a lo anterior, es importante fortalecer los procesos de comunicación interna del equipo de trabajo con el equipo coordinador, atendiendo las demandas de información en ambas direcciones para facilitar el avance consensuado de las acciones.

En resumen, contar con un sistema veraz, con información pública y de fácil acceso requiere de una estrategia de comunicación robusta, capaz de ayudar a mantener la plataforma del SIUCAM en el tiempo colaborativamente y actualizándose de forma colaborativa. Con base en esta experiencia sugerimos que para éste u cualquier otro proyecto se implementen estrategias de comunicación, adecuadas a contextos diversos, para contribuir a la adhesión de otras personas o colectivos en las iniciativas a favor de un uso integral del agua, e idealmente, se apropien y repliquen las propuestas de solución a otros espacios.

## Referencias

- Burgueño, J. M. (2016). *Comunicación institucional para periodistas: Manual práctico de comunicación y relaciones públicas*. UOC, S.L.
- Calvelo M. (1998). La pedagogía masiva multimedial. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 28(4), 197-205. <https://www.redalyc.org/pdf/270/27028409.pdf>
- López Jiménez, D. F., (2003). El modelo de la pirámide invertida de la comunicación para el desarrollo humano.
- Mínguez, N. (2000). Un marco conceptual para la comunicación corporativa. *Zer: Revista de estudios de comunicación = Komunikazio ikasketen aldizkaria*, (8). <https://ojs.ehu.eus/index.php/Zer/article/view/17426/15201>
- Pheres, N. (2022). *Informe final: Avances técnicos de la plataforma SIUCAM*. Conacyt, FLACSO.



**Profesor Investigador,**  
**Centro Universitario de**  
**la Costa, Universidad de**  
**Guadalajara (UdeG),**  
**México**  
 (bartolo.cruz@academicos.  
 udg.mx)

# Rendimiento hídrico en cuencas del occidente de México y su función como proveedoras de agua

Bartolo Cruz Romero  
 Jonatan Ernesto Rivera García  
 Dennis Sanchez Casanova



**Estudiante de la**  
**Maestría en Ciencias en**  
**Geofísica Universidad**  
**de Guadalajara (UdeG),**  
**México** (jonatan.  
 rivera7773@alumnos.udg.  
 mx)



**Estudiante de la**  
**Maestría en Ciencias en**  
**Geofísica, Universidad**  
**de Guadalajara (UdeG),**  
**México** (dennis.sanchez@  
 alumnos.udg.mx)



La disponibilidad y calidad del agua está siendo amenazada en varias regiones del mundo, debido al consumo excesivo por parte de la población humana, la contaminación y los impactos negativos del cambio climático sobre el territorio originando condiciones extremas que se traducirán en un incremento de lluvias torrenciales, provocando inundaciones en periodos cortos, así como periodos prolongados de escasez (Corredor *et al.*, 2012; FAO, 2009; 2020). Panorama que reduce los servicios ecosistémicos relacionados con la provisión hídrica, soporte, regulación y la calidad del agua que provienen de ecosistemas naturales como las cuencas hidrográficas, cuya función ecológica está siendo limitada por el accionar de las actividades antrópicas, tales como el emplazamiento urbano, la tala de la vegetación, el crecimiento de las actividades agrícolas y pecuarias sin planificación, así como el desvío de cauces de las cuencas que integran a estos municipios, podría provocar un futuro déficit hídrico a consecuencia de un uso y manejo inadecuado del agua; de ahí que los servicios ecosistémicos estén condicionados al mantenimiento de la integridad y la

resiliencia de los ecosistemas que los incluyen (Gómez y de Groot, 2007).

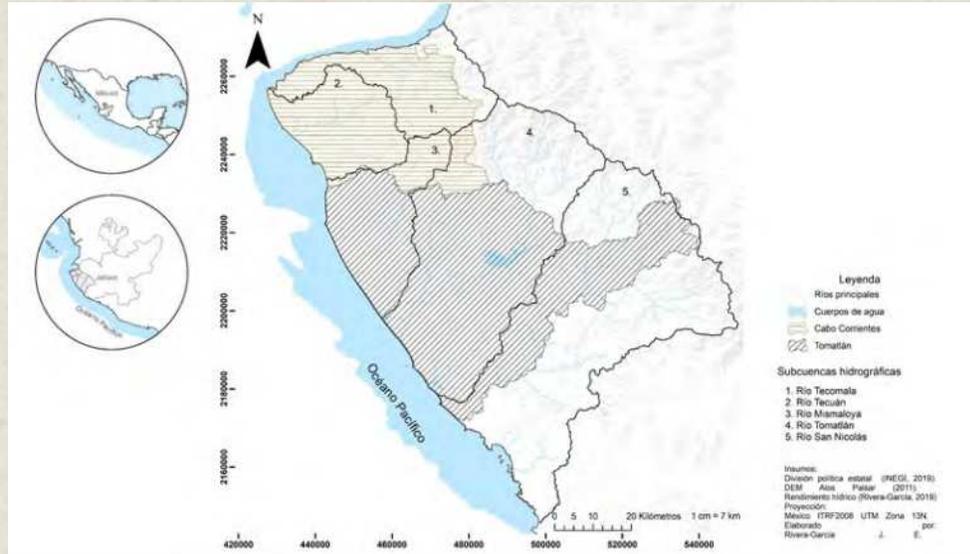
El análisis del rendimiento hídrico de las cuencas hidrográficas permite conocer el servicio ecosistémico de provisión de aguas superficiales de una determinada región o cuenca hidrológica y definir su rendimiento hídrico, información que permite proponer un reordenamiento territorial con enfoque de cuencas, encausado en la sustentabilidad y la conservación de los recursos naturales, con la finalidad de proveer y mantener las necesidades de servicios básicos como el acceso al agua.

Las cuencas costeras del occidente de México en los municipios de Cabo Corrientes y Tomatlán, Jalisco, comprenden una variedad de coberturas vegetales, que junto con las cuencas hidrográficas intervienen en la provisión de servicios ambientales como la disponibilidad de agua y, debido a la expansión urbana, turística, agrícola y pecuaria, su función ecosistémica está siendo fuertemente amenazada. Esto tiene como consecuencia la sobreexplotación del recurso hídrico, motivo por el cual la generación de información relacionada con el rendimiento hídrico de estas cuencas permite cuantificar y zonificar la provisión hídrica y proveer información que aporte al ordenamiento territorial de esta área de estudio.

El área de estudio comprende las cuencas del occidente de México correspondientes a los ríos Tecomala, Tecuán, Mismaloya, Tomatlán y San Nicolás, coordenadas

20°40'0" N y 104°40'0" W cubriendo un área de 731 843.3 ha (INEGI, 2010), que incluyen a los municipios de Cabo Corrientes (10 940 habitantes) y Tomatlán (36 316 habitantes). El paisaje de este territorio está conformado por ambientes naturales que corresponden a sistemas naturales terrestres y acuáticos con gran diversidad de tamaños y formas, que dependen de la dinámica de los sistemas hidrográficos (Cotler, 2010), presenta una topografía muy accidentada influenciada por la Sierra Madre Occidental, con alturas desde los 0 a 2 100 m s. n. m. (Viera Mejía y Michel Canchola, 2020). En la parte central de esta área se forma un valle con altitudes de hasta 600 m s. n. m. que forma parte de su litoral.

En esta región predomina el clima cálido-subhúmedo con lluvias en verano y a lo largo de la costa se registra un clima semiárido-cálido. La precipitación promedio anual corresponde a rangos de 600 a 1 800 mm, en las zonas bajas de las cuencas se registran valores de 600 a 1 200 mm. En las partes medias del territorio se tienen valores de 1 200 hasta 1 800 mm en promedio anual (Cuervo Robayo *et al.*, 2014; Viera Mejía y Michel Canchola, 2020). El tipo de suelo dominante es Regosol (411 017.8 ha) y en menor cobertura Arenosol (2 094.7 ha) (INEGI, 2014). Los tipos de vegetación corresponden a selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia en la parte occidental y en la parte oriental en su área montañosa se



**Figura 1.** Cuencas del occidente de México, municipios de Cabo Corrientes y Tomatlán, Jalisco.

encuentran bosques mixtos de pino-encino (Viera Mejía y Michel Canchola, 2020).

Se cuantificó y zonificó el rendimiento hídrico de un sistema de cuencas del occidente de México en los municipios de Cabo Corrientes y Tomatlán, Jalisco, con base en la contribución relativa al agua para cada uno de los componentes que integran el paisaje. Se utilizó la metodología propuesta por el modelo *InVest del Proyecto Natural Capital Project* (<https://naturalcapitalproject.stanford.edu/>) y el componente que determina el contenido hídrico para cada pixel, mediante la aplicación del balance hídrico, sin diferenciar la profundidad del suelo, promediando los valores a nivel de subcuenca del módulo informático *Water Yield*.

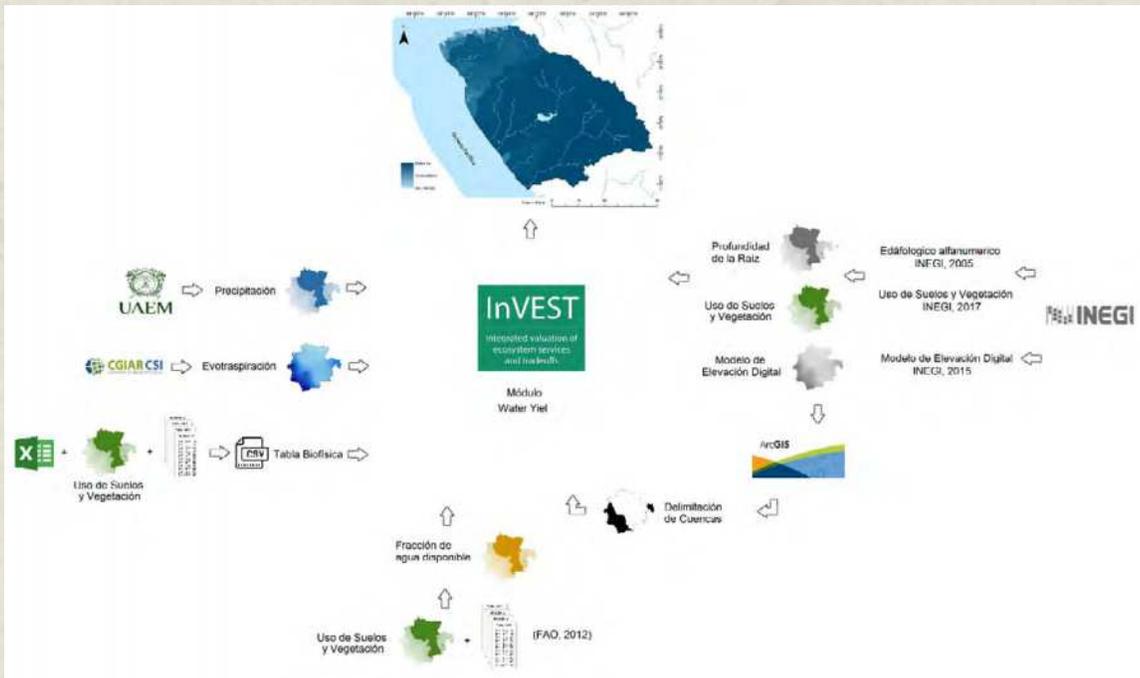
La delimitación de la red hidrográfica se realizó mediante las herramientas

