

## Impactos socioambientales de la gestión del agua en el área natural protegida de Cuatro Ciénegas, Coahuila

Sandra Eloisa Ortiz Acosta \*

María de Lourdes Romo Aguilar \*\*

Resumen:<sup>1</sup> el área natural protegida Cuatro Ciénegas, Coahuila, posee un ecosistema desértico valioso, con endemismos y humedales Ramsar, que ha resultado perjudicado por las actividades económicas no reguladas, como la agricultura y el turismo. Las acciones de gestión implementadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y la Comisión Nacional del Agua también han tenido repercusiones socioambientales. Por ello, el objetivo del presente trabajo es analizar los impactos sociales y ambientales derivados de la gestión del agua en esta área natural protegida, a través de la aplicación de entrevistas semiestructuradas a actores clave. La información se analizó mediante una adaptación a la metodología de la teoría fundamentada. A partir de los resultados, se concluyó que los daños socioambientales se deben a que las instituciones no han logrado compatibilizar las políticas de conservación con las de aprovechamiento

\* Comisión Nacional Forestal, Gerencia Estatal Veracruz. Boulevard Xalapa-Banderilla, km 5.5, Banderilla, colonia Centro, C. P. 91300, Banderilla, Veracruz, México. Teléfono: (664) 499 6516. Correo electrónico: ortizsandrae@hotmail.com

\*\* El Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Dirección General Noroeste. Av. Insurgentes 3708, fraccionamiento Los Nogales, C. P. 32350, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Teléfono: (656) 616 7490 y 616 8578. Correo electrónico: lromo@colef.mx

<sup>1</sup> El presente artículo se deriva de la tesis Gestión del agua y sus impactos socioambientales en el Área de Protección de Flora y Fauna Cuatro Ciénegas, Coahuila, presentada por Sandra Eloisa Ortiz Acosta, para obtener el grado de maestra en administración integral del ambiente en el COLEF, en 2014.

sustentable de los recursos naturales, lo que contribuye al deterioro del ecosistema y a la inconformidad de la población.

*Palabras clave:* gestión del agua; área natural protegida; impactos sociales; impactos ambientales.

*Abstract:* the Protected Natural Area of Cuatro Ciénegas, Coahuila, includes a desert ecosystem with various water bodies, endemisms and Ramsar wetlands. Within this area, economic activities like agriculture and tourism have impacted the ecosystem in a negative way due to the lack of regulation. Institutions including CONANP and CONAGUA have implemented management actions, and these have also generated social and environmental impacts. The objective of this paper is to analyze social and environmental impacts through the application of semi-structured interviews with key stakeholders in the management. The information obtained is examined using an adaptation of the methodology of Grounded Theory, supplemented by documentary contrasting technique. Finally, we conclude that the social and environmental impacts have been mostly negative, because the institutions have failed to reconcile conservation policies with sustainable use of natural resources policies, contributing to the degradation of the ecosystem and the dissatisfaction of the population.

*Key words:* water management; protected natural area; social impacts; environmental impacts.

## Introducción

El Área de Protección de Flora y Fauna Cuatro Ciénegas (APFF), Coahuila, se encuentra en un valle rodeado por montañas de la Sierra Madre Oriental, las cuales bloquean la humedad proveniente del

golfo de México y del océano Pacífico, y originan el ecosistema que forma parte del Desierto Chihuahuense, considerado una de las tres ecorregiones desérticas más importantes del mundo (Flores 2007). A pesar de su precipitación escasa (menos de 200 mm al año), el agua acumulada es abundante, y aflora en forma de pozas, ciénegas, pantanos, ríos, lagunas y canales (Guerrero 2007; Dinger et al. 2005). La combinación de estas características favoreció el desarrollo de más de 70 especies endémicas de flora y fauna (Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, INE-SEMARNAP 1999), así como de microorganismos llamados estromatolitos,<sup>2</sup> los cuales habitaban la Tierra hace miles de millones de años (Guerrero 2007).

Debido a su importancia ecológica, en 1994 se decretó a Cuatro Ciénegas como área natural protegida (ANP) con categoría de área de protección de flora y fauna,<sup>3</sup> después la Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad (CONABIO) la declaró prioritaria para la conservación, mientras que el Fondo Mundial para la Naturaleza la consideró importante dentro de la ecoregión del Desierto Chihuahuense, y además está clasificada como sitio Ramsar<sup>4</sup> (INE-SEMARNAP 1999).

Por otro lado, en el valle se practican actividades productivas que han generado daños al ecosistema (Contreras 1984). Una de ellas es el turismo, que utiliza algunas pozas y manantiales como espacios recreativos, algunos de ellos se acondicionaron como balnearios, pero las instalaciones son inadecuadas y están en malas condiciones (INE-SEMARNAP 1999); por ejemplo, la poza La Becerra, clausurada en 2008 por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PRO-

<sup>2</sup> Los estromatolitos son comunidades de microorganismos que se dividen en capas y producen carbonatos de calcio, por lo que se endurecen hasta adquirir un aspecto de piedra. También se conocen como fósiles vivientes que datan de hace 3 800 millones de años, por lo que ofrecen información sobre la evolución de la vida primitiva en el planeta (Guerrero 2007).

<sup>3</sup> Estas áreas contienen los hábitats de cuya preservación depende la existencia, transformación y desarrollo de especies de flora y fauna silvestres (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP 2013).

<sup>4</sup> Los sitios Ramsar son los que se encuentran en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, establecida en la Convención de Ramsar, un tratado intergubernamental que sirve como marco para la acción nacional y cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos (Ramsar 2014).

FEPA) por el incumplimiento de las normas ambientales, ya que se sobrepasó la capacidad de carga y provocó un disturbio en los ecosistemas acuáticos. Sin embargo, dicha clausura, además de tener un efecto positivo en el ecosistema, también perjudicó económicamente a parte de la población que dependía de los recursos obtenidos por el turismo.

También la incidencia de la agricultura ha sido negativa para el ecosistema, porque es la que consume más agua del acuífero de Cuatro Ciénegas (82.83 por ciento). Esto se debe a que los riegos son ineficientes, por la pérdida de agua en los canales causada por la evaporación y la infiltración, a la falta de tecnificación de los sistemas de riego y a las tierras no niveladas; además, uno de los principales cultivos es la alfalfa, que demanda mucha agua (Comisión Nacional del Agua-Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, CONAGUA-IMTA 2008; Cabral y Cruz 2007). La agricultura provoca la disminución de las áreas inundadas y cambios en los niveles de agua en muchas de las pozas (INE-SEMARNAP 1999); para mitigar esto, diversas instituciones han implementado acciones de gestión. Una de éstas fue el proyecto de modernización de riego de la CONAGUA, en el cual se entubaron los canales para disminuir la evaporación e infiltración, y así ahorrar agua para el humedal El Garabatal, sin embargo, el volumen que recibían los ejidatarios también se redujo, lo que derivó en su descontento.

La importancia del ANP Cuatro Ciénegas y la gestión de sus recursos naturales es clara, y así lo muestran también los estudios relacionados con la diversidad y existencia de flora y fauna del lugar, que incluyen endemismos en algunos casos (McGaugh et al. 2006; Villareal et al. 2005; Zúñiga-Sámano et al. 2012; Escalante et al. 2008; Johnson 1984; Pinkava 1984); de igual manera los trabajos sobre la relevancia del recurso agua y su disminución en cantidad y calidad, así como de la vulnerabilidad de los acuíferos en la región (Torres et al. 2012; CONAGUA-IMTA 2008; Aldama et al. 2007; Rodríguez et al. 2007; Paredes 2011). Sin embargo, no se encontraron evidencias de investigaciones que aborden la gestión del recurso agua y sus efectos en el ANP Cuatro Ciénegas.

Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo es identificar y analizar los impactos socioambientales derivados de la gestión del agua, para lo que se consideran los siguientes ejes temáticos: la re-

lación ambiente y sociedad, el impacto ambiental de las actividades humanas, y la gestión tanto ambiental como del agua en el norte de México. También se presenta la relevancia de Cuatro Ciénegas para el medio ambiente, y se describe la actividad agrícola en el valle. Después se expone la metodología consistente en la identificación de los actores clave involucrados en dicha gestión, a los que se les hicieron entrevistas semiestructuradas en la ciudad de Saltillo y en el municipio de Cuatro Ciénegas, Coahuila. La información obtenida se analizó a partir de una modificación del método de la teoría fundamentada, y se complementó con la técnica de contrastación documental. Después se presentan los impactos sociales y ambientales identificados, asociados con diversas acciones de gestión y al final las conclusiones.

## Relación ambiente y sociedad

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (*Diario Oficial de la Federación*, DOF 2013, 2) define al ambiente como “el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados”. Jiménez (1992, 12) menciona que también se entiende como un medio y sistema de relaciones que parte de la interacción entre el sistema natural y el social, los cuales “están en permanente proceso de cambio y adaptación mediante una relación dinámica y dialéctica”. El medio ambiente se distingue en dos tipos: el físico, natural y artificial (creado por el hombre) y el sociocultural, que se refiere a la estructura, funcionamiento y organización de los individuos en sociedad.

