



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Conflictos sociales, ambientales y económicos en el uso de agua: caso Chihuahua

Social, environmental and economic conflicts in water use: the case of Chihuahua

Hernández-Ordoñez, E.^a, Gardea-Béjar, A.A.^b, Cruz-Alvarez, O.^a, Hernández-Rodríguez, O.A.^a, Valles-Aragón, C.^a, Ojeda-Barrios, D.L.^{a*}

^a Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Av. Pascual Orozco s/n, Campus 1, Santo Niño, CP. 31160. Chihuahua, Chih.

^b Centro de investigación en alimentación y desarrollo (CIAD). Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas, No. 46, Col. La Victoria, CP. 83304. Tel: (+52) 662 289-2400. Guaymas, Sonora.
ely_hdez@hotmail.com; gardea@ciad.mx; ocruz@uach.mx; aernande@uach.mx; valles.cecilia@gmail.com; dojeda@uach.mx

Innovación tecnológica: Agrícola.

Área de aplicación industrial: Difusión y concientización del uso del agua.

Recibido: 26 diciembre 2022

Aceptado: 27 agosto 2023

Abstract

Water is a non-renewable, invaluable and irreplaceable resource, due to the fact that chemical reactions for life take place in aqueous media. In addition, it performs a sanitary and cultural role in human society. In recent years, worldwide, its use has generated economic, social and environmental conflicts, due to the decreasing reserves and problems due to contamination of this resource. Therefore, the objective of this research was to describe the social, environmental and economic conflicts in the agricultural use of water in an area with low rainfall, surface water collection and aquifer depletion in the state of Chihuahua. In this sense, a literature review was carried out on the problem of water from a bioethical and sustainable perspective. The information search focused on digital scientific articles and analyzed the conflicts associated with water use and their potential solutions. Among the preponderant anthropogenic activities, the agricultural use of water was selected, because it is the activity with the greatest demand for this resource. Likewise, the possible strategies available in the scientific literature were defined to be able to visualize economic, environmental and social conflicts due to the competition of this resource. These could be minimized if the actors involved in water use jointly activate effective mechanisms in the dissemination, supervision,

updating of legislation, improvement of irrigation systems in the countryside and hydraulic infrastructure, in order to make water use more efficient in a rational manner in accordance with the United Nations 2030 agenda.

Key words: Social, Economic and environmental conflicts, Solutions to the water problem.

Resumen

El agua es un recurso no renovable, inapreciable e insustituible, debido a que las reacciones químicas para la vida se realizan en medios acuosos. Además, desempeña un papel sanitario y cultural en la sociedad humana. En los últimos años, a nivel mundial su uso ha generado conflictos de tipo económico, social y ambiental, debido a las decrecientes reservas y por contaminación de este recurso. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue describir los conflictos sociales, ambientales y económicos en el uso agrícola del agua en una zona con escasa precipitación, captación de agua superficial y abatimiento de mantos acuíferos en el estado de Chihuahua. En este sentido, se realizó una revisión de literatura sobre la problemática del agua desde una perspectiva bioética y sostenible. La búsqueda de información se centró en artículos científicos digitales y se analizaron los conflictos que se asocian con el uso del agua y sus potenciales soluciones. Entre las actividades antropogénicas preponderantes, se seleccionó el uso agrícola del agua, debido a que es la actividad con mayor demanda de este recurso. Asimismo, se definieron las potenciales estrategias disponibles en la literatura científica para visualizar conflictos económicos, ambientales y sociales por la competencia de este recurso. Estos se podrían minimizar si los actores involucrados en el uso del agua activan de manera conjunta mecanismos efectivos en la difusión, supervisión, actualización de la legislación, mejoramiento de los sistemas de riego en el campo e infraestructura hidráulica, para eficientizar el uso de agua de una manera racional en concordancia con la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas.

Palabras clave: Conflictos sociales, Económicos y ambientales, Soluciones al problema del agua.

1. Introducción

En términos globales el uso del recurso hídrico en México se encuentra distribuido en un 75.7% con actividades relacionadas con la agricultura, 14.7% abastecimiento público (doméstico y urbano), 4.9% industrial integrado y 4.7% para termoeléctricas (CONAGUA, 2021). En este sentido, para la gestión del agua en México cuenta con 13 regiones hidrológico-administrativas, los cuales comprenden a varios estados y municipios (CONAGUA, 2021).