de *Hydrology* en *ArcGis* y un modelo de elevación digital obtenido a través del portal web del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); para la evapotranspiración potencial se utilizó la información proporcionada por el portal web de CGIAR y los datos obtenidos fueron procesados bajo un entorno SIG; para la precipitación se elaboró una serie de mapas de promedios mensuales para la serie (1919-2009) proporcionados por la Universidad Autónoma del Estado de México; la profundidad del suelo fue calculada a partir del procesamiento de la geodatabase obtenida de INEGI; para el mapa de la disponibilidad de agua en la vegetación se hizo uso de las tablas proporcionadas por la FAO con una serie de valores predeterminados para la constante  $K_c$ , misma que expresa la cantidad

de agua que evapora cierto cultivo según su posición geográfica, valores que fueron sustituidos en el mapa de uso de suelos y vegetación de la serie VI de INEGI, que fue dividido por la profundidad del suelo para obtener la fracción requerida; para el caso del mapa de uso de suelos y vegetación y la tabla biofísica se reclasificó el mapa proporcionado por INEGI, mismo que se elaboró con la tabla biofísica (**Figura 2**); finalmente se procedió a calcular el rendimiento hídrico en el módulo antes mencionado, es decir, estimar la cantidad de agua producida por las cuencas y definir así la zonificación y variabilidad del rendimiento hídrico de cada cuenca analizada.

Los resultados generados por el modelo se muestran en la **Figura 3** y fueron organizados en cinco categorías de Muy Alto a Muy Bajo, reclasificándose en tres categorías.

*Muy Alto y Alto.* Categorías correspondientes a cuencas estables, ya que la precipitación es suficiente como para cumplir con la demanda hídrica, representadas con los tonos azul oscuro. Cuencas como la del río Tecomala y río Tecuán se encuentran dentro de esta categoría, obteniendo los valores más altos de rendimiento hídrico con una captación entre 600 a más de 1 200 mm anuales localizadas en el municipio de Cabo Corrientes.

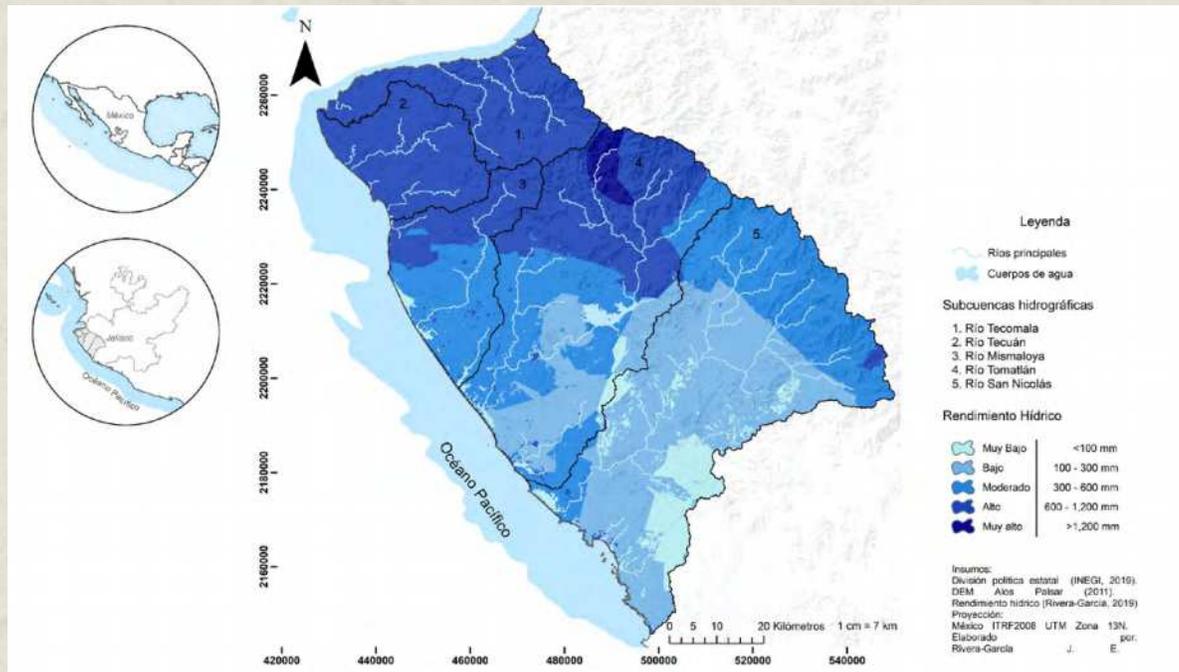


**Figura 2.** Procedimientos aplicados en el tratamiento de los insumos para el módulo *Water Yield* de InVEST para el primero de sus componentes.

*Moderado.* Consideradas como cuencas vulnerables, donde los requerimientos hídricos exceden a los producidos en ciertos periodos del año; lo que significa un estrés hídrico en la temporada seca y exceso del recurso en la temporada húmeda, propiciando la ocurrencia de inundaciones y deslizamientos de laderas, significando un peligro para la población y los elementos naturales; representadas con tonos azul medio. Las cuencas del río Mismaloya y río Tomatlán con rendimientos que oscilan entre los 300 a 600 mm anuales pertenecen a esta categoría.

*Muy Bajo y Bajo.* Corresponden a las cuencas con déficit hídrico y presentan

algún tipo de estrés donde la demanda ya excede por mucho a la producción, significando un rezago social para los habitantes de la zona; además, las comunidades vegetales y animales también podrían verse afectadas puesto que el déficit hídrico altera sus ciclos de vida poniendo en peligro sus poblaciones y propiciando el declive de la biodiversidad (UNESCO, 2019); representadas en tonos azul claro son las cuencas que registran valores de 0 a 300 mm anuales en su rendimiento hídrico, Las cuencas como la del río San Nicolás presentan esta categoría ubicada en la zona costera del municipio de Tomatlán.



**Figura 3.** Valores de rendimiento hídrico en cuencas del occidente de México.

Esta información es un aporte al ordenamiento territorial que abre nuevas pautas de investigación hidrológica en relación con las tendencias del cambio climático, el emplazamiento urbano, la agroindustria y los volúmenes de consumo, así como un llamado de atención a los tomadores de decisiones encargados de preservar el recurso hídrico para enfocar esfuerzos en la conservación de estas áreas y evitar el deterioro de sus servicios ecosistémicos con el objetivo de mejorar el bienestar social y la calidad ambiental promoviendo al desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad.

## Referencias

- Corredor Camargo, E. S., Fonseca Carreño, J. A. y Páez Barón, E. M. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3(1), 77-83. <https://doi.org/10.22490/21456453.936>
- Cotler, H. (2010). *Las cuencas hidrográficas de México, diagnóstico y priorización*. Pluralia Ediciones e Impresiones S.A. de C.V. <https://agua.org.mx/biblioteca/las-cuencas-hidrograficas-de-mexico-diagnostico-y-priorizacion/>
- Cuervo Robayo, A. P., Téllez Valdés, O., Gómez Albores, M. A., Venegas Barrera, C. S., Manjarrez, J. y Martínez Meyer, E. (2014). *Precipitación anual en México (1910-2009), escala: 1:1000000. modificado por CONABIO (2015)*. México, D. F. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/preanu13gw.html>
- FAO. (2009). Los bosques y el agua. *Estudio FAO Montes 155*. <http://www.fao.org/3/i0410s/i0410s01.pdf>
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF (2020). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020. Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables*. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9692es>
- INEGI. (2010). *Red hidrográfica, subcuencas hidrográficas de México, escala: 1:50000*. Edición: 2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Ags., México. [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidrosiatl/#app=86ae&4b36-selectedIndex=0&6fa8](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidrosiatl/#app=86ae&4b36-selectedIndex=0&6fa8)
- INEGI. (2014). *Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional)*. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825235673>
- Gómez-Baggethun, E., y de Groot, R. (2008). Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas*, 16(3), 4-14. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/88>
- UNESCO. (2021). Biodiversidad: Restaurar nuestro vínculo con los seres vivos. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377986\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377986_spa)
- Viera Mejía, D. A. y Michel Canchola, J. E. (2020). Descripción geográfica de la Costa de Jalisco (1.ª ed.). En J. C. Morales Hernández y B. Cruz Romero, B. (Coords.). Caracterización de la Costa de Jalisco: Relación con la variabilidad climática, cambio de uso de suelo y aspectos socioeconómicos (pp. 1-23). Grupo editorial: Universidad de Guadalajara - Publicado en asociación con: Centro Universitario de la Costa (CUCosta). <https://editorial.udg.mx/gpd-caracterizacion-de-la-costa-de-jalisco-9786079868956.html>



**Directora de  
CEIBAS A.C.,  
México** (*ramosbcs@  
gmail.com*)



**Profesor  
investigador,  
Universidad  
Michoacana de  
San Nicolás de  
Hidalgo, México**  
(*pmunguiaricardo@  
gmail.com*)

## Intercambio de saberes para el monitoreo comunitario de macroinvertebrados acuáticos

Claudia Saray Ramos Barrios



**Consultora  
independiente,  
México** (*itgay94@  
gmail.com*)



**Coordinador de  
Gobernanza y  
Agua, WWF, México**  
(*igonzaalez@wfmex.  
org*)

**Itzel Gaytán Velasco  
Raúl Francisco Pineda López  
Ricardo Miguel Pérez Munguía  
Ignacio Daniel González Mora**



**Profesor  
investigador,  
Director del Centro  
de Capacitación  
en Cuencas  
A.C., México**  
(*rufuspinedal@gmail.  
com*)

Los métodos para la medición de la calidad e integridad de los ambientes acuáticos son muy diversos y se encuentran basados en tres saberes particulares o áreas de conocimiento: calidad física, química y biológica del medio (Pérez-Munguía *et al.*, 2020). Estos aspectos se interrelacionan entre sí, por lo que cualquier alteración dentro y fuera del sistema puede provocar la disminución de la heterogeneidad ambiental, lo que se manifiesta en una pérdida de la diversidad biológica (Barbour *et al.*, 1999). La urgente necesidad de monitorear nuestros ecosistemas acuáticos hace imperante el desarrollo de modelos científicamente válidos y de fácil acceso a la sociedad civil que permitan intensificar su vigilancia, pero considerando que el ser humano y sus acciones son parte de los ecosistemas (Pérez-Munguía *et al.*, 2020).