Bifani (2007, 33) define a la relación entre ambiente y sociedad como “una relación utilitaria, que implica la interacción recíproca entre ambas entidades”. En este sentido, el ambiente constituye el escenario en el cual el hombre desarrolla sus actividades, ya sea de forma individual u organizada en un grupo social. Para Soberón (2009, 29), en el análisis de la relación ambiente y sociedad “la perspectiva predominante que aparece es que el medio ambiente natural está al servicio de la sociedad humana, de los seres humanos”. Además, a

éstos se les considera como un factor antagónico, y con un efecto destructivo sobre el ambiente. El hombre, al establecer relaciones con la naturaleza, para usarla y adaptarla a sus necesidades, genera cambios que al mismo tiempo le perjudican, y pueden conducir al deterioro ambiental. De acuerdo con Rodríguez y Cervera (1999), en la actualidad esto se complejiza, debido a que intervienen factores externos a los grupos sociales locales que modifican su ambiente inmediato. Además, señala que la complejización de las necesidades sociales requiere la ampliación de la base productiva, la cual forma parte de un enfoque principalmente económico y con una lógica empresarial, que deja de lado a la sociedad y al ambiente. Dicho enfoque es respaldado por un sistema político y económico tendiente a propiciar un acceso inequitativo a los recursos, que deriva en un conflicto de intereses y de poder entre actores relacionados, que son la causa de los problemas ambientales.

Como consecuencia de las disputas emergentes por el control y uso de los recursos, ha desarrollado un gran reconocimiento y preocupación en torno al ambiente, en particular del agua. Carabias et al. (2005, 32) señalan que “la sociedad concibe los ecosistemas acuáticos más como reservorios de agua que como hábitats de la flora y la fauna acuáticas”. Además, durante mucho tiempo el agua fue considerada como un recurso infinito y gratuito utilizado para trasportar los desechos, sin que esto representara un problema, lo que contribuyó a que la cantidad y calidad disminuyera en muchas regiones y localidades, debido a la alteración de los ecosistemas acuáticos y del ciclo del agua. De esta manera, los ecosistemas acuáticos se enfrentan al desconocimiento sobre la importancia de su conservación así como a la falta de implementación de instrumentos apropiados que estimulen el manejo sustentable del agua.

## Impacto ambiental de las actividades humanas

La actividad humana está ligada al sistema natural en la forma en que utiliza a la naturaleza, de tal manera que el hombre realiza un conjunto de prácticas para obtener bienes y servicios y satisfacer sus necesidades. Una de ellas es la agricultura, como medio para conseguir

los alimentos que necesita (autoconsumo), y para comercializarlos en diversas escalas. De acuerdo con Sammarchi (1999), en las últimas décadas el desarrollo del sector agrícola se volvió sinónimo de incremento de la productividad de la tierra para realizar exportaciones, lo cual implicaba lograr eficiencia a corto plazo, sobre la permanencia a largo plazo del producto. Esto derivó en una expansión de la frontera agrícola, que aunada a la aplicación de un modelo tecnológico, que prioriza las ganancias y no considera la resiliencia de los ecosistemas, le causó grandes daños a los recursos naturales, entre ellos el deterioro de selvas y bosques, la erosión de suelos, la sedimentación de los cauces de agua, la destrucción de la fauna silvestre, las alteraciones climáticas y la pérdida de biodiversidad. De la misma manera, la agricultura también perjudica los recursos hídricos, cuando los sistemas de riego son ineficientes y las pérdidas son mayores que el aprovechamiento del agua, además la intensificación de la producción de un cultivo trae consigo el incremento de las extracciones, y cuando no se considera el equilibrio entre extracción y capacidad de recarga se produce una sobreexplotación del acuífero, que provoca descensos piezométricos y deterioro de la calidad de agua, entre otros. En el caso del riego tradicional, los efectos se relacionan con el uso ineficiente de agua, ya que hay pérdidas en los canales o acequias (Vera y Romero 1994); como sucede en Cuatro Ciénegas, y en la mayoría de los sistemas de riego tradicionales del país, debido a que hay pocos incentivos para cambiarlos e implementar tecnologías más eficientes lo que, entre otras causas, ha dado lugar a los acuíferos sobreexplotados (Dinar et al. 2008).

## Gestión ambiental

En la relación entre ambiente y sociedad, el hombre transforma la naturaleza para satisfacer sus necesidades, lo que repercute en sus condiciones de vida y también en el ambiente. Sánchez (2007) plantea que la definición de gestión ambiental se deriva de las inquietudes por la relación ambiente y sociedad, así como por las actividades económicas que sustentan el desarrollo social, que han permitido la conformación de instituciones, que operan de acuerdo con legislacio-

nes, normas y reglamentos para orientar la política ambiental. Por su lado, Rodríguez y Espinoza (2002) definen como gestión ambiental al conjunto de acciones que el gobierno, la sociedad civil y los actores públicos y privados llevan a cabo para preservar, restaurar, conservar y utilizar sustentablemente el ambiente. Incluyen la puesta en marcha de políticas, planes y programas dentro de un marco legal, además se movilizan recursos económicos, técnicos y humanos para la aplicación de diversos instrumentos. Al respecto, Valadez y Reyes (2007) señalan que la implementación de la gestión ambiental suele ser muy difícil, debido a que los problemas no se presentan de manera gradual, sino sucesiva, y en ocasiones acumulativa e imperceptible, al mismo tiempo los intereses de la sociedad no son homogéneos. Lo que desemboca en que la implementación de los planes elaborados por expertos por lo general quede en retórica, e impide que los resultados sean satisfactorios.

De acuerdo con lo anterior, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2001) indica que comprender la complejidad del medio ambiente es una de las dificultades para la consolidación de la gestión ambiental. Frente a esto, se cuenta con la capacidad para incidir en el medio ambiente, a través de factores y procesos institucionales que se ubican en cuatro aspectos: a) culturales (conocimiento científico, cultura, conciencia colectiva, organización de la sociedad, participación social); b) normativos (desarrollo de legislación nacional o local, que incluye normas técnicas); c) político-administrativos (estructuras de gobierno, definición de competencias, articulación entre órdenes de gobierno) y d) internacionales (desarrollo de un orden jurídico global, instituciones multilaterales y mecanismos de cooperación y financiamiento). Además, en el proceso de gestión debe destacarse la participación de la sociedad civil, así como establecer una coordinación multidisciplinar en la generación de información, para crear propuestas integrales que consideren las diversas aristas de las cuestiones ambientales.

## Gestión del agua en México

En materia de agua, la Ley de Aguas Nacionales (DOF 2014) define a la gestión hídrica como el proceso basado en un conjunto de principios,

normas, políticas, instrumentos, bienes, recursos, derechos, responsabilidades y atribuciones a través de las cuales el Estado, los usuarios y las organizaciones civiles se coordinan para promover e instrumentar acciones encaminadas al control y manejo de cuencas hidrológicas y acuíferos, la regulación de la explotación, el uso o aprovechamiento del agua y a su preservación y sustentabilidad, en términos de cantidad y calidad. Considera también los riesgos de la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos, daños a los ecosistemas vitales y al ambiente.

Históricamente, la gestión del agua en México ha estado orientada a satisfacer la demanda del recurso según una visión técnica, a través de la construcción de infraestructura hidráulica, y en la planeación y administración de recursos hídricos se ha dejado de lado la perspectiva ecosistémica integral, la cual considera la interacción entre el medio físico, el social, el económico, el tecnológico y el político. Esta visión favoreció que con el tiempo aumentara la presión sobre los recursos hídricos subterráneos y superficiales, aunado al problema de la contaminación (Perevochtchikova 2010). Sin embargo, la gestión hídrica en México ha evolucionado en dos etapas principales, primero cuando un gobierno centralista administraba el recurso, a través de sus instituciones federales; en la segunda se buscó su descentralización y democratización, así como la privatización del recurso (Rolland y Vega 2010). Durante esta segunda etapa se ha intentado transitar hacia una gestión integral del recurso hídrico (GIRH), la cual considera a la cuenca hidrológica como unidad de análisis y busca integrar la participación de los usuarios y de la sociedad en el proceso, al transferirles la necesidad de conservar los ecosistemas. Para que se lleve a cabo la integralidad ambiental y social, Ruiz y Georg (2008) sugieren que la GIRH requiere un sistema político-institucional estable que coordine los niveles jerárquicos de administración, donde el local es clave para el control y el monitoreo. Además, uno de los retos que plantea la GIRH es la definición de intereses sobre el agua, que incluya a todos los usuarios de manera equitativa; también se debe considerar que no hay una solución única para resolver los problemas del agua, sino que son diferentes y relativas al contexto socioeconómico en cuestión.

La necesidad de aplicar la GIRH se expone con claridad en varios trabajos que abordan el manejo del agua en el norte de México (Cas-

tro et al. 2011; Vandervoet et al. 2013; Slack et al. 2013; Cortez et al. 2014), donde se señala la existencia de conflictos por el recurso y la importancia de la GIRH, y de abordar los retos que supone la participación de actores locales que buscan el manejo sustentable del agua. Se debe apuntar hacia su gobernanza y solventar problemas como la no transversalidad normativa e institucional, esto es, la desvinculación entre la norma y las decisiones en cuanto al recurso hídrico, así como la falta de acceso de los actores sociales a la información (El Colegio de México, COLMEX et al. 2012). Esta situación se hace evidente en el análisis de resultados y conclusiones de este estudio de caso.