Las pérdidas de agua por la actividad de riego agrícola son elevadas, debido a que

35% se desperdicia por evaporación o por fallas durante la conducción, distribución y aplicación parcelaria (Hernández *et al.*, 2020), incluso la SEMARNAT (2017), estimó como pérdida a más de la mitad del líquido extraído debido a lo anterior. Estas situaciones implican la pérdida de 21.2 km³ de agua al año, es decir, aproximadamente un tercio de los 67.827 km³ de agua consumidos anualmente para uso agrícola (Ortega-Gaucin y Peña-García, 2016). Asimismo, el crecimiento y dispersión poblacional en zonas urbanas y el proceso de industrialización han incrementado la demanda de agua

(Manforte-García y Cantú-Martínez, 2009).

Por otro lado, los cambios en el comportamiento climático, en particular la variación interanual de la temperatura y la modificación de los ciclos fenológicos, son elementos importantes que favorecen un incremento en la demanda de agua (Sosa-Rodríguez, 2015). La conjunción de múltiples factores incide en la ocurrencia de conflictos por agua en la que revisten aspectos ambientales o socio ambientales, debido a la localización geográfica de disponibilidad de agua que puede abarcar límites territoriales locales, estatales, naciones e internacionales (Martín y Justo, 2015).

En México, el 65% de su superficie cuenta con condiciones áridas o semiáridas que afrontan problemas de escases de agua y pueden desencadenar conflictos sociales (Acosta *et al.*, 2018), donde el agua se encuentra concentrada en un número limitado de cuencas (Martín y Justo, 2015). Además, el 77% la población en México se encuentra mayormente distribuida en la zona centro norte y norte del país, pero solo recibe el 28% de la precipitación y 33% del agua renovable (Arreguín-Cortés *et al.*, 2020). Asimismo, es en estas zonas donde se realiza alrededor de 92% del riego (Banco Mundial, 2017). El desierto de Chihuahua está considerado como una de las 200 ecorregiones más importantes a nivel mundial, con flora y fauna endémica en riesgo debido a la prolongada falta de agua (Brigs *et al.*, 2019).

Los recursos hídricos de un país están formados por aguas superficiales, subterráneas, desalinización del mar y las aguas residuales urbanas. Las aguas superficiales del país se distribuyen en 757 cuencas, de las cuales 649 cuentan con disponibilidad de agua. En cuanto a las aguas subterráneas, las unidades hidrogeológicas administrativas son 653 —para fines prácticos, denominados

acuíferos— de los que se han identificado disponibilidad en 408 (DOF, 2018). Además, el 70% de los cuerpos de agua tiene algún grado de contaminación, conforme al monitoreo de la red de medición de calidad de aguas superficiales en México que cuenta con 5 068 sitios o estaciones (CONAGUA, 2018).

A nivel estatal, el estado de Chihuahua, entre sus fuentes y cuerpos de agua superficiales, cuenta con siete presas, tres lagunas y 21 ríos (INEGI, 2017). Los principales ríos del estado son el río Bravo del Norte y Conchos, los cuales comprenden 22 cuencas en conjunto con otros ríos menores (Chuviscar, Casas Grandes, entre otros) (Manzanares-Rivera, 2016; INEGI, 2017; Plassin *et al.*, 2020). El río Bravo del Norte funge como línea divisoria entre México y Estados Unidos, tiene una longitud aproximada de 3000 km, nace en las montañas Rocallosas y dos tercios de su cauce forma parte de la frontera entre México y Estados Unidos (Sandoval-Solís *et al.*, 2022). Se considera uno de los ríos más afectados del mundo por las condiciones ambientales y la actividad del hombre (Sandoval-Solís *et al.*, 2019), estas demandas de agua han reducido su caudal en el ramal norte (aguas arriba del río Conchos), hasta en un 95% al que sería en ausencia de actividad humana (Blythe y Schmidt, 2018). Por otro lado, la cuenca del río Conchos se encuentra en la región sureste del estado de Chihuahua, con una longitud de 300 km, y está formado por cinco subcuencas (Martínez-Sifuentes *et al.*, 2020). En el caso del agua subterránea, en Chihuahua se tienen identificados alrededor de 61 acuíferos, donde la mayoría muestra sobreexplotación (CONAGUA, 2021). Por otro lado, esta entidad federativa pertenece a la región VI con Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (CONAGUA, 2021). La capacidad hidrológica del estado de Chihuahua está formada por ríos que pertenecen a la vertiente del Océano Pacífico, Golfo de México y del interior.