Los macroinvertebrados acuáticos (MA) – organismos que viven en los ríos y lagos, perceptibles a simple vista - como bioindicadores de la calidad del agua son una de las formas de evaluar las condiciones naturales de los cuerpos de agua, reflejan la calidad e integridad de los ecosistemas acuáticos

y son de fácil recolección e identificación a nivel de familia taxonómica (Prat *et al.*, 2009; Roldán, 1973; Roldán-Pérez, 2016). Durante los procesos de contaminación, la respuesta de esta fauna comienza con la disminución en las poblaciones de algunas especies y el aumento de otras, como resultado del rango de tolerancia que cada una tiene (de la Lanza y Hernández, 2014).

El uso de MA como indicadores de calidad de agua no es una aproximación novedosa ya que se inició hace más de 100 años en Europa (Springer, 2010). Por la rapidez y sencillez de su aplicación y su bajo costo, ha adquirido relevancia y aceptación a nivel mundial. Así, en Estados Unidos y Canadá se realiza el monitoreo biológico de calidad de agua por ciudadanos voluntarios, y se han llevado a cabo estudios que reconocen la validez los datos obtenidos ya que los voluntarios entrenados proporcionan información de alta calidad (de la Lanza y Hernández, 2000).

Debido a esa simplicidad relativa del monitoreo con MA se han desarrollado proyectos en diversos países como Costa Rica, Perú, Colombia y El Salvador con la participación de comunidades locales y voluntarios (Ramos-Barrios, 2014). Un caso exitoso es la experiencia de Costa Rica, donde el uso de estos bioindicadores ha sido reconocido y validado con base en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales (Decreto Ejecutivo n.o 33903-MINAE-S, 2007), el cual ha permitido su uso como elementos probatorios en casos de denuncias penales

por contaminación acuática (Springer, 2010).

En México, se cuenta con experiencias valiosas como la de Global Water Watch México, A. C., que a partir de 2005 inició sus actividades con la finalidad de obtener información sobre los recursos hídricos, promoviendo la participación ciudadana, su capacitación y certificación para el monitoreo de la calidad del agua, haciendo uso de parámetros biológicos, y principalmente físicos y químicos (Flores-Díaz *et al.*, 2013).

En cuanto al monitoreo participativo de calidad de agua usando MA puede mencionarse un trabajo realizado por el Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cuyo objetivo fue implementar un método biológico para el monitoreo comunitario en la parte alta del río Cuitzmala-Jalisco. Durante estos trabajos se capacitó a dos sectores de la sociedad: adultos y estudiantes, aplicando el índice biológico EPT (Efemeroptera, Plecoptera y Tricoptera). Dentro de las conclusiones preliminares se determinó que la valoración biológica de la calidad del río realizada por los dos grupos sociales fue muy similar a la realizada de forma profesional (Jiménez *et al.*, 2013).

En este artículo se presentan dos experiencias de monitoreo comunitario participativo de MA, uno en la comunidad de Escanelilla, municipio de Pinal de Amoles, estado de Querétaro, en la subcuenca del Río Santa María Bajo y microcuenca Pinal-Presa

Jalpan, en el centro de México; y otro en la comunidad de San Miguel Suchixtepec, municipio del mismo nombre, estado de Oaxaca, subcuenca Copalita y microcuenca La Venta, en el sur de México. En el primer caso se trabajó en el río Escanela (**Figura 1**) y en el segundo, aún en desarrollo, en el Arroyo Guajolote (**Figura 2**).



**Figura 1.** Trabajo de campo en Escanelilla, río Escanela. Fotografía: Claudia Ramos.



**Figura 2.** Trabajo de campo en San Miguel Suchixtepec, arroyo Guajolote. Fotografía: Itzel Gaytán.

Para los trabajos en la comunidad de Escanelilla se integró un equipo de trabajo multidisciplinario con expertos en el biomonitoreo; se llevaron a cabo talleres

informativos y de capacitación, y se formó el equipo de monitores comunitarios; se discutieron y estandarizaron los procedimientos técnicos, considerando sobre todo las experiencias de Costa Rica y El Salvador, en términos de la duración y esfuerzo de los muestreos; se trabajó en la elaboración de una guía de identificación de los organismos, así como la adaptación del índice BMWP para la microcuenca; se realizó la investigación y análisis jurídicos de la legislación nacional e internacional, así como el estudio de experiencias previas en otros países, para la fundamentación y definición del marco legal de la propuesta de la norma (Ramos-Barríos, 2014).

El grupo monitor se formó por nueve mujeres amas de casa, así como por jóvenes y niños entre 7 y 16 años, a diferencia de otros trabajos de monitoreo participativo consultados que se realizaron con grupos de jóvenes y estudiantes. Durante el desarrollo de las capacitaciones se intercambiaron experiencias con otros facilitadores de Latinoamérica, y no se tuvo conocimiento de otro grupo de monitoreo conformado principalmente por amas de casa como en este proyecto (Ramos-Barríos, 2014). Este es un valor importante porque se incorporaron los saberes locales considerando la perspectiva de las mujeres.

El grupo de monitoreo mostró una amplia capacidad para la implementación de la metodología y de la guía respectiva, logrando identificar un total de 50 familias de MA (**Figura 3**). Este proyecto permitió comprobar la posibilidad de la

implementación de esta metodología para la generación de información sobre la calidad del agua no solo para la microcuenca, sino para todo el país, y la reproducibilidad y confianza de los resultados obtenidos por monitores comunitarios capacitados.



**Figura 3.** Identificación de MA por mujeres monitoras comunitarias de Escanelilla. Fotografía: Claudia Ramos.

El acceso a agua de calidad constituye un problema real que precisa de atención inmediata a este recurso de suma importancia para la salud humana, la producción de alimentos, el mantenimiento de la biodiversidad en los diversos ecosistemas, así como para la estabilidad política y social (Carabias y Landa, 2005).

Considerando que la degradación ambiental viola los derechos humanos y que a su vez ésta es el resultado no sólo de fenómenos naturales sino también de las acciones humanas, es preciso la construcción de un saber jurídico ambiental que fundamente la actuación no exclusivamente de los gobiernos. Es necesario

el involucramiento de la sociedad civil y todos aquellos actores que influyen en el desarrollo de estándares para los derechos humanos, sobre todo de los derechos ambientales (Carmona, 2010).

Con base en los trabajos en Escanelilla, se elaboró una propuesta de norma mexicana como una herramienta jurídica para uso de las comunidades en la toma de decisiones, así como en la procuración de justicia; en este sentido, es un producto único en México. Actualmente, no existe norma mexicana que regule el monitoreo participativo, pero para tener la validez jurídica requerida, la opción más viable hasta ahora es la certificación por parte de un notario público, lo cual representa un gasto considerable que no ha podido sufragarse.

Por otra parte, el análisis de la complejidad de la subcuenca del río Copalita requiere utilizar un híbrido de tres aproximaciones conceptuales que fundamentan saberes: 1. El *Sistema Humano-Medio Ambiente*; 2. el *Sistema Socioecológico*; y 3. el *Análisis de Integridad de Cuencas*, como lo plantean Pineda-López *et al.* (2020). En este último, es fundamental el monitoreo de MA y su evaluación a través del Índice de integridad biótica basado en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos (IIBAMA) (Pérez-Munguía y Pineda-López, 2005; Gaytán-Velasco, 2021).

En este caso, se realizaron los estudios previos para conocer la integridad ecológica de la subcuenca (Gaytán-Velasco, 2021); se hicieron reuniones informativas y talleres de sensibilización en San Miguel

Suchixtepec con cinco empresas comunitarias de conservación (emprendimientos productivos con prácticas agroecológicas) unidas bajo el nombre de Alianza Suchixtepec; se formó el equipo de monitores tomando como base el grupo de promotores comunitarios juveniles de esta alianza; se discutieron y aprobaron los alcances y compromisos del proyecto de monitoreo, y se trabajó en la elaboración de una guía de identificación de los organismos en la zona de estudio. Posteriormente, se estableció un programa de seis sesiones teórico-prácticas con duración de 40 horas para la primera fase de capacitación en MA y se sumó la calidad ambiental visual y la caracterización geomorfológica de los cauces como dos temas (saberes específicos) que contribuirán al sistema de monitoreo socioecosistémico (**Figura 4**). En la microcuenca La Venta se utiliza el IIBAMA para la evaluación de los organismos. Este índice fue desarrollado para ríos vadeables de México por [Pérez-Munguía y Pineda-López \(2005\)](#) y su uso en más de 80 sitios en distintas cuencas en el país, permite explicar hasta el 73.5 % de la variación de la integridad biótica con base en la valoración de la calidad ambiental visual. Además, se ha observado que el IIBAMA también es sensible para detectar baja calidad del agua e impactos que afectan directamente al caudal.

Se capacitó a 29 personas, niños, jóvenes y adultos, de origen zapoteco, quienes compartieran los nombres de los organismos en su lengua materna, así como experiencias e historias que conocen sobre los MA de su microcuenca. Para



**Figura 4.** Identificación de MA del arroyo Guajolote. Fotografía: Itzel Gaytán.

este grupo fue importante realizar actividades lúdicas para reconocer los organismos y características más evidentes de las 76 familias de MA recolectadas, de tal manera que se elaboraron juegos de lotería y memoria para utilizarlos en cada sesión y hacer pequeños concursos entre los participantes. Intercambiar saberes fue más provechoso para los asesores técnicos y los participantes, dado que este tipo de actividades fueron bien recibidas en la comunidad y apoyadas por los maestros de la Secundaria Técnica 131 y el Plantel 99 del Instituto de Estudios de Bachillerato del Estado de Oaxaca (IEBO). Asimismo, se fomentó la adquisición de capacidades y habilidades del pensamiento crítico, como saber conceptual pedagógico, tal como lo mostró [Robledo-Beltrán \(2021\)](#).