## Relevancia ambiental del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatro Ciénegas

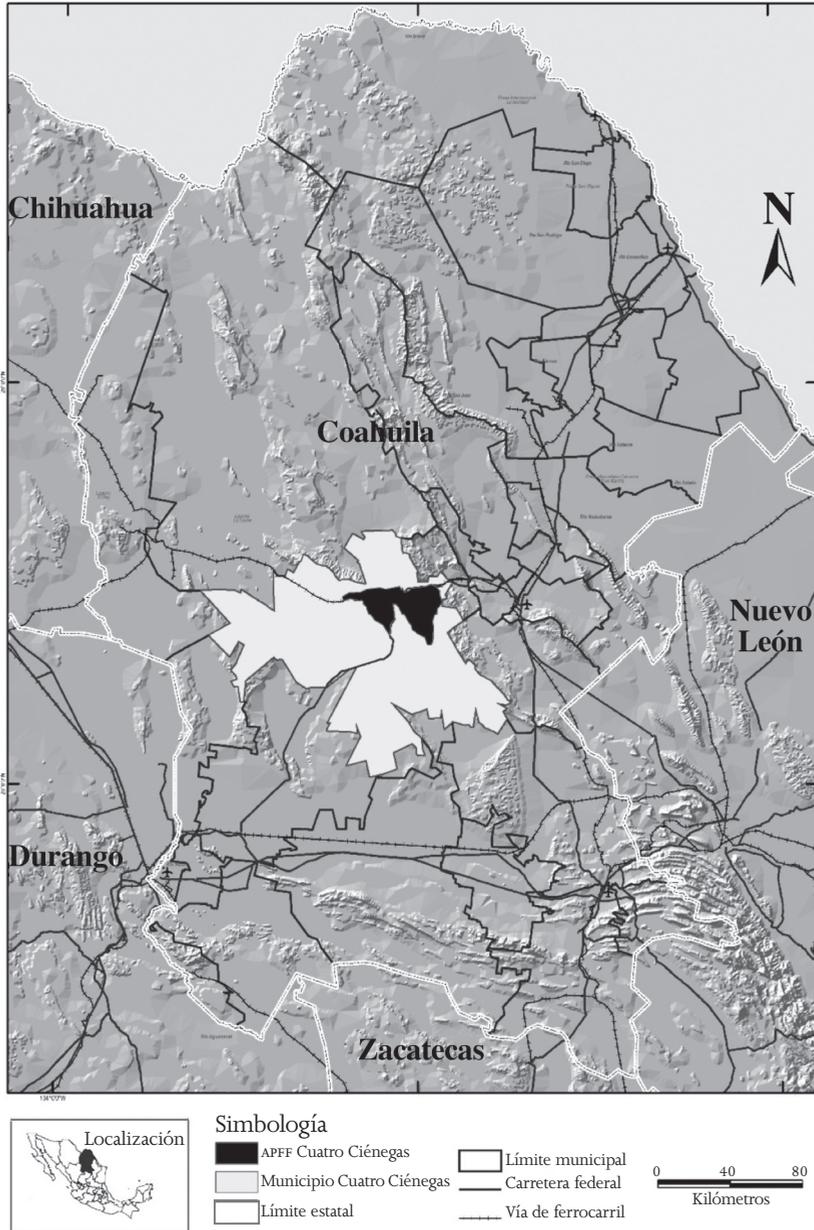
El APFF Cuatro Ciénegas está ubicada en la parte central del estado de Coahuila, y pertenece al municipio de Cuatro Ciénegas de Carranza, a 80 km al oeste de Monclova (véase figura 1), y cuenta con 13 013 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI 2010). Esta ANP se asienta dentro del valle de Cuatro Ciénegas, cuya extensión es de 150 mil hectáreas, de las cuales ocupa 84 347, y está entre las cadenas montañosas altas de la Sierra Madre Oriental (INE-SEMARNAP 1999), con elevaciones superiores a los 3 mil msnm (Pinkava 1984).

En cuanto a su hidrología superficial, el valle de Cuatro Ciénegas forma parte de la región hidrológica Bravo-Conchos y, respecto a la subterránea, pertenece al acuífero de Cuatro Ciénegas (INE-SEMARNAP 1999). Existen más de 300 pozas que brotan de manantiales, ubicados en su mayoría en las faldas de la sierra de San Marcos y Pinos (véase figura 2); también hay algunos ríos, como el Mezquites, lagunas, ciénegas, pantanos y canales artificiales (Minckley 1969, citado en Dinger et al. 2005).

El suelo del valle es de tipo litosol en la parte de las sierras, y aluvial en el piso; tiene gran cantidad de sales disueltas del tipo carbonatos, sulfatos y yesos, y se registran valores de conductividad eléctrica que van de los 15 deciSiemens por metro (dS m<sup>-1</sup>) a los 105 dS m<sup>-1</sup> (INE-SEMARNAP 1999; Ortiz 2012). En cuanto al clima, las tempe-

Figura 1

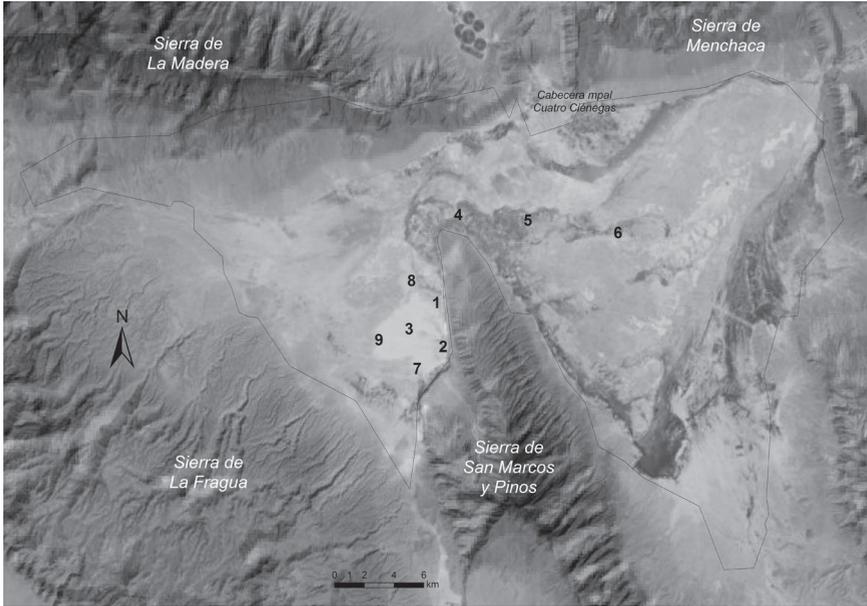
Ubicación de Cuatro Ciénegas, Coahuila



Fuente: elaboración propia, con base en información del INEGI (2014) y de CONABIO (2014).

Figura 2

## Principales cuerpos de agua en el valle de Cuatro Ciéneas



## Simbología

- |                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| 1 Poza La Becerra | 6 Las Playitas         |
| 2 Poza Churince   | 7 Poza Bonita          |
| 3 Laguna Churince | 8 Humedal El Garabatal |
| 4 Poza Azul       | 9 Dunas de yeso        |
| 5 Río Mezquites   |                        |

Fuente: elaboración propia, con base en información del INEGI (2014) y de CONABIO (2014).

raturas son extremas, van de los 44°C en verano a menos de 0°C durante el invierno, con precipitaciones anuales menores a los 200 mm (INE-SEMARNAP 1999; Guerrero 2007).

La combinación de las condiciones desérticas con cuerpos de agua abundantes y suelos salinos y yesosos ha originado una gran diversidad de especies de flora y fauna, por lo que el valle es considerado uno de los dos ecosistemas desérticos de América del Norte, que se caracterizan por endemismos elevados, que alojan 70 especies acuáticas de vertebrados y siete de invertebrados, entre ellos un gran número de caracoles y peces (Schmidt y Owens 1944; Minckley 1969; Cole 1984; Hershler 1985 y Contreras-Balderas 2004, citados

en Escalante 2008). De acuerdo con el programa de manejo del ANP, los grupos faunísticos principales son anfibios, reptiles, crustáceos, moluscos, caracoles, insectos y peces, destacan estos últimos debido a que representan el más grande en cuanto a diversidad y endemismo, con 16 especies, de las cuales 9 son endémicas, lo que es inusual para una zona árida (INE-SEMARNAP 1999). Cuatro Ciénegas también se ha caracterizado por poseer una amplia variabilidad genética de microorganismos endémicos, un ejemplo son los tapetes microbianos encontrados en las pozas los cuales forman estructuras conocidas como estromatolitos cuya presencia, de millones de años en la tierra, ha permitido que científicos estudien la evolución de la vida primitiva en el planeta (Castro et al. 2011; Guerrero 2007; Souza et al. 2006). De acuerdo con Pinkava (1984), la riqueza florística del valle consiste en 879 especies de plantas vasculares y 23 endémicas.

Las características del medio físico también permitieron la formación de dunas de yeso, que albergan especies endémicas de plantas gipsófitas y un escorpión; además, estas dunas son consideradas las más importantes de México y las segundas más grandes en extensión en América del Norte (Contreras 1984; INE-SEMARNAP 1999). Por otro lado, el afloramiento de cuerpos de agua en la superficie favoreció la existencia de humedales, como El Garabatal, uno de los más importantes a escala nacional e internacional, ya que está clasificado como un sitio Ramsar, por lo que es prioritario en el mundo (INE-SEMARNAP 1999). Además, Cuatro Ciénegas es una de las 16 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (INE-SEMARNAP 1999; Romo 2012).