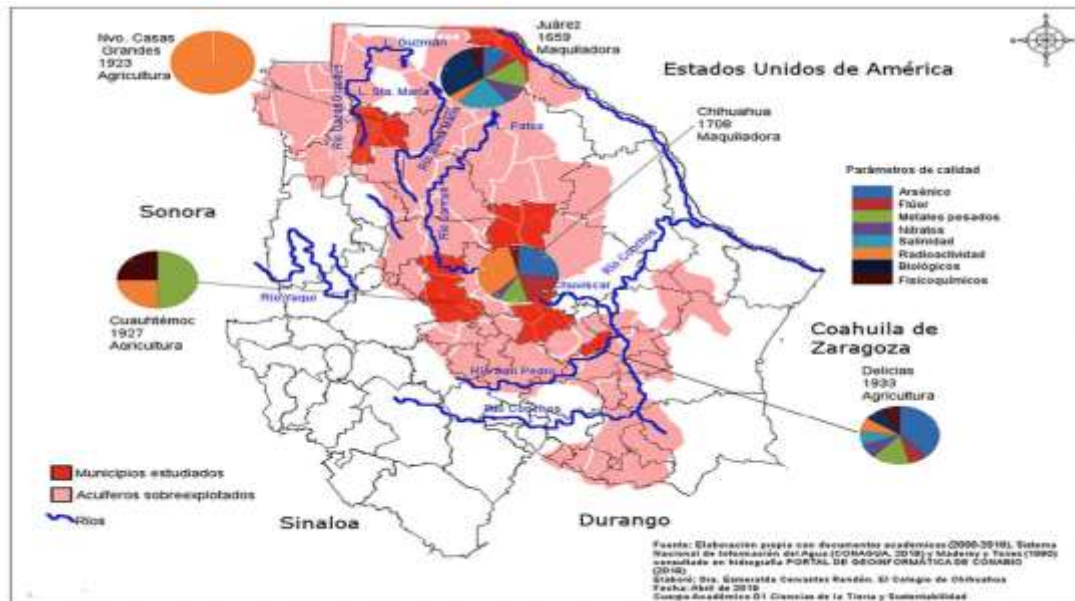


Figura 1. Mapa del estado de Chihuahua con sus ríos, acuíferos sobreexplotados y actividad económica en cinco municipios. Fuente: Rendon *et al.*, 2020.

Como se observa en la Fig. 1, se detectó la presencia de metales pesados en el municipio de Juárez, mientras que en Chihuahua se observan problemas de radioactividad, arsénico y flúor, en Cuauhtémoc y Delicias se han detectado metales pesados y arsénico, mientras que en Nuevo Casas Grandes no se identificaron estudios de contaminación en el agua (Rendon *et al.*, 2020).

El estado de Chihuahua se caracteriza por tener condiciones climáticas extremas y volúmenes de precipitación limitados en la mayor parte de su territorio en donde la asignación de la cantidad de agua disponible para la agricultura alcanza el 97% (Manzanares-Rivera, 2016). El incremento en la superficie agrícola de alta especialización, ha favorecido una mayor demanda de agua, donde los principales cultivos son nogal pecanero [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] (Ríos-Flores y Navarrete-Molina, 2017), algodón (*Gossypium hirsutum* L.) y alfalfa [*Medicago sativa* L.] (Sánchez-Gutiérrez *et al.*, 2017), que en conjunto influyen en la estabilidad económica y social (Villalobos-Cano *et al.*, 2020).

La mayor superficie plantada de nogal pecanero [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] en México, se encuentra precisamente en Chihuahua con 85,000 ha en áreas de riego por gravedad o bombeo con una lámina de riego entre 1170 y 1310 mm de agua por año en arboles adultos (Valles *et al.*, 2017; Lucero-López *et al.*, 2022). Un factor que ha limitado la productividad del cultivo, es la disponibilidad de agua, ya que la región se caracteriza por ser un área seca, desértica y con bajas reservas de agua para riego (Salgado *et al.*, 2015).

El cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) es uno de los cultivos mas importantes en el estado, con una superficie de 140,000 ha, siendo el primer lugar nacional, genera empleos para 4,500 productores, 44 plantas despepitadoras y 10 mil empleos directos (INIFAP, 2022). Requiere una gran cantidad de agua para su desarrollo, especialmente en las etapas fenológicas de máxima floración hasta fructificación, llegando a aplicarse desde cuatro riegos en suelos pesados, hasta 12 riegos en suelos ligeros. Este cultivo utiliza una lámina bruta de riego de 130 cm (Loera *et al.*, 2015). El INIFAP en el rancho

experimental la campana ha desarrollado variedades de esta especie que son resistentes a la sequia que incrementa en un 30% la eficiencia del uso del agua (INIFAP, 2022).

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una leguminosa que se siembra en las zonas áridas y semiáridas del norte del país, sin embargo, el cultivo demanda 15,000 m³ ha⁻¹ de agua para riego; lo que representa una fuerte presión en los recursos hídricos que cada vez son más escasos y costosos (Servín *et al.*, 2017).