**El intercambio de saberes para hacer realidad el monitoreo comunitario participativo de MA es fundamental y debe**

invertirse el tiempo y energía que las comunidades permitan, desde su propio entendimiento, para que se mantenga como un ejercicio de voluntad propia, de creación de sinergias y de contribución legítima a la toma de decisiones en la gestión de sus ríos y cuencas, con la finalidad de recuperar o conservar la calidad del ambiente para su bienestar.

Existen retos que muchos procesos similares comparten y deben buscarse soluciones novedosas: la participación no remunerada en asuntos de interés colectivo, la vinculación de académicos que aborden problemas sociales concretos, la continuidad de esfuerzos para pasar por un proceso de largo plazo y la transformación hacia nuevas formas de tejido social (Flores-Díaz *et al.*, 2013), que tengan el agua como eje de armonización y la cuenca como el espacio de interrelación.

Los saberes conceptuales (aproximaciones conceptuales), los saberes específicos (áreas de conocimiento) y sus métodos, los saberes pertinentes o contextuales (aspectos socioculturales locales) y los saberes jurídicos (la normatividad), han interactuado de manera diferencial, por el tiempo de desarrollo de sus propios procesos, en Escanelilla y en San Miguel Suchixtepec. El primer proceso ha sentado bases muy importantes que ahora inspiran y apoyan el desarrollo en San Miguel. El crecimiento del equipo técnico y los trabajos de investigación recientes están apoyando para que en esta comunidad oaxaqueña se sienten las bases de un sistema de monitoreo socioecosistémico tal como fue discutido en el proyecto *Observatorio*

*Nacional para la Sustentabilidad Socioecológica* (ONSSES) (Pineda-López *et al.*, 2020), y generar más evidencias y experiencia para hacer posible una norma mexicana para el monitoreo de MA en México.

Finalmente, el trabajo en red con otros actores facilitará conocer y asimilar los saberes institucionales que permitan garantizar el ejercicio pleno de los derechos humanos relacionados con el ambiente sano y al agua. Asimismo, la consolidación de redes entre las comunidades a lo largo de los ríos es fundamental para que estos procesos integren el necesario enfoque de cuenca que permita una gestión adecuada y sustentable del agua en beneficio de los habitantes.

### Agradecimientos

Se agradece al Programa de Conservación para el Desarrollo Sustentable (PROCOCODES), de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de México, por el financiamiento recibido para el proyecto Saneamiento de Ecosistemas (Saneamiento y Monitoreo Comunitario de Calidad de Agua con Macroinvertebrados del Río Escanela), así como a la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P., quien apoya el proyecto Asignación de agua al ambiente para fomentar la seguridad hídrica de México. Etapa 4, para las actividades en la cuenca del río Copalita, Oaxaca

### Referencias

- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., y Stribling, J. B. (1999). *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic macroinvertebrates and Fish*. (2nd ed.). US Environmental Protection Agency.

- Carabias, J. y Land, a R. (2005). *Agua, Medio Ambiente y Sociedad. Hacia la Gestión Integral de los Recursos Hídricos en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, El Colegio de México, Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Carmona, C. (2010). Derechos Humanos y Medio Ambiente. En J. Carmona y L. Hori. (Eds.) *Derechos Humanos y Medio Ambiente*, (pp. 1-34). Universidad Nacional Autónoma de México. <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/libro.htm?l=2759>
- de la Lanza, G. y Hernández, S. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. Plaza y Valdés.
- de la Lanza, G. y Hernández, S. (2014). Organismos acuáticos como indicadores de cambios ambientales: características, elección, interpretación, monitoreo. Ventajas y desventajas. En C. A. González, A. Vallarino, J. C. Pérez y A. Low. (Eds.). *Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental*, (pp. 41-64). ECOSUR, INECC.
- Decreto Ejecutivo n.º 33903-MINAE-S. Diario Oficial La Gaceta n.º 178, Costa Rica, 17 de setiembre del 2007. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=61013&nValor3=69088&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=61013&nValor3=69088&strTipM=TC)
- Flores-Díaz, A., Ramos-Escobedo, M. Ruiz-Córdova, S., Manson, R., Aranda, E. y Deutsch, W. (2013). Monitoreo comunitario del agua: retos y aprendizaje desde la perspectiva de Global Water Watch-México. *Memorias III Congreso Nacional de Cuencas Hidrológicas 2013*. Morelia, Michoacán, México. [https://www.remexcu.org/documentos/cnmch/III-CNMCH-2013\\_memoria.pdf](https://www.remexcu.org/documentos/cnmch/III-CNMCH-2013_memoria.pdf)
- Gaytán-Velasco, I. (2021). *Integridad ecológica de la subcuenca Río Copalita RH21Ba - Costa de Oaxaca, Río Copalita y Otros*. [Tesis de maestría no publicada]. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- Jiménez O., Maass, M., y Mathuriau C. (2013). Monitoreo participativo de la calidad de los recursos acuáticos en la cuenca alta del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Memorias del II Congreso Latinoamericano de Macroinvertebrados de Agua Dulce en Querétaro, Qro*. CIE-UNAM.
- Pérez-Munguía, R. M. y Pineda-López, R. (2005). Diseño de un Índice de Integridad Biótica, para ríos y arroyos del Centro de México, usando las asociaciones de macroinvertebrados. *Entomología mexicana*, 4, 241-245.
- Pérez-Munguía, R., Molina-León, I., Zárate-Miguel, S., Ramírez-Hernández, A., Gutiérrez-Gutiérrez, G., Valian-Abad, G., Lozano-Trejo, S., Pineda-López, R. y González-Mora, I. (2020). Macroinvertebrados acuáticos en la valoración de la calidad del ambiente acuático en cauces vadeables de la cuenca del río Copalita, Oaxaca. *Entomología mexicana*, 7, 334-341.
- Pineda-López, R., González-Mora, I., Pérez Munguía, R., Pérez Vives, E., Ochoa, M., Palma, D., Lozano, S. y Molina, I. (2020). Propuesta para el monitoreo socioecosistémico en la cuenca del Copalita. *Revista Nthe*, 34, 28-36.
- Prat, N., B. Ríos-Touma, R. Acosta y M. Rieradevall. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En E. Domínguez y H. R. Fernández. (Eds.) *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos*. San Miguel de Tucumán: Fundación Miguel Lillo.
- Ramos-Barrios, C. (2014). *Propuesta de norma para el monitoreo participativo de calidad de agua en ríos usando macroinvertebrados acuáticos*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Robledo-Beltrán, T. (2021). Fomentar habilidades del pensamiento crítico: enseñanza de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/16625>
- Roldán, G. (1973). Efectos de la contaminación industrial y doméstica sobre la fauna béntica del río Medellín. *Actualidades Biológicas*, 2(5), 54-64. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.330730>
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista Académica de Colombia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 4(155), 254-274. <https://doi.org/10.18257/raccefy.n.335>
- Springer, M. (2010). Capítulo 3: Biomonitoreo acuático. *Revista Biología Tropical*, 58(4), 53-59. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20082/20284>



Docente en la  
Universidad Autónoma  
de Chiapas, México  
([maria.cancino@unach.mx](mailto:maria.cancino@unach.mx))

## La cuenca Río Grande Lagunas de Montebello y el acceso al agua para las mujeres en la región Meseta Comiteca Tojolabal, Chiapas, México

..... || **María del Socorro Cancino Córdova** .....

 El presente escrito tiene como objetivo abordar la problemática que se presenta en la cuenca Río Grande Lagunas de Montebello, se identifican elementos importantes: 1) el acceso al agua para las mujeres, y 2) la contaminación de la cuenca por agroquímicos y residuos orgánicos.

La cuenca pertenece a la región hidrológica administrativa XI Frontera Sur, se ubica en la región Meseta Comiteca Tojolabal, integrada por los municipios de Comitán de Domínguez, La Independencia, Las Margaritas, Las Rosas, La Trinitaria, Tzimol y Maravilla Tenejapa, en el Estado fronterizo de Chiapas (García, 2010). En territorio de la cuenca se fundaron pueblos que desarrollaron una cultura en relación estrecha con las condiciones del suelo y la presencia del agua, es una región histórica y económicamente vinculada con la producción de maíz y frijol para autoconsumo y la venta local y regional. El cultivo de milpa es temporal, con una cosecha al año. El ciclo de siembra está en proceso de cambio debido a la incertidumbre en que viven los campesinos al experimentar alteraciones en el ciclo de la lluvia como efecto del cambio climático; anteriormente

los campesinos sembraban con las primeras lluvias del mes de mayo, prolongándose hasta el 29 de junio, actualmente es irregular, hay prolongados períodos de sequía que ocasionan incertidumbre en el ciclo agrícola, las escasas cosechas acumuladas año tras año llevan a la dependencia alimentaria y al empobrecimiento de la población (Cancino, 2016).

En relación con la actividad productiva y los usos del agua por género, los hombres la utilizan para alimentar el ganado y para fumigar, mientras que las mujeres la utilizan en el trabajo doméstico, en beneficio de toda su familia, y para la preparación de alimentos para la venta de productos elaborados a base de maíz. Los ejidos, colonias y rancherías, que son alimentadas por la cuenca, comparten la misma problemática relacionada con el desabasto del recurso hídrico. Las mujeres dedican gran parte de su tiempo a recolectar, tratar, reutilizar y ahorrar el agua que necesitan para realizar el trabajo cotidiano (Gutiérrez-Villalpando *et al.*, 2013).

La problemática que se aborda es sobre el acceso desigual de las mujeres al vital líquido, el aprovechamiento y reutilización del agua, y la manera como han desarrollado conocimientos, prácticas y diferentes estrategias para cultivar hortalizas, frutales, plantas de ornato y medicinales, sin tener agua para riego. Como campesinas han demostrado a través del tiempo su eficiencia, y compromiso para cumplir con su rol de proveedoras (actividad productiva) a pesar de las limitantes

en el acceso al vital líquido, lo que hace que el de tema género-agua-poder se perciba con mayor claridad por la distribución preferencial del agua: a veces se da acceso o se niegan los recursos, por su importancia vital lo colocan como eje central para el acceso y efectividad de otros derechos como: la salud, la alimentación, el trabajo, los ingresos y las condiciones para una vida digna (Padilla, 2012).