## Actividad agrícola dentro del valle de Cuatro Ciénegas

Desde su fundación, en 1800, Cuatro Ciénegas ha basado su desarrollo en la agricultura, además su posición geográfica fue estratégica para constituirse en un centro comercial y de intercambio de ganado, minerales, candelilla y guayule entre el noroeste del estado y ciudades como Monclova, Saltillo y Torreón (INE-SEMARNAP 1999). Existen diversos tipos de tenencia de la tierra, la propiedad privada, los terrenos federales, los ejidos y los pequeños propietarios. De acuerdo con el

programa de manejo del ANP, 11 ejidos ocupan 41 por ciento de su superficie, mientras que el resto son pequeñas propiedades; ambos tipos de tenencia están asociados con la actividad agrícola, la cual constituye 40.32 por ciento de la población económicamente activa de Cuatro Ciénegas (DOF 2008; CONAGUA-IMTA 2008). Uno de los principales cultivos del área es la alfalfa, debido a que la industria lechera en la Comarca Lagunera, una de las más importantes cuencas lecheras del país con una producción creciente de 900 mil litros diarios, promueve la producción de forrajes, que constituyen 80 por ciento de la superficie cultivada (CONAGUA-IMTA 2008). Aunque el desarrollo de la agricultura ha sido importante, la mayor parte del agua superficial es conducida hacia otras zonas agrícolas como Lamadrid, Sacramento, San Buenaventura y Nadadores ubicadas en otros valles, a través de los canales Santa Tecla y Saca Salada (DOF 2008). De esta forma, la actividad agrícola dentro y fuera del valle, y el aprovechamiento del agua han causado daños al ecosistema de la zona.

## Metodología

La metodología de análisis partió de la identificación de actores clave,<sup>5</sup> involucrados en la gestión del agua, propuesta por la CONAGUA-SEMARNAT (2007), también se consultaron fuentes hemerográficas y secundarias como internet, bibliografía especializada en el tema, convenios, planes y programas relacionados con dicha gestión. Una vez contactados los primeros actores identificados, se prosiguió con la técnica de “bola de nieve”, en la que las personas identificaban a otros actores involucrados; en total fueron 14, clasificados por tipo en gubernamental, académico, ejidatario y asociación civil (véase figura 3).

En 2013 se hicieron entrevistas semiestructuradas<sup>6</sup> a estos actores clave en Saltillo y en el municipio de Cuatro Ciénegas, fueron graba-

<sup>5</sup> Los actores clave son los que poseen poder, capacidad y medios para decidir e influir en áreas que permitan o no el desarrollo del proyecto, y en algunos casos pueden manifestarse explícitamente a favor o en contra de él (CONAGUA-SEMARNAT 2007).

<sup>6</sup> Para estas entrevistas existe un “guión” con los temas que deben tratarse, sin embargo, el entrevistador puede elegir el orden y el modo de formular las preguntas según le resulte más conveniente (Corbetta 2007).

Figura 3

## Lista de actores clave

No.	Institución	Tipo
1	Pronatura Noreste A. C.	Asociación civil
2	CONAGUA	Gubernamental
3	Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila	Gubernamental
4	Secretaría de Turismo de Coahuila	Gubernamental
5	Gobierno municipal de Cuatro Ciénegas	Gubernamental
6	Personal del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatro Ciénegas	Gubernamental
7	Proyecto de investigación en Cuatro Ciénegas	Académico
8	Ejidatario Cuatro Ciénegas	Ejidatario
9	Fomento Agropecuario de Cuatro Ciénegas	Gubernamental
10	Desarrollo Sustentable del Valle, A. C.	Asociación civil
11	Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero de Cuatro Ciénegas	Gubernamental
12	Ejidatario Cuatro Ciénegas	Ejidatario
13	Museo del Desierto	Gubernamental
14	Proyecto de investigación en Cuatro Ciénegas	Académico

Fuente: elaboración propia.

das y transcritas. La información obtenida sobre la gestión del agua y sus impactos socioambientales se analizó a partir de una derivación del método de la teoría fundamentada, definida como una metodología inductiva que “propone un proceso de análisis cualitativo con el objetivo de generar proposiciones teóricas fundamentadas en los datos empíricos”. Dicho análisis requiere la aplicación del “método comparativo constante y los criterios de muestreo teórico y saturación conceptual de las categorías encontradas” (Carrero et al. 2012, 21). Para Fernández (2006), la teoría fundamentada requiere la reducción del texto en códigos.

La teoría fundamentada constituye una forma de representar la realidad del fenómeno estudiado, sin embargo no sólo busca describir la realidad social investigada, sino también exponerla con explicaciones teóricas más formales (Carrero et al. 2012). Por lo tanto, como

el objetivo del presente trabajo no es generar teoría formal, se optó por utilizar una derivación de la teoría fundamentada, y enfocarse en la generación de categorías y el análisis de las relaciones relevantes que hay entre ellas, para explicar el proceso de la gestión del agua y sus impactos sociales y ambientales. Además, para complementar el análisis, se utilizó la técnica de contrastación documental,<sup>7</sup> con documentos oficiales de la CONAGUA, la CONANP, la SEMARNAT, la Secretaría de Turismo, la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila y Secretaría de Turismo de Coahuila, así como con datos estadísticos del INEGI.

## Impactos socioambientales de la gestión del agua en Cuatro Ciénegas

Mediante la derivación de la metodología de la teoría fundamentada se encontraron 279 unidades de análisis, consistentes en frases u oraciones mencionadas en las entrevistas relacionadas con los impactos socioambientales<sup>8</sup> de la gestión del agua; estas unidades se agruparon en siete códigos y a su vez éstos en dos categorías: impactos sociales e impactos ambientales, algunos de ellos están asociados con las acciones de gestión del agua implementadas por diversas instituciones, definidas como las que ponen en marcha políticas, planes, programas y proyectos encaminados a la gestión hídrica dentro de un marco legal, además se movilizan recursos económicos, técnicos y humanos para la aplicación de diversos instrumentos (véase figura 4).

<sup>7</sup> La contrastación documental primero compara un enunciado hipotético (entrevistas semiestructuradas) con una fuente de información pertinente y veraz (documentos analizados), después determina una conclusión sobre la veracidad o falsedad del enunciado, con base en la comparación anterior (Dieterich 2001).

<sup>8</sup> Según la Real Academia Española (2012), impacto es la “huella o señal que deja”. La SEMARNAT (2013) define impacto ambiental como la “modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”, y existen diversas clasificaciones: a) positivo o negativo; b) directo o indirecto; c) acumulativo; d) sinérgico; e) residual; f) temporal o permanente; g) reversible o irreversible y h) continuo o periódico. El impacto social se refiere a los efectos de acciones o proyectos sobre una comunidad (Moore M. 1993). En este trabajo se conceptualiza impacto socioambiental como el efecto de una acción –gestión del agua– sobre una comunidad y sobre el ambiente, y sólo se analizan los positivos y negativos.

Figura 4

## Acciones relacionadas con la gestión del agua

Acciones	Institución	Objetivo	Resultado
Decreto del acuífero de Cuatro Ciénegas como zona reglamentada	CONAGUA	Regulación de pozos, volúmenes extraídos y otorgamiento de concesiones	Especulación de los habitantes por falta de información
Proyecto de modernización de riego	CONAGUA	Entubado de canales para obtener eficiencia en conducción de 67% a 95%	Inconformidad de los ejidatarios, ya que se acordó entregar 550 l/s, y reciben 480 l/s
Proyecto Museo del Desierto	Museo del Desierto	Establecer un centro de interpretación y recuperación de especies endémicas	No se ha concluido
Proyecto nopal verdura en invernadero	CONANP	Diversificación de cultivos menos demandantes de agua	Los ejidatarios lo consideran no redituable
Programa apoyo a la inversión en equipamiento e infraestructura	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Financiamiento para actividades agrícolas	Fomento de la actividad agrícola
Cierre de balnearios naturales, La Becerra y Las Playitas	PROFEPA y CONANP	Regular la actividad turística en estos cuerpos de agua	Se controlaron los impactos ambientales causados por el turismo
Inventario total de la biodiversidad del sistema Churince	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Promover la educación ambiental e instalación de un laboratorio de biología molecular en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 22, Cuatro Ciénegas	Divulgación de la riqueza de especies y endemismos; identificación de especies nuevas de bacterias

Fuente: elaboración propia.

## Impactos sociales

De acuerdo con el objetivo de esta investigación, se identificó la categoría de impactos sociales, definidos como los efectos en las actividades económicas de los usuarios del agua y en la calidad de vida de los habitantes del valle de Cuatro Ciénegas por la implementación de acciones de gestión del agua, así como por el ANP relacionadas con el manejo del agua (véase figura 5).