Es por ello, que la sobre explotación de los acuíferos en el estado de Chihuahua y la baja recarga de los mismos, en los últimos años han generado conflictos que van desde manifestaciones, cierre de carreteras e incluso conflictos violentos (Kitroeff, 2020). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue describir los conflictos sociales, ambientales y económicos, así como definir las estrategias de solución disponibles en la literatura por el uso agrícola del agua en el estado de Chihuahua.

2. Materiales y métodos

Se realizó una revisión sistemática de documentos científicos (Web of Science, Scopus, entre otros) para el período comprendido entre 2015 y 2023, además de páginas web y notas periodísticas (Tamayo, 2017), centrado en la cartografía conceptual de problemas económicos, sociales y ambientales del uso del agua en México y más específicamente en Chihuahua (Serna-Huesca, 2019). La búsqueda, selección, sistematización, síntesis y análisis crítico de documentos se realizó con base en los criterios y características planteadas por López-Morales y Rodríguez-Tapia (2019), los cuales consisten en seleccionar años de publicación recientes, delimitar los idiomas de publicación y especificar el tipo de publicaciones que formarán parte de la literatura revisada. Las modalidades de búsqueda incluyeron: agua, conflictos sociales, ambientales y económicos, cultivos y consumo de agua, México y Estado de Chihuahua y sus traducciones en inglés (Escudero-Almanza *et al.*, 2022).

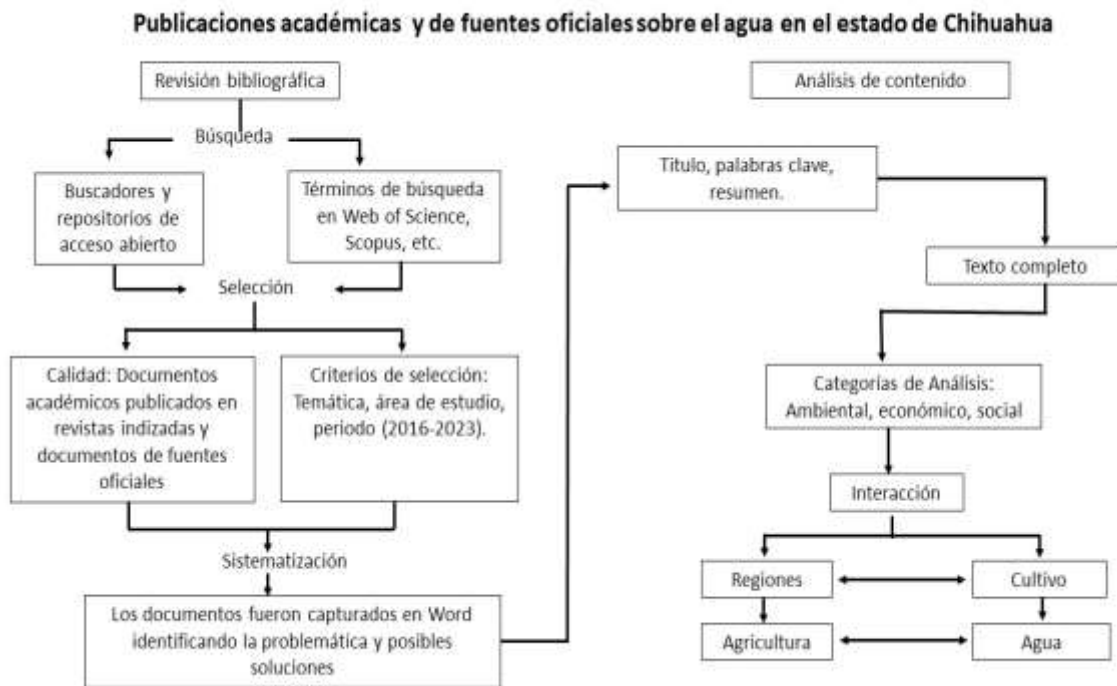


Figura 2. Resumen esquemático sobre la revisión bibliográfica y análisis de contenido. Fuente: Elaboración propia.

3. Resultados

En la tabla 1 se describen los diferentes conflictos de tipo social, ambiental y

económico que se detectaron en la literatura consultada, que se relaciona con el uso del agua.

Tabla 1. Conflictos de tipo social, ambiental y económico con el uso de agua.