Las mujeres que viven en la cuenca, y que no tienen acceso al agua para uso agrícola, dependen para su sobrevivencia de la producción de los huertos en el solar y de la elaboración de alimentos a base de maíz, que destinan a la comercialización. Con el producto de su trabajo las mujeres aportan a su familia en especie y en dinero; en especie aportan alimentos, diferentes a maíz y frijoles, así como las plantas medicinales para aliviar enfermedades frecuentes como diarreas y gripa, y con la venta de la cosecha, ellas obtienen dinero para el sustento diario, ambos elementos llevan a plantear la relación desarrollo-agua-producción-pobreza (Anastacio Martínez *et al.*, 2014; Cancino, 2016) Como es de suponerse, si las mujeres no tienen agua para regar, no hay producción para consumo y para vender, lo que repercute en menores ingresos y puede generar desnutrición, pobreza, migración, e inequidad de género.

De lo anterior nos planteamos algunas preguntas, por ejemplo, ¿Cómo hacer para que las mujeres habitantes de la cuenca tengan acceso al agua sin restricciones?

¿Por qué si las mujeres son fuertes, trabajadoras y luchadoras no se han revelado ante la decisión de que no pueden regar los cultivos? ¿A quién favorece que las mujeres no dispongan de agua para uso agrícola?

En el caso que nos ocupa, las mujeres disponen del vital líquido para uso humano y doméstico, la restricción es para el riego de los cultivos en el solar. Dicha limitante está determinada aparentemente por el ejercicio del poder masculino, ya que los hombres por ser la mayoría en asamblea acordaron que las mujeres no deben regar, el concepto que prevalece entre ellos es que *el agua es un bien escaso* y que si la utilizan para riego la laguna se va a secar y por lo tanto el agua se va a acabar, desde esta perspectiva una forma de cuidarla es limitando el uso agrícola para las mujeres (Cancino, 2016).

La carencia de agua en la cuenca tiene diferentes causas entre ellas: la inequidad de género; los cambios en el período de la lluvia; la falta de gestión del recurso hídrico; la disponibilidad; la desigualdad social y estructural en la relación de la comunidad, donde se localiza la Laguna Juznajib, origen de la cuenca y fuente de abasto, con el Estado, que no

proporciona los servicios adecuados por lo que las localidades que no cuentan con fuentes de agua; y la tala inmoderada en todo el territorio de la cuenca.

La cuenca río Grande Lagunas de Montebello presenta contaminación en la parte baja, donde desembocan las lagunas de Montebello, decretadas parque nacional el 26 de noviembre de 1959, con una superficie de 6 500 hectáreas (Instituto Municipal de Planeación [IMPLAN] Comitán, 2013).

El territorio de la cuenca Lagunas de Montebello es compartido por cuatro municipios, donde se ubican 169 localidades, 59 de las cuales pertenecen al municipio de Comitán de Domínguez, 67 a La Trinitaria, 35 a La Independencia, seis a Las Margaritas y una pertenece a Guatemala. Corresponde a una de las tres subcuencas que constituyen la cuenca transfronteriza conocida del lado guatemalteco como cuenca Pojom y en México como Lagunas de Montebello (Melo y Cervantes, 1986). Tiene una superficie de 75 975 082 hectáreas, de las cuales 30 419.59 están contaminadas. La superficie total y la de agua contaminada por municipio se presenta en el **Cuadro 1**.

**Cuadro 1.** Superficie total de la cuenca y superficie contaminada por Municipio en la cuenca Lagunas de Montebello.

Municipio	Superficie total en la cuenca	%	Superficie contaminada	%
Comitán	25 372.260	33.9	7 531.53	24.76
La Independencia	25 852.250	33.3	11 991.60	39.42
La Trinitaria	22 290.268	29.3	10 280.00	33.80
Las Margaritas	2 460.304	3.5	616.46	2.02

Fuente: Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) Comitán (2013), tarjeta informativa de trabajo.

Cuatro de los municipios que integran la Meseta Comiteca se ubican dentro de la cuenca y tienen territorio contaminado, algunos más que otros. Como se puede observar en el **Cuadro 1**, el más afectado es el municipio de La Independencia, debido al incremento de parcelas dedicadas a la producción de jitomate y por el uso desmedido de agroquímicos; el menos contaminado es el municipio de Las Margaritas, el tamaño del territorio es menor y la población continúa con el cultivo de maíz y frijol de temporada de manera tradicional (roza-tumba-quema). El municipio de Comitán es el que tiene mayor porcentaje de población dentro de la cuenca, según datos del (INEGI, 2020) Comitán tenía 166 178 habitantes, comprende la cabecera municipal, principal centro de comercio de la región; aporta a la cuenca aguas negras sin tratar

debido a que la laguna de oxidación aerobia no funciona, el problema principal es el tamaño de la laguna, es una excavación poco profunda que en temporada de lluvias se llena fácilmente, desbordándose las aguas negras a las áreas de cultivo, ríos y arroyos.

El informe elaborado por la Comisión Federal de Electricidad reporta que la contaminación de la laguna se debe a varios factores entre los que se menciona: desequilibrio natural por aportes excesivos de materia orgánica, más la presencia de organismos unicelulares y algas microscópicas provenientes de aguas residuales sin tratar; la deforestación provoca erosión e incrementa la carga de sedimentos y aportes excesivos de fertilizantes, agroquímicos y plaguicidas (Instituto Municipal de Planeación [IMPLAN] Comitán, 2013).



**Figura 2.** Contaminación de la Laguna La Encantada. Fotografía: Archivo del Instituto Municipal de Planeación de Comitán (IMPLAN) Comitán.

Además de vivir y compartir el territorio de la cuenca, la población tiene en común las condiciones de pobreza, la ocupación, los usos del agua según actividad y género, las formas de organización para la gestión local del agua, las relaciones de género, la forma de producción de temporal y la propiedad de la tierra (Cancino, 2016). La contaminación de los cuerpos de agua se debe a la actividad humana y a la falta de gestión, porque no se aplica la normatividad, ni la ley que regule, sancione e impida la contaminación. El desabasto de agua para consumo humano y uso doméstico ayudó a la organización comunitaria.

## Referencias

- Anastacio Martínez, N. D., Vizcarra Bordi, I. y Franco Maass, S. (2014). Agua pasa por la casa. Relaciones de género y acceso al agua en La Peñuela, Parque Nacional Nevado de Toluca. En Vizcarra Bordi, I. (Comp.), *La feminización del campo mexicano en el siglo XXI Localismos, transnacionales y protagonismos* (425-444). Universidad Autónoma del Estado de México, Plaza y Valdez.
- Cancino Córdova, M. S. (2016). *Disponibilidad de agua y su impacto en las relaciones de género en Villa Hermosa Yalumá, municipio de Comitán* [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad Autónoma de Chiapas. <http://www.repositorio.unach.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/3765/1/RIBC148229.pdf>
- García García, A. (2010). *Instituciones y Pluralismo Legal: La hidropolítica en la Cuenca transfronteriza Grijalva (1950-2010)* [Tesis de doctorado no publicada]. Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. [https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1695/1/100000037074\\_documento.pdf](https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1695/1/100000037074_documento.pdf)
- Gutiérrez-Villalpando, V., Nazar-Beutelspacher, D. A., Zapata-Martelo, E., Contreras-Utrera, J. y Salvatierra-Izaba, B. (2013). Mujeres y organización social en la gestión del agua para consumo humano y uso doméstico en Berriozábal, Chiapas. *Revista LiminaR. Estudios Sociales y Humanísticos*, 11(2), 100-113. <https://liminar.cesmecha.mx/index.php/r1/article/view/225/207>
- Melo G., C. y Cervantes B. J. (1986). *Propuestas para el programa integral de Manejo y desarrollo del Parque Nacional Lagunas de Montebello*. Instituto de Geografía de la UNAM. <https://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n16/n16a1.pdf>
- Padilla Calderón, E. (2012). *Agua, poder y escasez. La construcción social de un territorio en un ejido sonorense, 1938-1955*. El Colegio de Sonora, México.
- Instituto Municipal de Planeación [IMPLAN] Comitán. (2013). Plan de Gestión de la Cuenca Río Grande Lagunas de Montebello, Chiapas. [https://transparencia.comitan.gob.mx/ART74/1/DESARROLLO\\_RURAL/plan\\_de\\_gestion\\_cuencas.pdf](https://transparencia.comitan.gob.mx/ART74/1/DESARROLLO_RURAL/plan_de_gestion_cuencas.pdf)
- INEGI CHIAPAS 2020 <https://www.google.com/search?q=inegi+2020+chiapas&oq=INEGI+2020&aqs=chrome.1.69i57j0i512l9.9660j1j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>



Profesor,  
Tecnológico  
Nacional de México/  
I. T del Valle de  
Morelia, México  
(leninmed@gmail.com)



Profesor,  
Tecnológico  
Nacional de México/  
I. T del Valle de  
Morelia, México  
(asanchezduq@gmail.com)

## Biocarbón como sustrato alternativo para reducir la huella gris en la producción de arándano en el centro de México

Lenin Ejecatl Medina Orozco  
Iván N. Medina Orozco  
Alexander Sánchez Duque  
David Ariel Barrales Martínez



Estudiante de  
Licenciatura,  
Universidad Virtual  
del Estado de  
Michoacán, México  
(ivnmedina@gmail.com)



Estudiante  
de posgrado,  
Universidad  
Michoacana de San  
Nicolás de Hidalgo,  
México (0829764k@umich.mx)

México es un exportador primario de arándano azul a los Estados Unidos de Norteamérica. Del 2008 al 2018, la producción de frutillas en el centro del país (Figura 1), creció aproximadamente ocho veces con respecto a las décadas precedentes. La estructura de producción de arándanos en el país está dominada por empresas transnacionales que definen los modelos a seguir para los productores (Pérez, 2018). De acuerdo con la información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de México, la superficie que se cultivó de arándanos en el año de 2019 fue de aproximadamente 3 786 ha, de los cuales, el 43.3 % fue a cielo abierto, 5.7 % con malla sombra y el 51 % bajo sistema de macrotúnel.

Los productores de arándanos están adoptando recientemente el sistema hidropónico y abandonando paulatinamente el cultivo en suelo. La tendencia actual sugiere que en algunos años el cultivo será predominantemente hidropónico, debido a que es más sencillo su manejo para alcanzar los estándares que demanda el mercado de exportación. El sistema de producción hidropónico consiste en el uso de

bolsas o macetas rígidas de plástico y el sustrato ampliamente utilizado es la fibra derivada del coco. La producción de esta fibra para hidroponía es una industria relativamente nueva en el país (Gue rrero *et al.*, 2016).