Figura 5

## Impactos sociales de la gestión del agua

Código	Impacto social	
Impacto social de las acciones de gestión del agua implementadas en la actividad agrícola	Negativo	Inconformidad y molestia porque no hubo consenso
	Negativo	Especulación debido a la falta de información
	Negativo	Debilitamiento de la relación entre usuarios e instituciones debido a la falta de diálogo
	Negativo	Afectación a pequeños productores debido a políticas inequitativas
	Negativo	Disminución de ingresos económicos por problemas en el proyecto de entubado de canales de riego
	Negativo	Apatía hacia proyectos poco redituables (siembra de nopal verdura) o incosteables (instalación de invernaderos)
Impacto social de las acciones implementadas por el ANP en la actividad agrícola	Nulo	No hubo modificación en la forma de manejar el agua; el programa de manejo del ANP estableció lineamientos sobre la construcción de obras de aprovechamiento
Impacto social de las acciones implementadas por el ANP en la actividad turística	Positivo	Regulación de la actividad turística
	Positivo	Reconocimiento de la importancia ecológica del valle
	Positivo	Inversión en equipamiento, capacitación y señalamiento del ANP
	Positivo	Incremento de turismo de alta derrama (científicos nacionales e internacionales)
	Positivo	Crecimiento de fuentes de empleo
	Positivo	Aumento del número de hoteles
	Positivo	Ordenamiento de la mancha urbana de Cuatro Ciénegas
	Positivo	Declaración de Pueblo Mágico a Cuatro Ciénegas
	Negativo	Disminución de actividad restaurantera y hotelera por el cierre de poza La Becerra como balneario (2008) y del balneario Las Playitas (2004)
Negativo	Inconformidad por la prohibición de usos tradicionales de los recursos naturales (balnearios naturales)	
Impacto del ANP en la población	Negativo	Descontento con el establecimiento del ANP, porque no hubo consenso para su decreto ni en la elaboración del programa de manejo
	Negativo	Hostilidad por parte de los habitantes del valle hacia el ANP debido a que asocian conservación con restricción
	Negativo	Descontento de los habitantes porque el ANP les prohibió continuar con el azolvamiento del río Churince
	Negativo	Percepción de que se favorece más al ecosistema que a los habitantes

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse, existen efectos negativos derivados de la gestión del agua, lo que se traduce en un descontento casi generalizado entre los habitantes de Cuatro Ciénegas hacia las acciones de gestión implementadas por las instituciones involucradas, entre ellas la CONANP y la CONAGUA. De acuerdo con lo mencionado en la figura 5, dicho descontento se asocia con la falta de consensos con los usuarios del agua, así como a la falta de información sobre dichas acciones, lo cual genera una especulación sobre las implicaciones que tendrán en la producción de sus cultivos. El resultado es que los usuarios se sienten limitados para llevar a cabo las labores que históricamente han realizado, como las agrícolas. Además, consideran que las acciones de gestión están perjudicando más a los pequeños productores y ejidatarios, no así a los grandes ni a los usuarios de otros valles, que son quienes utilizan mayores cantidades de agua, tal como lo indicaron algunos entrevistados: “A nosotros como ejidatarios nos han afectado mucho y nos han restringido bastante, o sea cuando nosotros siempre buscamos la manera de conservar, de cuidar el agua, y o sea otros vienen y hacen perforaciones grandísimas y ellos como si nada [...]”, (asociación civil, 2 de diciembre de 2013). “El campesino lleva viviendo muchos años de eso, él no es el que se está acabando el agua, son las empresas [...]” (actor gubernamental, 4 de diciembre de 2013).

Otra inconformidad de los usuarios es la implementación de proyectos como el entubado de canales de riego, el cual tuvo problemas técnicos que causaron que llegara menor cantidad de agua de la acordada, al respecto un entrevistado mencionó que “la cantidad que les está llegando a ellos por medio de esta tubería, ellos tienen una merma en la superficie que alcanzaban a regar entonces pues lógicamente eso les disminuye su ingreso familiar y pues están en desacuerdo con la obra” (actor gubernamental, 5 de diciembre de 2013).

Los impactos sociales positivos se refieren a la manera en que el ANP favoreció la conservación del ecosistema, así como al incremento de la derrama del turismo, que benefició a los habitantes que dependen de él. Pese a ello, la mayoría vio negativo el decreto de área protegida, ya que consideran que ésta se ha enfocado más en la conservación del ecosistema que en el desarrollo de la población; al respecto, un entrevistado mencionó que “el área protegida es buena, es bueno proteger y contra ello nunca hemos estado, o sea al contrario,

que bueno que haya alguien que se preocupe, el problema es quién ejecuta, [...], o sea un área protegida abarca todo y conserva todo, por decir que le vaya bien al medio ambiente y que le vaya a los productores bien [...]" (ejidatario, 2 de diciembre de 2013).

## Impactos ambientales

En la figura 6 se exponen las acciones de gestión del agua que han generado impactos ambientales, definidos como los efectos causados por las actividades agrícolas y turísticas, asociadas a la manera en que se ha gestionado el agua en el valle de Cuatro Ciénegas. También incluye el código problema ambiental, definido a partir de que los entrevistados identificaron que el manejo inadecuado del agua de la agricultura deteriora los cuerpos de agua en cuanto a cantidad y calidad, tanto en Cuatro Ciénegas como en los valles del Hundido (al sur) y de Calaveras (al norte), con los que se supone que el acuífero de Cuatro Ciénegas está conectado y en los que se asientan consorcios ganaderos que están extrayendo grandes cantidades de agua. Al respecto, un entrevistado mencionó que "esos son los valles que son contiguos, [...], del valle de Calaveras que está al norte sí está demostrado que está conectado, en el caso del valle del Hundido que es el que está ahí en pleito [...] no hay un consenso más que la versión oficial de la CONAGUA es que están desconectados, pero la versión oficial no es la correcta [...]" (asociación civil, diciembre de 2013).

Con base en lo anterior, se generó el código del impacto ambiental relacionado con la actividad agrícola, una de las que consume más agua (82.83 por ciento), sobre todo para el riego de cultivos forrajeros (alfalfa, nopal, sorgo). Debido a la importancia de la industria lechera en la región, se ha incrementado la superficie destinada a la agricultura (CONAGUA-IMTA 2008). Esto ha implicado más extracción de agua para el riego de los cultivos, tanto de los cuerpos de agua superficiales como de los pozos. Además, se encontró que la agricultura del valle conlleva el desperdicio de agua, por el empleo de sistemas de riego ineficientes (por inundación), la siembra de cultivos que demandan mucha agua (alfalfa) y la falta de nivelación de los terrenos,

Figura 6

Impactos ambientales en la gestión del agua

Código	Impacto ambiental	
Problema ambiental	Negativo	Deterioro de los cuerpos de agua en cuanto a cantidad y calidad, debido al manejo inadecuado del agua en Cuatro Ciénegas y en los valles aledaños del Hundido y de Calaveras
Impacto ambiental relacionado con la actividad agrícola	Negativo	Incremento de la demanda de agua para riego, debido al aumento de la superficie agrícola
	Negativo	Pérdida de agua por riegos ineficientes (por inundación), canales viejos, cultivos altamente demandantes (alfalfa) y desnivelación de terrenos
	Negativo	Pérdida de especies endémicas como la tortuga negra de Cuatro Ciénegas, porque la extracción de agua para riego disminuyó las áreas inundadas de algunas pozas
	Negativo	Dispersión de especies exóticas como el carrizo, lirio acuático y pez joya, debido a la interconexión artificial de pozas
	Negativo	Fragmentación y reducción de humedales Ramsar, de 2 500 ha a 10% de esta superficie
	Negativo	Disminución del humedal El Garabatal, debido al dragado y apertura de canales en la poza La Becerra en los años sesenta
	Negativo	Disminución del río Garabatal, que se estaba recuperando, debido a que recientemente se abrió la compuerta de la poza para compensar la disminución de agua, causada por las fallas en el proyecto del entubado del canal de La Becerra
	Negativo	Disminución drástica de la laguna Churince en 2006, lo que en parte se atribuye a la apertura de pozos en el valle del Hundido
	Negativo	Disminución de biodiversidad endémica en el sistema Churince, entre las que se encuentra la tortuga bisagra ( <i>Terrapene Coahuila</i> ) y los estromatolitos
	Positivo	Los impactos en la laguna Churince sirvieron como precedente para una serie de estudios sobre la interconexión entre el acuífero de Cuatro Ciénegas y el del Hundido
Impacto ambiental relacionado con la actividad turística	Negativo	Antes del decreto de ANP, el turismo no estaba regulado y se sobrepasaba la capacidad de carga de los cuerpos de agua, y generaba contaminación, alteración de los ecosistemas acuáticos y deterioro de la vegetación

Fuente: elaboración propia, con base en el trabajo de campo, para el cual se visitaron algunos de los cuerpos de agua ubicados en la figura 2.

lo que a su vez ha perjudicado al ecosistema. De acuerdo con los entrevistados, uno de los daños más significativos derivados del manejo del agua para el sector agrícola ha sido la reducción y fragmentación de la superficie de humedales, reconocidos como sitios Ramsar. Al respecto, se mencionó que “un humedal tenía alrededor de 2 500 ha de superficie [...] ahora cuenta con alrededor del 10 por ciento si mucho [...]” (actor gubernamental, 2013).

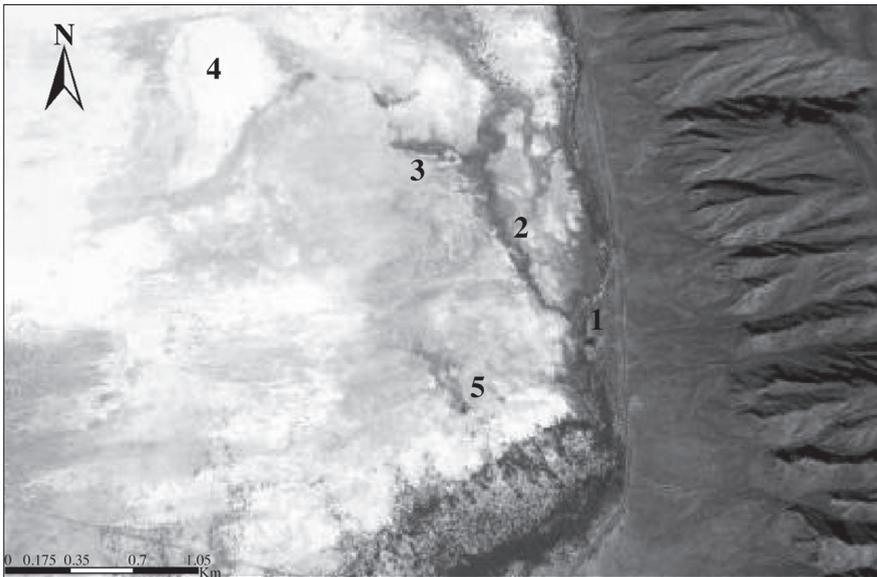
Otro entrevistado indicó que se redujo la superficie del humedal El Garabatal; su extensión original era de 800 hectáreas, y ha presentado diversas variaciones, en los años sesenta se secó, debido al dragado y establecimiento de canales en la poza de La Becerra. Después se llevaron a cabo acciones para recuperarlo, como lo mencionó otra persona: “Nosotros llevábamos muchos años exigiendo que se cerrara la compuerta del canal de La Becerra, [...], finalmente no cerraron la compuerta sino que taparon con cemento y ladrillos, [...], y eso hizo que se recuperara un río que llevaba seco [...] el río el Garabatal, y al recuperar ese río se recuperó el humedal alrededor del Garabatal [...]” (actor académico, 1 de febrero de 2014). Pese a ello, debido a las fallas en el entubado del canal La Becerra y a la demanda de agua de los agricultores, en las primeras semanas de julio del presente año se abrió la compuerta de la poza, lo que llevó a una reducción drástica del río Garabatal, que ya llevaba año y medio con agua y se estaba recuperando (*La Jornada* 2014).

De igual manera, la actividad agrícola fuera del valle ha dañado al ecosistema, como ocurrió con la desecación de la laguna Churince, ubicada al sur, en la ladera oeste de la sierra de San Marcos y Pinos, y además forma parte del sistema Churince, constituido por la poza Churince, la laguna Intermedia, el río Churince y la poza Bonita (véase figura 7). Dicho evento se registró en 2006, la laguna Churince prácticamente había desaparecido, lo cual coincidió con la apertura de pozos en el valle del Hundido; sin embargo, también se atribuye a otras causas, ya que 2005 fue un año seco, además se presentaron unas grietas denominadas abras, por donde se escapaba el agua que la alimenta (INE 2009).

Durante 2006 se observaron fluctuaciones en la laguna Churince, y en 2007 hubo una mejoría; sin embargo, en agosto de 2009 la laguna

Figura 7

Sistema Churince



Simbología

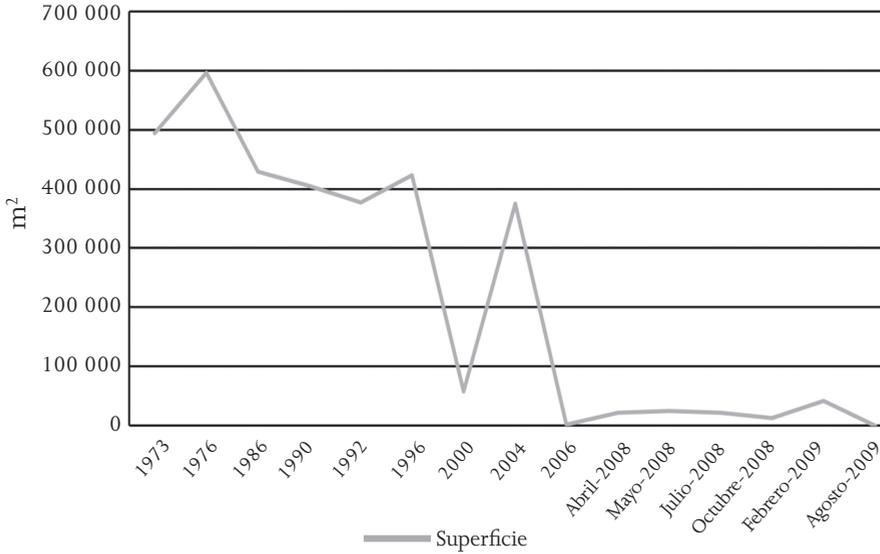
- 1 Poza Churince
- 2 Río Churince
- 3 Laguna Intermedia
- 4 Laguna Churince
- 5 Poza Bonita

Fuente: elaboración propia, con base en la imagen del software Environmental Systems Research Institute, Inc., 2014, versión 10.2.

estaba seca y en algunas partes el canal de comunicación entre la poza y la laguna estaba azolvado. En este sentido, en 2007 la CONANP y el INE iniciaron un monitoreo con piezómetros del nivel de las principales pozas de la zona, entre ellas la Churince; en el caso de la laguna Churince, el análisis se realizó con imágenes de satélite Spot y Landsat. Se concluyó que los niveles de agua en la poza descenden cuando la temperatura aumenta debido a los procesos de evaporación, mientras que los más altos se observan en otoño e invierno; sin embargo, la correlación de los niveles de agua con la temperatura sólo explica 33.9 por ciento de la variabilidad, mientras que 66.1 se asocia a otros factores como la precipitación, la filtración, los escurrimientos y la

Figura 8

Variación de la superficie de agua en la laguna Churince, 1993-2009



Fuente: elaboración propia, a partir de análisis multitemporal de cuerpos de agua del APFF Cuatro Ciénegas, Coahuila (INE 2009).

extracción (INE 2009). En cuanto a la variación de la laguna Churince, ha contraído y expandido su espejo de agua a lo largo del periodo analizado (véase figura 8). Además, en 1968 Minckley ya había registrado descensos similares, en los que la laguna volvía a recuperar su superficie en los años siguientes. No obstante, a partir de 2006 la dinámica comenzó a ser más drástica, con la pérdida de 99 por ciento de su superficie. Este comportamiento se relaciona con el aumento de temperatura, pocos días de lluvia y la extracción de agua para la agricultura en los alrededores del APFF (INE 2009).

La disminución en el nivel de la poza Churince provocó la pérdida de los humedales que eran irrigados por sus aguas, a través del río Churince, así como de especies endémicas, como la tortuga bisagra (CONANP 2010). Algunos entrevistados expresaron su inconformidad hacia el monitoreo de la CONANP, debido a que los ejidatarios realiza-

ban actividades de azolvamiento para que el agua fluyera, sin embargo la dirección del ANP las prohibió: “Antes del ANP nosotros le limpiábamos para que le llegara agua a la laguna, año con año. Cuando entró el ANP ya no nos dejó hacer nada y lo único que hicieron fue poner marcas en donde iba disminuyendo el nivel [...]” (actor gubernamental, 7 de diciembre de 2013). Otro actor gubernamental, originario de Cuatro Ciénegas, rechazó el argumento de que la sequedad de la laguna Churince se debiera a un problema ambiental, ya que de acuerdo a su experiencia, se trata de un proceso natural.

La sobreexplotación del agua del sistema Churince, supuestamente causado por los valles aledaños, fue el precedente para que el presidente de la república ordenara una serie de estudios sobre la interconexión entre los acuíferos de Cuatro Ciénegas y del Hundido. Entre éstos destacan tres, el de Lesser y Asociados S. A. de C. V., en 2001, que determinó que no hay conexión; en 2004, el del Instituto de Ecología de la UNAM comparó las comunidades de bacterias de los valles de Cuatro Ciénegas, del Hundido y de Calaveras y, como encontraron las mismas especies, se concluyó que sí existe conexión y en 2007 la CONAGUA estudió el comportamiento hidrogeológico de los acuíferos, y estableció que sí existe conexión, pero que no hay un flujo de agua, por lo tanto las extracciones del valle del Hundido no afectan a los cuerpos de agua del de Cuatro Ciénegas. Esta última es la versión oficial, sin embargo algunos de los habitantes y académicos no están de acuerdo con ella, porque consideran que la agricultura en los valles aledaños (practicada por empresas como Lala y Soriana) causan más daños que los pequeños ejidatarios de Cuatro Ciénegas.

Por su parte, la actividad turística es relevante para el valle de Cuatro Ciénegas, sin embargo, la falta de regulación dio lugar a un turismo depredador, que sobrepasó la capacidad de carga de los sitios y perjudicó a los ecosistemas acuáticos y a la vegetación del área, como consta en el siguiente testimonio: “El turismo bestial que había antes como en La Becerra, donde dormían 10 mil gentes simultáneamente echando pañales y basura [...]” (actor académico, febrero de 2014). Cabe mencionar que el turismo “depredador” fue regulado a partir de que se decretó el APFF. Pero aún se encuentra en proceso de cambio hacia uno regulado y menos depredador, se fomenta el ecoturismo, el turismo de observación y el científico.

## Conclusiones

Como se mencionó al inicio, la agricultura y el turismo son las actividades económicas más importantes del valle de Cuatro Ciénegas, sin embargo, su regulación inadecuada dañó los ecosistemas acuáticos. La CONAGUA ha realizado acciones de gestión orientadas a la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos, como el decreto de zona reglamentada y el entubado de los principales canales de riego. La CONANP implementó el jardín botánico del Museo del Desierto y los cultivos alternativos de nopal verdura, y la UNAM lideró los proyectos de educación ambiental. Las acciones están dirigidas al incremento en la producción agrícola del valle de Cuatro Ciénegas, a través del programa de apoyo y financiamiento para sistemas de riego de la SAGARPA y, en menor medida, de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas, del Fideicomiso Instituidos en Relación con la Agricultura y de la Secretaría de Agricultura de Coahuila y Fomento Agropecuario del municipio de Cuatro Ciénegas.