El sistema hidropónico ofrece ventajas como son mejores rendimientos, alta calidad del fruto, mayor control del clima (principalmente por heladas y granizadas) y del suministro de nutrientes, producción temprana y uniforme, menor espacio para producir, fácil manejo de patógenos, disminución de costos en agroquímicos, entre otros. Además, se ha adoptado un sistema de protección de cultivos consistente en una estructura de macrotúnel y opcionalmente malla sombra, para protección del granizo y

finalmente una película plástica de cobertura del suelo, para el control de malezas (Voogt *et al.*, 2014).

Sin embargo, estos sistemas son altamente demandantes en materias primas externas incluyendo plásticos agrícolas que a futuro podrían representar un problema ambiental. Las principales fuentes de agua para el cultivo de arándano son pozos, manantiales y en menor proporción ollas de agua. Lo anterior ha favorecido que el cultivo se haya extendido principalmente sobre siete acuíferos, cinco de los cuales presentan una Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea (DMA) negativa, es decir, su recarga es menor que la extracción y además se caracterizan por presentar una buena calidad de agua (Comisión Nacional del



**Figura 1.** Mapa de México que muestra el estado de Michoacán correspondiente a la zona de estudio. Modificado de CONAGUA (2022).

Agua [CONAGUA], 2022). Estos sistemas extractivos representan una presión por la disponibilidad de los recursos hídricos para la producción agrícola y su disponibilidad para el consumo humano de las poblaciones cercanas a los núcleos de producción de frutillas.

Uno de los problemas más relevantes en cultivos bajo agricultura protegida es la huella hídrica que generan, principalmente la ocasionada por la huella gris, es decir, la que genera el escurrimiento cargado de contaminantes potenciales como son los nitratos (Chapagain y Orr, 2009). Los nitratos se consideran indicadores de la contaminación del agua y, por ende, su concentración es ampliamente utilizada en estudios de medición de la huella hídrica.

Las áreas de producción de arándano se ubican principalmente en las zonas de planicie de tres importantes cuencas endorreicas de México. La primera, la cuenca de Chapala que da origen a la laguna del mismo nombre y es la más grande del país; la segunda, la cuenca que origina la laguna de Cuitzeo, la segunda mayor en extensión; y finalmente, la cuenca de Pátzcuaro, que tiene una importancia hídrica por ser el lago más profundo del país y tener un reconocimiento histórico y cultural en México (CONAGUA, 2019). De lo anterior se desprende que la huella gris generada por el cultivo de arándano, además de la ya existente por presión del cultivo de aguacate y otras frutillas, representan un riesgo potencial para estos importantes cuerpos de agua.

La demanda de fibra de coco en México ha crecido en los últimos diez años en aproximadamente 16.9 % y una parte importante de los subproductos se destina como sustrato en cultivos hidropónicos (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2022). Sin embargo, la industria cocotera nacional presenta problemas de baja producción debido a plagas y enfermedades y a la falta de apoyo de programas de gobierno. Lo anterior conduce a una mayor demanda de fibra de coco importada, principalmente de Israel y a un aumento en el precio del producto. Como alternativa, se ha propuesto utilizar biocarbón fabricado a partir de residuos agrícolas para la producción en hidroponía (Awad *et al.*, 2017). La literatura sugiere que existe una mejor absorción de varios nutrientes en presencia del biocarbón; sin embargo, los resultados parecen ser dependientes de las características físicas y estructurales de los carbones, por lo cual, no es posible generalizar los resultados (Dispenza *et al.*, 2017).

El objetivo del presente estudio consistió en evaluar un biocarbón derivado del olote de maíz y utilizarlo como sustrato para la producción de arándano azul en condiciones de hidroponía y medir la capacidad de retención de nitratos.

El estudio se realizó en un invernadero del Tecnológico Nacional de México ubicado en la periferia de la ciudad de Morelia, Michoacán, México. El clima regional del sitio de estudio es del tipo templado

subhúmedo con lluvias en verano que comprenden de junio a octubre.

El material vegetal utilizado fue el denominado arándano azul (*Vaccinium corymbosum* var. Biloxi). Los sustratos utilizados para la siembra consistieron de fibra de coco (27 L), para el grupo de plantas cultivadas convencionalmente. El sustrato alternativo fue biocarbón de olote de maíz (27 L), fabricado en un reactor de pirólisis rústico diseñado en el Instituto Tecnológico (**Figura 2**). Las temperaturas de combustión variaron entre 400 a 500 °C y la tasa de transformación de biomasa a biocarbón fue de 13 %. El biocarbón se usó en una proporción de 85 % de material grueso y el resto triturado (**Figura 3**).

La fertilización consistió de un riego a saturación de los sustratos y hasta alcanzar un drenaje de aproximadamente el 30 %, posteriormente se realizó una fertilización con solución nutritiva de venta comercial de HydroEnvironment® con mezcla de macronutrientes y micronutrientes, con especificidad para el cultivo de arándano. La solución nutritiva se preparó a una tasa de 14 g/20 litros a pH de 4.0, acidificada con ácido fosfórico (15 mL/20L) y se aplicó un litro a cada planta diariamente. El gasto del fertirriego fue de 1L/10 min.

Las variables evaluadas fueron: supervivencia de la plántula al trasplante de la bolsa de vivero hacia el envase de producción, temperatura del sustrato, número de frutos por planta, producción de frutos y retención de nitratos por los

sustratos. La huella gris fue obtenida a partir de un modelo para hidroponía propuesto por Chapagain y Orr (2009) y en donde la concentración de nitratos se midió directamente del escurrimiento de las macetas. Los nitratos se colectaron y se determinaron inmediatamente después del riego con un ionómetro Horiba modelo LAQUAtwin. El diseño experimental consistió en dos bloques completos al azar de 30 plantas, intercalando plantas con sustrato en fibra de coco y con biocarbón. Los análisis estadísticos fueron de Anova unidireccional, incluido Tukey HSD. Los datos fueron procesados con el programa de la *Social Science Statistics* (<https://www.socscistatistics.com/>) y se consideró un valor de alfa de 0.05 para la significancia estadística.



**Figura 2.** Reactor de pirólisis lenta para producción de biocarbón. Fotografía: Lenin Medina.

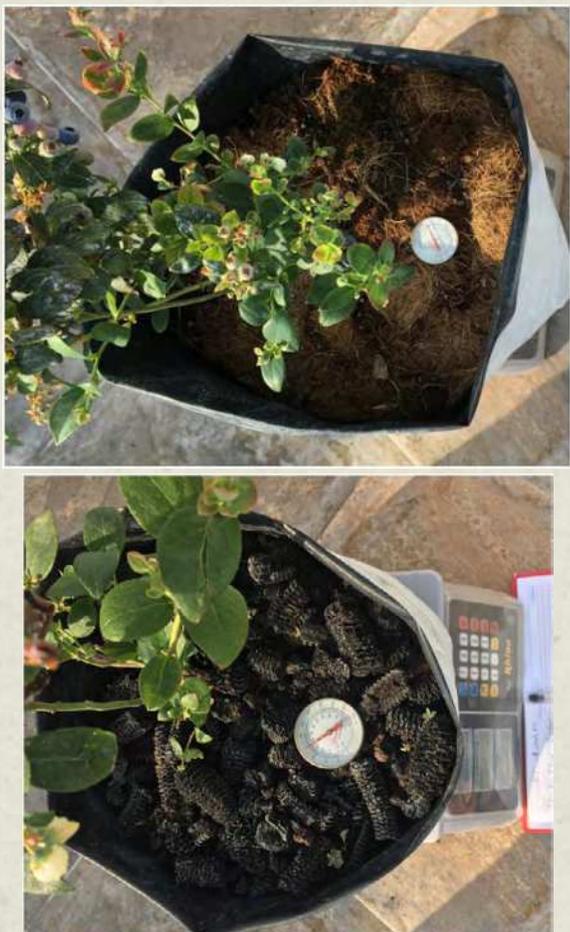
Los resultados indican que la supervivencia de las plántulas fue igual en los dos sustratos (96.6 %), una planta muerta cada 30. Respecto al número de frutos por planta, los resultados fueron de 112.8 en fibra de coco y 106.8 con biocarbón ( $p=0.863135$ ), lo que sugiere que no hay efecto significativo entre ambos sustratos. La fruta en peso húmedo (gramos/planta) indicó una producción similar en los sustratos: 68.1 g/planta y 60.2 g/planta, para fibra de coco y biocarbón, respectivamente ( $p=0.726359$ ). Los valores de la temperatura máxima de los sustratos fueron de 22.9 y 23.8 °C en fibra convencional y biocarbón, respectivamente ( $p=0.121435$ ). Un valor significativo del potencial Redox en los sustratos fue el cambio de pH de 4.0 del fertirriego a pH 6.0 en el agua de escurrimiento en ambos sustratos. El cambio de pH evidencia un cambio relevante en la química y posiblemente en la nutrición de las plantas. El efecto de la planta, del sustrato, o de ambos, sobre el pH del agua de escurrimiento sugiere que puede ser considerado como especie/sustrato de efecto básico, causado por la absorción de los aniones ( $\text{NO}_3^-$ ) con la subsecuente liberación de iones  $\text{OH}^-$  (Dickson *et al.*, 2017). Por lo anterior, resulta importante estudiar sus efectos en la absorción de nutrientes de los cultivos para adecuar la formulación del fertilizante principalmente en cultivos con biocarbón.

Respecto a la concentración de los nitratos en la fertirrigación, ésta fue de 1087 mg/L, con un aporte de 8 mg/L de  $\text{NO}_3^-$  del agua utilizada para el riego.

Una vez que el agua infiltró a través de los sustratos se encontró que la concentración en promedio en la escorrentía fue de 614 mg/L para la fibra convencional y 321 mg/L en sustrato alternativo ( $p=0.028151$ ). Estos resultados sugieren que el biocarbón es una alternativa para reducir la huella hídrica gris y, por ende, el potencial de contaminación de los cuerpos de agua por arrastre de nitratos. En otras palabras, la huella gris se podría reducir en aproximadamente 50 % cuando se utiliza biocarbón en relación con el uso de sustrato convencional. Por otro lado, estos resultados pueden ser punto de partida en otros cultivos debido a que el potencial del biocarbón para reducir huella gris ha sido poco explorado (Awad *et al.*, 2017).