El resultado de la falta de coordinación interinstitucional para llevar a cabo las acciones generó impactos socioambientales negativos, en su mayoría; entre los identificados por los ejidatarios y la asociación civil están la disminución de los ingresos económicos, debido al cierre de pozas destinadas al turismo y por la reducción de la cantidad de agua para riego en los canales entubados. También se encontraron impactos ambientales negativos, identificados sobre todo por actores gubernamentales, académicos y asociaciones civiles, asociados con un manejo inadecuado del agua tanto en Cuatro Ciénegas, como en los valles aledaños del Hundido y de Calaveras, por ejemplo la disminución en las poblaciones de caracoles, peces y de la tortuga bisagra, así como la reducción hasta en 10 por ciento de la superficie de los humedales, que son sitios Ramsar, debido a la disminución de la cantidad y calidad de los cuerpos de agua.

La falta de coordinación y concertación entre las instituciones, para implementar las acciones de gestión ha impedido compatibilizar las políticas de conservación con las de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; tampoco se ha incentivado la participación de los usuarios del agua, por lo que las políticas y acciones implementadas no han satisfecho sus necesidades respecto al aprovechamiento

del recurso hídrico. En este sentido, se observa que no existe un punto de acuerdo entre las instituciones ni entre los usuarios del agua del valle, y resulta imperativo el establecimiento de canales de participación efectivos,<sup>9</sup> que permitan alcanzar consensos y desarrollar un piso mínimo de acuerdo entre todos los actores, en el cual se defina la problemática principal del área y, con base en ello, se elaboren propuestas que provengan de ellos. Es importante también otorgarle a dichos canales de participación un poder de influencia en la toma de decisiones relacionadas con la gestión del agua, y asignarles atribuciones jurídicas y recursos económicos para el cumplimiento de sus funciones.

Es necesario que la sociedad adquiriera mayor protagonismo en el diseño y la formulación de políticas o proyectos considerando la diversidad de costumbres y modos de vida de la población, los cuales deben compatibilizarse con un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del área. La inclusión de la sociedad no le resta atribuciones a las instituciones, ya que éstas deben orientar, contribuir y legitimar la participación social. Lo anterior también puede interpretarse como un proceso de gobernanza, y para que ocurra se requiere establecer un marco de aceptación que institucionalice la interacción entre grupos interesados, la negociación de intereses y la mitigación de conflictos, para determinar la manera en que se tomarán decisiones y se ejercerá el poder (Leeuwis y Van den Ban 2004, citado en Brenner y De la Vega 2014).

En Cuatro Ciénegas, la interacción entre actores involucrados resulta más compleja, ya que en la gestión del agua existen usuarios externos: los empresarios ganaderos de los valles del Hundido y de Calaveras y los ejidos de los municipios Sacramento, Nadadores, Frontera y Lamadrid. Respecto a los ejidos, reciben tres cuartas partes del agua que sale del valle a través de canales de riego; en cuanto a los empresarios ganaderos, se documentó la asociación entre la apertura de pozos en dichos valles con la disminución en los nive-

<sup>9</sup> Existen actualmente algunos canales de participación que no han sido efectivos, como el Consejo Técnico Asesor del ANP que, de acuerdo con algunos entrevistados, no ha representado los intereses de la población y se ha dedicado a tergiversar la información proveniente de la dirección del ANP. Otro ejemplo es el consejo de cuencas del valle de Cuatro Ciénegas, de tipo consultivo y no tiene atribuciones jurídicas.

les de la laguna El Churince, y el daño evidente que causaron por la extracción de agua, por lo que es determinante involucrarlos en los procesos de gobernanza, e incluirlos en la aplicación de las acciones de gestión implementadas. Por otro lado, es relevante considerar como una limitante sería el contexto socioeconómico de la región, ya que se le ha dado prioridad a las actividades agropecuarias en el uso del recurso hídrico (Torres et al. 2012), que además se han basado en un modelo extractivo cuyos impactos ambientales y sociales deterioran los ecosistemas.

Por lo anterior, es urgente promover los procesos de gobernanza en los que se incluya por lo menos a un representante de todos los actores involucrados; el presente trabajo puede tomarse como referencia para ello, ya que se tienen identificados a varios, quienes además señalaron, de manera puntual, cómo las acciones de gestión del agua, implementadas por instituciones gubernamentales, han incidido positiva y negativamente en el ecosistema y en las comunidades de Cuatro Ciénegas.

Recibido en noviembre de 2014

Aceptado en febrero de 2015

## Bibliografía

Aldama A., Álvaro, Javier Aparicio, Carlos Gutiérrez O., Manuel Martínez M., Luis González H., Graciela Herrera Z., Ismael Mata A., Miguel Á. Mejía G., Gerardo Ortiz F., Pablo Gallardo A., René Lobato S., José L. Pérez L. y Guillermo Reza A. 2007. Comportamiento hidrogeológico de los acuíferos Cuatro Ciénegas y El Hundido, Coahuila, México. *Ingeniería Hidráulica en México* xxii (3): 37-59.

Bifani, Paolo. 2007. *Medio ambiente y desarrollo*. Guadalajara: Editorial Universitaria.

Brenner, Ludger y Anne Cristina de la Vega Lainert. 2014. La gobernanza participativa de áreas naturales protegidas. El caso de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. *región y sociedad* xxvi (59): 183-213.

- Cabral, P. Hernando y Miguel Á. Cruz N. 2007. *Servicios de ecosistemas en América Latina y el Caribe. Lecciones aprendidas en agua, bosques y ecoturismo*. Colombia: The Nature Conservancy, United States Agency International Development, Alex C. Walker Foundation.
- Carabias, Julia, Rosalva Landa, Jaime Collado y Polioptro Martínez. 2005. *Agua, medio ambiente y sociedad, hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. México: UNAM, COLMEX, Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Carrero, Virginia, Rosa Ma. Soriano y Antonio Trinidad. 2012. *Teoría fundamentada, "groundend theory". El desarrollo de teoría desde la generalización conceptual*. España: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Castro Piña, Liliana, Adriana Carolina Flores Gallegos, Arturo Rodríguez Vidal, Miguel Ángel Aguilar González, Cristóbal Noé Aguilar González y Raúl Rodríguez Herrera. 2011. Aislamiento y caracterización de microorganismos halófilos de suelos salinos de Cuatro Ciénegas Coahuila. *Acta Química Mexicana* 3 (5): 33-43.
- Castro Ruiz, José Luis, Alfonso Andrés Cortez Lara y Vicente Sánchez Munguía. 2011. Gestión del agua en cuencas transfronterizas México-Estados Unidos: algunos elementos conceptuales para su estudio. *Aqua-Lac* 3 (2): 105-114.
- Cole, G. A. 1984. Crustacea from the bolson of Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico. En *Biota of Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico: Proceedings of a Special symposium. Fourteenth annual meeting, Desert Fish Council*, editado por Paul C. Marsh, 3-12. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*.
- COLMEX, CONAGUA, IMTA, Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento. 2012. Hacia un documento de posicionamiento de gobernanza del agua en México. Propuesta para el diálogo. [http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com\\_content&view=article&id=21688:hacia-un-documento-de-posicionamiento-de-gobernanza-del-agua-en-mexico-propuesta-para-el](http://www.agua.org.mx/h2o/index.php?option=com_content&view=article&id=21688:hacia-un-documento-de-posicionamiento-de-gobernanza-del-agua-en-mexico-propuesta-para-el)

- dialogo&catid=1528:gobernanza&Itemid=100220 (3 de marzo de 2015).
- CONABIO. 2014. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, sección portal de geoinformación, México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> (22 de mayo de 2014).
- CONAGUA-IMTA. 2008. Plan de manejo de los acuíferos Cuatrociénegas y Cuatrociénegas-Ocampo, Coahuila, tomo III Plan de Manejo. Coahuila: CONAGUA, Dirección Local Coahuila.
- CONAGUA-SEMARNAT. 2007. Guía identificación de actores clave, serie: planeación hidráulica en México. MÉXICO: SEMARNAT.
- CONANP. 2013. Áreas de protección de flora y fauna. [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/flora\\_fauna.php](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/flora_fauna.php) (1 de marzo de 2014).
- CONANP. 2010. Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. [http://cuatrociénegas.conanp.gob.mx/docs/garabatal/para\\_toda\\_la\\_familia/garabatal\\_2010\\_bicentenario.pdf](http://cuatrociénegas.conanp.gob.mx/docs/garabatal/para_toda_la_familia/garabatal_2010_bicentenario.pdf) (18 de junio de 2014).
- Contreras, B. Salvador. 1984. Environmental impacts in Cuatro Ciénegas, Coahuila, México: a commentary. *Arizona-Nevada Academy of Science* 19 (1): 85-88.
- Corbetta, Piergiorgio. 2007. *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid: McGraw-Hill.
- Cortez Lara, A.A., M.D. Kaplowitz y John Kerr. 2014. Local stakeholder participation in transboundary water management: lessons from the Mexicali Valley. *International Journal of Water* 8 (1): 17-33.
- Dieterich, Heinz. 2001. *Nueva guía para la investigación científica*. México: Ariel.

Dinar, Ariel, Hilda R. Guerrero G. R., Antonio Yúñez N. y Josué Medellín A. 2008. Políticas en el sector agua, instrumentos para la evaluación de sus consecuencias económicas y ambientales. En *El agua en México, consecuencias de las políticas de intervención en el sector*, compilado por Hilda R. Guerrero G. R., Antonio Yúñez N., Josué Medellín A., 11-29. México: Fondo de Cultura Económica.

Dinger, Eric C., Adam E. Cohen, A. Hendrickson y Jane C. Marks. 2005. Aquatic invertebrates of Cuatro Ciénegas, Coahuila, México: natives and exotics. *The Southwestern Naturalist* 50 (2): 237-246.

DOF. 2014. Ley de Aguas Nacionales. 8 de noviembre.

DOF. 2013. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 5 de noviembre.

DOF. 2008. Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos del Acuífero 0528 Cuatrociénegas y se modifican los límites y planos de localización que respecto del mismo se dieron a conocer en el Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, los resultados de los estudios realizados para determinar su disponibilidad media anual de agua y sus planos de localización. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5045495](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5045495) (16 de junio 2008).

Escalante, Ana E., Luis E. Eguiarte, Laura Espinosa Asuar, Larry J. Forney, Ana M. Noguez y Valeria Souza Saldivar. 2008. Diversity of aquatic prokaryotic communities in the Cuatro Cienegas basin. *FEMS Microbiology Ecology* 65: 50-60.

Fernández, Lissette. 2006. ¿Cómo analizar datos cualitativos? *Butlletí LaRecerca* (6): 1-13.

Flores Rivas, Joel David. 2007. El Desierto Chihuahuense y su importancia entre las zonas desérticas de México. *ciencia@sanluispotosi.mx* (28): 4-5.

- Guerrero, M. Verónica. 2007. Cuatro Ciénegas laboratorio de la evolución. [http://www.comoves.unam.mx/articulos/101\\_cuatrociénegas/101\\_cuatrociénegas.html](http://www.comoves.unam.mx/articulos/101_cuatrociénegas/101_cuatrociénegas.html) (12 de noviembre del 2012).
- INE. 2009. Análisis multitemporal de los cuerpos de agua del Área de Protección de Flora y Fauna de Cuatro Ciénegas, Coahuila, informe final. México: INE-SEMARNAT.
- INE-SEMARNAP. 1999. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas. México: SEMARNAP.
- INEGI. 2014. Anuarios estadísticos del estado de Coahuila de 1988 a 2013, sección productos y servicios, México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/productos/> (19 de mayo de 2014).
- INEGI. 2010. Información nacional, por entidad federativa y municipios, sección México en cifras, México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=5> (17 de mayo de 2014).
- Jiménez Herrero, Luis M. 1992. *Medio ambiente y desarrollo alternativo (gestión racional de los recursos para una sociedad perdurable)*. Madrid: IEPALA.
- Johnson, James E. 1984. Special symposium on the biota of Cuatro Ciénegas: a summary. Simposio especial sobre la biota de Cuatro Ciénegas: compendio. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 1 (19): 89-90.
- La Jornada. 2014. Terminaron por secarse las lagunas donde se encuentra Cuatro Ciénegas. 30 de julio.
- McGaugh, Suzanne, Dean Hendrickson, Gary Bell, Hernando Cabral, Kelly Lyons, Lucas Meachron y Oscar Muñoz J. 2006. Fighting an aggressive wetlands invader: a case study of giant reed (*Arundo Donax*) and its threat to Cuatro Cienegas, Coahuila, Mexico. [http://www.desertfishes.org/cuatroc/organisms/non-native/arundo/McGaugh\\_etal\\_2006\\_Arundo\\_en\\_Cuatrociénegas\(bilingue\).pdf](http://www.desertfishes.org/cuatroc/organisms/non-native/arundo/McGaugh_etal_2006_Arundo_en_Cuatrociénegas(bilingue).pdf) (2 de marzo de 2015).

- Moore, M. 1993. *Globalization and social change*. Nueva York: Elsevier.
- Ortiz Acosta, Sandra Eloisa. 2012. Distribución de la salinidad y las comunidades vegetales en el Área de Protección de Flora y Fauna, Cuatro Ciénegas, Coahuila. Tesis de licenciatura en ingeniería en recursos naturales renovables, Universidad Autónoma Chapingo.
- Paredes S., Andrés. 2011. Simulación de la operación de la poza La Becerra con fines de preservación de humedales, flora y fauna del valle de Cuatro Ciénegas. Tesis de maestría en ciencias, Colegio de Postgraduados.
- Perevochtchikova, María. 2010. La problemática del agua: revisión de la situación actual desde una perspectiva ambiental. En *Los grandes problemas de México*, compilado por José Luis Lezama y Boris Graizbord, 61-104. México: COLMEX.
- Pinkava, Donald J. 1984. Vegetation and flora of the Bolsón of Cuatro Ciénegas region, Coahuila, México: IV. Summary, endemism and corrected catalogue. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 19 (1): 23-47.
- Ramsar. 2014. Acerca de Ramsar. [http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-home/main/ramsar/1\\_4000\\_0\\_\\_](http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-home/main/ramsar/1_4000_0__) (11 de noviembre de 2013).
- Real Academia Española. 2012. Diccionario de la lengua española. <http://lema.rae.es/drae/?val=> (2 de marzo de 2015).
- Rodríguez Becerra, Manuel y Guillermo Espinoza. 2002. *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe. Evolución, tendencias y principales prácticas*. Whashington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rodríguez E., Juan M. y Luis E. Cervera G. 1999. Aspectos de la relación sociedad-ambiente natural en la cuenca binacional del río Santa Cruz, Sonora. *Frontera Norte* 11 (22): 81-112.

- Rodríguez, M. J., Valeria Souza S. y L. E. Arriaga D. 2007. Effect of over-exploitation of the aquifer of the Hundido Valley and the impact on the ecological reserve of the Cuatro Ciénegas Valley of Coahuila, Mexico. *Ciencia FIC* 1: 32-38.
- Rolland, Louise y Yenny Vega. 2010. La gestión del agua en México. *Revista Polis* 6 (2): 155-188.
- Romo Aguilar, Ma. de Lourdes. 2012. Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Estado de Coahuila, informe técnico. Coahuila: Secretaría de Desarrollo Social, Gobierno del estado de Coahuila, COLEF.
- Ruiz, Sergio Antonio, Ingo Georg Gentes. 2008. Retos y perspectivas de la gobernanza del agua y gestión integral de recursos hídricos en Bolivia. *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe* (85): 41-59.
- Sammarchi, Marta. 1999. Efectos ambientales de la actividad agrícola en el MERCOSUR. *Revista Geográfica* (125): 187-203.
- Sánchez Munguía, Vicente. 2007. *Gestión ambiental y de recursos naturales en México: los modos imperantes. Diez estudios de caso*. Tijuana: COLEF.
- SEMARNAP. 2001. *La gestión ambiental en México*. México: SEMARNAT.
- SEMARNAT. 2013. Impacto ambiental y tipos. <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/impacto-ambiental-y-tipos> (2 de marzo de 2015).
- Slack, Jeremy y Margaret Wilder. 2013. Acceso al agua urbana durante una época de cambio climático. En *Desarrollo humano transfronterizo: retos y oportunidades en la región Sonora-Arizona*, coordinado por Gustavo Córdova Bojórquez, Justin Dutram Hansen, Blanca Esthela Lara Enríquez y José Guadalupe Rodríguez Gutiérrez, 253-268. Hermosillo-Tijuana: El Colegio de Sonora (COLSON), COLEF.

- Soberón, Luis. 2009. Ambiente natural, agua y sociedad: en torno a los recursos comunes. *Debates en Sociología* (34): 21-31.
- Souza Saldívar, Valeria, Laura Espinosa Asuar, Ana E. Escalante, Luis E. Eguiarte, Jack Farmer, Larry Forney, Lourdes Lloret, Juan M. Rodríguez Martínez, Xavier Soberón, Rodolfo Dirzo y James J. Elser. 2006. An endangered oasis of aquatic microbial biodiversity in the Chihuahuan Desert. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103 (17): 6565-6570.
- Torres Vera, Marco Antonio, Daisy Tessie Reyes Chávez y Rosa Ma. Prol Ledesma. 2012. Change analysis (1977-2000) in the area covered by the hot and cold pools in Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 44 (1): 59-68.
- Valadez, F., Francisco y Marcos S. Reyes S. 2007. La desarticulación de las relaciones intergubernamentales en el proceso de descentralización de la gestión ambiental en Baja California, 2000-2003. En *Gestión ambiental en México: los modos imperantes. Diez estudios de caso*, compilado por Vicente Sánchez Munguía, 19-44. Tijuana: COLEF.
- Vandervoet, Prescott, Sharon B. Megdal y Christopher A. Scott. 2013. Los acuíferos transfronterizos Santa Cruz y San Pedro en Arizona y Sonora: estado actual y análisis de meta-datos. En *Desarrollo humano transfronterizo: retos y oportunidades en la región Sonora-Arizona*, coordinado por Gustavo Córdova Bojórquez, Justin Dutram Hansen, Blanca Esthela Lara Enríquez y José Guadalupe Rodríguez Gutiérrez, 227-252. Hermosillo-Tijuana: COLSON, COLEF.
- Vera, Fernando y Joan Romero. 1994. Impacto ambiental de la actividad agrícola. *Agricultura y Sociedad* (71): 153-181.
- Villarreal Quintanilla, José Ángel y Juan A. Encina-Domínguez. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Botánica Mexicana* 70: 1-46.

Zúñiga-Sámamo, José Antonio, Roberto Miguel Johanse-Nalme, Oswaldo García-Martínez, Axel Pedro Retana-Salazar y Víctor M. Sánchez-Valdez. 2012. Thysanoptera (thrips) of protected area of Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico. *Agraria* 9 (3): 95-102.