Los resultados anteriores sugieren que el biocarbón es un sustrato alternativo a la fibra convencional del coco sin detrimento en la producción de los frutos y con la ventaja de ser un producto con carbono recalcitrante. Kuzyakov *et al.* (2014) estimaron que el tiempo de residencia de un biocarbón para los climas templados fue de aproximadamente 4 000 años, lo que sugiere que es un material potencialmente reutilizable durante centenas de años para la producción en hidroponía.

Teniendo en cuenta el potencial de contaminación de este cultivo por los nitratos y su acelerado crecimiento en superficie, es relevante identificar alternativas de cultivo para proteger las cuencas endorreicas del centro de México. Por lo anterior, el biocarbón es una propuesta viable para este cultivo; sin embargo,



**Figura 3.** Producción de arándano azul en dos sustratos: fibra de coco y biocarbón. Fotografía: Lenin Medina.

como propuesta nueva, siempre resulta imperativo continuar con los estudios básicos a largo plazo que permitan identificar otras variables no contempladas en este estudio como son absorción nutricional, concentración de azúcares en plantas, tamaño de frutos, etc., además de otras áreas de oportunidad para utilizar el biocarbón. Los resultados podrían variar con otras variedades de arándano,

que desafortunadamente por estar bajo las leyes de protección de las variedades vegetales no pueden ser adquiridas libremente.

El uso de biocarbón presentó valores similares en la producción de arándano azul con respecto a un sustrato convencional, por lo anterior, puede ser un sustituto viable. Las plantas/sustratos presentaron un efecto alcalinizante en el agua de escurrimiento, lo que podría indicar un cambio en la química del fertirriego. El biocarbón como sustrato presenta un potencial para su reutilización durante varios ciclos en cultivos semiperennes en hidroponía. El biocarbón reduce significativamente el escurrimiento de nitratos en comparación con la fibra de coco, lo que representa una alternativa para reducir la huella hídrica gris y puede reducir la contaminación en aguas superficiales de las cuencas del centro del país.

### **Agradecimientos**

Se agradece al Programa de fortalecimiento de cuerpos académicos del PRODEP por el soporte financiero del proyecto: Huella hídrica del cultivo de arándano bajo agricultura protegida en el estado de Michoacán. Se agradece el apoyo de Carlo Giuseppe Medina Gómez por la medición de nitratos durante el periodo de restricción por la pandemia de la Covid-19.

## Referencias

- Awad, Y. M., Lee, S. E., Ahmed, M. B. M., Vu, N. T., Farooq, M., Kim, I. S., Kim, H. S., Vithanage, M., Usman, A. R. A., Al-Wabel, M., Meers, E., Kwon, E. E. y Ok, Y. S. (2017). Biochar, a potential hydroponic growth substrate, enhances the nutritional status and growth of leafy vegetables. *Journal of Cleaner Production*, 156, 581-588. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.070>
- Chapagain, A. K., y Orr, S. (2009). An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes. *Journal of environmental management*, 90(2), 1219-1228. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.06.006>
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2019). Sistema Nacional de Información del Agua: Sistema de cuencas 2019. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=cuencas&ver=mapa&o=4&n=nacional>
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2022). Aguas Subterráneas: acuíferos. <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/michoacan/michoacan.html>
- Dickson, R. W., Fisher, P. R., y Argo, W. R. (2017). Quantifying the Acidic and Basic Effects of Fifteen Floriculture Species Grown in Peat-based Substrate. *HortScience*, 52(8), 1065-1072. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI11926-17>
- Dispenza V., De Pasquale C., Fascella G., Mammano M. M., y Alonzo, G. (2017). Use of biochar as peat substitute for growing substrates of Euphorbia × lomi potted plants. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(4), e0908. <https://doi.org/10.5424/sjar/2016144-9082>
- Guerrero González, J., Ramón Castillo, R., Herrera Rol-dán, V., y Alejandro Pantoja, E. J. (2016). Consumo de subproductos del coco en industrias de México. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 4(8), 1 - 21. <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/30>
- Kuzyakov, Y., Bogomolova, I., y Glaser, B. (2014). Biochar stability in soil: decomposition during eight years and transformation as assessed by compound-specific 14C analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 70, 229-236. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.12.021>
- Pérez Cruz, O. A. (2018). Análisis de la cadena productiva del arándano en México y Chile. *Portes: Revista Mexicana de Estudios Sobre la Cuenca del Pacífico*, 12(23), 31-62. <http://www.portesasiapacifico.com.mx/revistas/epocaiii/numero23/2.pdf>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2022). Producción de copra y coco en México. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/produccion-de-copra-y-coco-en-mexico?idiom=es>
- Voogt, W., Van Dijk, P., Douven, F., y Van der Mass, R. (2014). Development of a soilless growing system for blueberries (*Vaccinium corymbosum*): nutrient demand and nutrient solution. *Acta Horticulturae*, 1017, 215-221. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1017.27>

## Normas mínimas para la presentación de artículos a *Ambientico*

### 1. Acerca de la revista *Ambientico*

La revista *Ambientico* es una publicación trimestral sobre la actualidad ambiental costarricense que se publica desde la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (UNA), institución pública y benemérita de la Patria. Creada en 1992, es una revista de acceso abierto que tiene por misión estimular, publicar y difundir un análisis riguroso y actualizado sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica.

### 2. Equipo editorial:

Editor en jefe: Dr. Sergio A. Molina-Murillo  
Editor adjunto: M.Sc. Jesús Ugalde Gómez  
Dr. William Fonseca González  
M.Sc. Wilbert Jiménez Marín  
Lic. Luis Poveda Álvarez

### 3. Público meta

Nuestro público meta está constituido por la sociedad costarricense interesada en conocer sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica. De manera específica los artículos de la revista *Ambientico* están dirigidos a personas tomadoras de decisiones de los Poderes de la República, gobiernos locales, docentes de todos los niveles, estudiantes, personas profesionales y aquellas que lideran grupos y comunidades locales.

### 4. Política de acceso abierto

La revista *Ambientico* ofrece acceso abierto, libre e inmediato de su contenido bajo el principio de que hacer disponible de manera abierta y gratuita la investigación a la sociedad, fomenta un mayor intercambio de conocimiento local y global. Por tanto, no existe costo por acceso a los artículos por parte de las personas lectoras (usuarios individuales o instituciones), ni por el procesamiento, revisión, envío y publicación de los artículos por parte de las personas autoras.

Los artículos publicados se distribuyen bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.ambientico.ac.cr>, lo que implica la posibilidad de que las personas lectores (usuarios individuales o instituciones) puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (post print) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

No es necesario solicitar permisos a la persona editora o autora, siempre y cuando el contenido se utilice de acuerdo con la licencia CC BY NC SA 4.0 Internacional, tal y como se explica arriba.

## 5. Propiedad intelectual

Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.ambientico.una.ac.cr>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (post print) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra. Las personas autoras se comprometen a enviar firmada —junto con el escrito— la Carta de Originalidad y Cesión de derechos.

## 6. Política sobre plagio

La Revista penaliza el plagio en todas sus formas. La detección del plagio implica la conclusión del proceso editorial en cualquiera de sus etapas. En el caso de artículos ya publicados, estos serán eliminados del acervo y se contactará a las instituciones empleadoras para informar de este tipo de conducta. La Revista velará para que tanto el equipo editorial como el de revisión y autoría cumplan con las normas éticas en el proceso de revisión y publicación de un artículo a través de proceso transparente y libre de plagio. Para más información se recomienda consultar la norma International Standards for editors and authors del Comité de Ética en la Publicación (COPE) y las del International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). Para detectar plagio la revista utiliza el programa Turnitin.

## 7. Declaración de privacidad

De conformidad con la Ley N° 8968 de Cosa Rica, ley de protección de la persona frente al tratamiento de sus datos personales, la(s) PERSONA(s) AUTORA(s) consienten en facilitarle a la Revista un correo electrónico de contacto, así como los datos personales necesarios para la identificación de la autoría del artículo. A su vez, autorizan a la Revista a publicar junto con el artículo, los datos personales necesarios (nombre y apellidos, puesto, especialidad, institución, ciudad/país, correo).

## 8. Pertinencia de artículos

Aunque la mayoría de los artículos de la revista Ambientico son solicitados por invitación, se podrán considerar otros artículos altamente pertinentes a la realidad ambiental nacional, y en donde las opiniones estén claramente sustentadas (usar bibliografía en los casos necesarios). De manera general, se reciben artículos cortos (2 000 palabras), claros (entendibles e informativos para una audiencia general no científica), rigurosos (con sustento científico) y coherentes (que el escrito siga un flujo ordenado de ideas).

## 9. Modo de entrega

El artículo ha de ser presentado en Word y entregado al correo [ambientico@una.ac.cr](mailto:ambientico@una.ac.cr)

## 10. Tamaño, formato, elementos gráficos y separaciones internas

- El artículo no excede las 2 000 palabras.
- Escribir a espacio sencillo en letra Calibre tamaño 11.
- Secciones: En Ambientico no se usan subtítulos para separar secciones

(apartados). Para separar secciones, dejar un renglón entre ellas.

- Párrafos: Dentro de cada sección, los párrafos inician solamente con una sangría y no requiere agregar renglones entre párrafos.
- Incluir los Cuadros en formato Word y no como imágenes o capturas de pantalla.
- Figuras: Favor ilustrar el artículo con fotografías, figuras, ilustraciones, mapas, gráficos, etc. Incluir todas estas figuras en el mismo documento de Word cerca de donde se espera ser presentadas, pero asegurarse de que sean en alta resolución (300 dpi o mayor a 2Mb). Enviar en Excel los gráficos elaborados en ese programa para su más fácil edición. Incluir debajo de cada fotografía un título descriptivo. Si las figuras —incluyendo fotografías— no son propiedad del autor, deben indicar el nombre de la persona autora.

#### 11. Sobre las personas autoras

- Se requiere enviar aparte, una fotografía del rostro de la persona autora en alta resolución (300 dpi o mínimo 2Mb).
- Solamente incluir el puesto (p. ej. Consultor independiente, Ministro de Ambiente, Profesor de economía), la organización para la que labora, y el correo electrónico.
- En caso de varias personas autoras, la anterior información debe ser provista para cada una de ellas.

#### 12. Uso de cursivas y de comillas

Se usará cursivas —nunca negritas ni subrayado— para enfatizar conceptos. Vocablos en otras lenguas no aceptados por la Real

Academia Española de la Lengua, y neologismos, han de escribirse también en cursivas. Asimismo, irán en cursivas nombres de obras de teatro y cinematográficas, de libros, de folletos, de periódicos, de revistas y de documentos publicados por separado. Capítulos de libros y artículos de publicaciones periódicas se pondrán entrecomillados.

#### 13. Uso de números y unidades de medida

Cuando las cantidades sean escritas numéricamente ha de usarse un espacio para separar los grupos de tres dígitos (p.ej., 1 320). Para los decimales ha de usarse punto (p.ej., 1.5 ¡atención en los cuadros!). Las unidades de medida, en caso de consignarse abreviadamente, habrán de escribirse en singular y en minúsculas, y separadas por un espacio del número (p.ej., 50 % o 18.3 mm)

#### 14. Uso de acrónimos

Los acrónimos lexicalizados que son nombres comunes (como ovni, oenegé y mipyme, por ejemplo), se escriben con todas las letras minúsculas. Los acrónimos no lexicalizados y que, por tanto, se leen destacando cada letra por separado (como UCR y EU, por ejemplo), se escriben con todas las letras mayúsculas.

#### 15. Palabras clave

Si bien Ambientico no publica las palabras clave de cada artículo, se le solicitan al autor no más de cinco para usarlas en el buscador del sitio web.

#### 16. Citas textuales

Las citas textuales, que se ruega no excedan las 40 palabras, no han de ponerse

en cursivas, ni usando sangría ni en párrafo aparte, sino entrecomilladas, y entreveradas en el texto.

### 17. Comunicaciones personales o entrevistas

La mención en el texto de comunicaciones personales o entrevistas se hará así: luego de una apertura de paréntesis se consigna la inicial del nombre de pila del entrevistado, después se coloca un punto y, enseguida, el apellido del entrevistado. A continuación, se pone una coma y, posteriormente, la frase “comunicación personal”; luego se coloca el nombre del mes y el día, que se separa con una coma del año en que se efectuó la comunicación; finalmente, se pone el paréntesis de cierre. Ejemplo: “... (L. Jiménez, comunicación personal, septiembre 28, 1998) ...”. Las comunicaciones personales no se consignan en la sección de Referencias.

### 18. Notas a pie de página

Podrá usarse notas a pie de página para aclarar o ampliar información o conceptos, pero solo en los casos en que, por su longitud, esos contenidos no puedan insertarse entre paréntesis en el texto.

### 19. Citas bibliográficas

A partir de la 7ma versión original del Manual de la American Psychological Association (APA) (2019), seguimos los siguientes lineamientos respecto a citación de fuentes bibliográficas. Hay dos modalidades de presentación de las referencias bibliográficas intercaladas en el texto. En una, la persona autora citada es el sujeto de la oración; en la

otra, la persona autora citada, no es parte de la oración, sino que lo que es parte de la oración es solo lo dicho o aportado por ella. Ejemplo del primer caso: “... Acuña (2008) asegura que el sistema de áreas protegidas...”. Ejemplo del segundo: “... Los problemas ambientales han resultado el principal foco de conflicto (Moraless, 2009)...”.

#### *Obra con un autor*

Entre paréntesis, se coloca el apellido del autor al que se hace referencia, separado por una coma del año de publicación de la obra. Ejemplo: “... (Pacheco, 1989) ...”.

#### *Obra con más de un autor*

Cuando la obra tiene dos autores, se cita a ambos, separados por la conjunción “y”. Ejemplo: “... (Núñez y Calvo, 2004) ...”.

Cuando la obra es de más de dos autores, se cita solamente el apellido del primer autor seguido de “et al.” en cursiva y con punto después de la contracción “al.”. Ejemplo: “... (Pérez *et al.*, 2009) ...”.

#### *Obra con autor desconocido o anónimo*

Si la obra carece de autor explícito, hay que consignar en vez de él, y entre comillas, las primeras palabras del título (entre paréntesis). Ejemplo: “... (“Onu inquieta”, 2011) ...”; o, alternativamente, el nombre de la obra y, después de una coma, la fecha de publicación. Ejemplo: “... La Nación (2011) ...”.

Solo cuando se incluye una cita textual debe indicarse la/s página/s. Ejemplo: “... (Pérez, 1999, p. 83) ...”.

## 20. Presentación de las obras referenciadas

Al final del artículo, debajo del subtítulo Referencias, habrá de consignarse todas las obras referenciadas en orden alfabético.

### *Libro*

Primero se anotará el apellido del autor, luego, precedido de una coma, la inicial de su nombre; después, e inmediatamente luego de un punto, el año de publicación de la obra entre paréntesis; seguidamente, y en cursivas, el título de la obra; posteriormente, y después de un punto, el lugar de publicación de la obra (si la ciudad es internacionalmente conocida no hace falta señalar el país, pero, si no, solo se consigna el país), y, finalmente, antecedido por dos puntos, el nombre de la editorial. Ejemplo: Pérez, J. (1999). La ficción de las áreas silvestres. Barcelona: Anagrama.

### *Artículo contenido en un libro*

En este caso, se enuncia el apellido del autor seguido de una coma, luego se pone la inicial del nombre de pila seguida de un punto; inmediatamente, entre paréntesis, la fecha. Enseguida ha de ponerse la preposición “En”, y, luego, el apellido seguido de una coma y la inicial del nombre de pila del editor o compilador de la obra; indicando a continuación entre paréntesis “Ed.” o “Comp.”, como sea el caso; inmediatamente se señala el nombre del libro en cursivas y, entre paréntesis, las páginas del artículo precedidas por la abreviatura “p.” o “pp.” seguido de un punto; posteriormente, el lugar de publicación de la obra, y, antecedido por dos puntos, la editorial. Ejemplo: Mora, F. (1987). Las almitas. En Ugalde, M. (Ed.)

Cuentos fantásticos (pp. 12-18). Barcelona: Planeta.

### *Artículo contenido en una revista*

En este caso, se indica el apellido del autor y, luego precedido por una coma, se coloca la letra inicial de su nombre de pila; luego de un punto, y entre paréntesis, la fecha; después el título del artículo y un punto. Enseguida, va el nombre de la revista, en cursivas; inmediatamente, se indica el número de la edición o del volumen separado por una coma de las páginas que constituyen el artículo, luego se coloca el punto final. Ejemplo: Fernández, P. (2008). Las huellas de los dinosaurios en áreas silvestres protegidas. Fauna prehistórica, 39, 26-29.

### *Artículo contenido en un periódico*

Si la referencia fuera a un diario o semanario, habría de procederse igual que si se tratara de una revista, con la diferencia de que la fecha de publicación se consignará completa iniciando con el año, separado por una coma del nombre del mes y el día, todo entre paréntesis. Antes de indicar el número de página, se coloca la abreviatura “p.” o “pp.”. Ejemplo: Núñez, A. (2017, marzo 16). Descubren vida inteligente en Marte. La Nación, p. 3A.

### *Material en línea*

(Note que ya no se utiliza el “Disponible en:” o “Recuperado de:” antes del link)

En caso de que el artículo provenga de un periódico o una revista en línea, se conserva el formato correspondiente y luego se coloca la dirección electrónica, sin punto al final. Ejemplo: Brenes, A. y Ugalde, S. (2009, noviembre 16). La mayor amenaza ambiental:

dragado del río San Juan afecta el río Colorado y los humedales de la zona. La Nación. [http://www.nacion.com/ln\\_ee/2009/noviembre/16/opinion2160684.html](http://www.nacion.com/ln_ee/2009/noviembre/16/opinion2160684.html)

Para artículos con DOI, al final de la referencia no se debe incluir la palabra DOI como se acostumbraba, sino incluir únicamente el link completo. Ejemplo: Molina-Murillo, S., Perez, J.P. y Herrera, M.E. (2014). Assessment of environmental payments on indigenous territories: The case of Cabecar-Talamanca, Costa Rica. *Journal of Ecosystems Services*, (8), 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.02.003>

#### *Autores múltiples*

Cuando el texto referenciado tenga dos autores, el apellido de cada uno se separa con una coma de la inicial de su nombre de pila; además, entre un autor y otro se pondrá la conjunción “y”. Ejemplo: Otárola, A. y Sáenz, M. (1985). La enfermedad principal de las vacas. San José: EUNED.

Tratándose de tres o más autores, se coloca el apellido de cada autor separado por una coma de la inicial de su nombre de pila, luego de la que va un punto; y, entre uno y otro autor media una coma. Antes del último autor se coloca

la conjunción “y”. Ejemplo: Rojas, A., Carvajal, E., Lobo, M. y Fernández, J. (1993). Las migraciones internacionales. Madrid: Síntesis.

#### *Sin autor ni editor ni fecha*

Si el documento carece de autor y editor, se colocará el título del documento al inicio de la cita. Al no existir una fecha, se especificará entre paréntesis “s.f.” (sin fecha). La fuente se indica anteponiendo “en”.

En caso de que la obra en línea haga referencia a una edición impresa, hay que incluir el número de la edición entre paréntesis después del título. Ejemplo: Heurístico. (s.f.). En diccionario en línea Merriam-Webster’s (ed. 11). <http://www.m-w.com/dictionary/heuristic>. Otro ejemplo: Titulares Revista Voces Nuestras. (2011, febrero 18). Radio Dignidad, 185. [http://www.radiodignidad.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=355&Itemid=44](http://www.radiodignidad.org/index.php?option=com_content&task=view&id=355&Itemid=44)

Puede utilizarse corchetes para aclarar cuestiones de forma, colocándolos justo después del título, y poniendo en mayúscula la primera letra: [Brochure], [Podcast de audio], [Blog], [Abstract], etcétera. Ejemplo: Cambrotero, C. (2011, marzo 22). La publicidad y los cantos de sirena. Fusil de chispa [Blog]. <http://www.fusildechispas.com>

**AMBIENTICO**

Web: [www.ambientico.una.ac.cr](http://www.ambientico.una.ac.cr)

Email: [ambientico@una.ac.cr](mailto:ambientico@una.ac.cr)

Tel: (506) 2277 3688 | Fax: (506) 2277-3689

Redes Sociales: Facebook | Twitter | Instagram



También disponible desde la Escuela de Ciencias Ambientales  
la publicación científica internacional



# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES

## Tropical Journal of Environmental Sciences



Revista científica, internacional e  
interdisciplinaria con trayectoria desde 1980



[www.revistas.una.ac.cr/ambientales](http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales)



[revista.ambientales@una.ac.cr](mailto:revista.ambientales@una.ac.cr)



**UNA**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
COSTA RICA