Tipo de conflicto	Descripción
Social	
Generalidades	<p>En México, el estado se autoasigna la responsabilidad de distribuir y convertir el agua en un bien privado, debido a que es un bien de la nación (Jacobó-Marín, 2020).</p> <p>El número de publicaciones sobre conflictos socio-ambientales en México se han incrementado de 11 en 2019 a 584 en 2020 (Luna-Nemecio, 2021).</p>
Disponibilidad	<p>El uso del agua que se ejerce en algún lugar afecta a terceros: el uso de agua cuenca arriba afecta la disponibilidad del agua cuenca abajo (Del Valle-Melendo, 2017).</p> <p>Algunas de las formas de regular la demanda por agua o redistribuir su acceso, uso o derechos, tienen el potencial de desatar conflictos: el volumen demandado de agua siempre es mayor que el volumen suministrado, lo que obliga al gobierno a decidir a quién dejar sin este recurso, lo cual genera problemas de distribución (Martínez y García, 2016).</p> <p>Hay coincidencia entre las zonas con menor disponibilidad de agua y mayor número de conflictos. Las zonas que tienen mayor número de conflictos, son las centro-Norte y Norte de México (Jacobó, 2020).</p> <p>En el estado de Chihuahua se tiene diferente acceso al uso del agua. Esto ha ocasionado conflictos entre la población mormona y menonita con respecto a los agricultores locales (Cervantes <i>et al.</i>, 2020).</p> <p>De los 61 acuíferos registrados en Chihuahua, 30 se encuentran sobre explotados (CONAGUA, 2021).</p> <p>La cuantificación de los recursos hídricos muestra que la cantidad de agua en el planeta se mantiene constante, sin embargo, la calidad se deteriora, dando lugar a una disminución del recurso hídrico en términos de su oferta (WOF, 2016).</p> <p>El incremento de la superficie establecida de nogal y alfalfa que consumen gran cantidad de agua repercute en la estabilidad social del distrito de riego 05 en Delicias, Chihuahua (Villalobos-Cano, 2020).</p>
Mecanismos administrativos	<p>La ausencia de mecanismos administrativos para crear acuerdos sobre el uso y distribución del agua puede crear situaciones más graves de confrontación (Jacobó, 2020).</p> <p>El análisis de los conflictos por el agua debe ser un proceso continuo, y las medidas de corrección deben ser actualizadas para evitar que los conflictos se reactiven (Ruiz-Ortega y Pacheco-Vega, 2021).</p> <p>Los principales problemas de la gestión del agua en los distritos de riego están relacionados con su administración: los sistemas de conducción y distribución son ineficientes, se destinan volúmenes muy altos y se recaudan pocos ingresos para mantenimiento (Altamirano-Aguilar <i>et al.</i>, 2017).</p> <p>La dinámica geohidrológica de los acuíferos en México es ineficiente y la delimitación administrativa no contribuye a que la gestión del agua sea más efectiva (Hernández <i>et al.</i>, 2019).</p> <p>La presión política para continuar con el sistema de subsidios en la distribución del agua impide el ajuste de precios para lograr un mejor aprovechamiento del recurso (Sosa-Rodríguez, 2015).</p>
Educación	<p>Una buena parte del problema está en lo limitados que son los conocimientos humanos sobre los procesos que afectan a los usos del agua y los otros recursos que integran el capital natural o biofísico. De modo que un elemento no menos importante en la solución al problema,</p>

	es la educación ambiental (Ortega-Gaucin y Peña-García, 2016).
Tipos de acciones en los conflictos	La información sobre metodologías y políticas de los conflictos por el agua en México (Ruiz-Ortega y Pacheco-Vega, 2021).
Aprovechamiento inadecuado	Existen desperdicios y mal aprovechamiento en donde se emplea el riego por inundación sin control y además ocasiona salinización en los suelos (Palacios-Vélez y Escobar-Villagrán, 2016).
	No hay suficientes acciones que incentiven el uso de agua de lluvia en la agricultura urbana (Amos <i>et al.</i> , 2018).
Ambientales	
Sobre explotación	En México se ha utilizado estrategias que realizan grandes inversiones para la extracción de agua a costos ambientales altos, incrementando la escasez crónica del agua, así como, los mecanismos de racionamiento (Rodríguez-Pineda, 2017).
	No existe un equilibrio entre la zona de recarga y la zona de descarga, de tal manera que, si se extrae mayor cantidad de agua que la que se recarga, se provoca sobre explotación, siendo este uno de los principales problemas de los mantos acuíferos (Manforte-García y Cantú-Martínez, 2009; Martínez-Sifuentes <i>et al.</i> , 2020).
	El uso creciente del agua subterránea ha generado que muchos acuíferos se encuentren sobre explotados, aunque es difícil evaluar el alcance de esta sobreexplotación (Palacios-Vélez y Escobar-Villagrán, 2016).
	Por las características físicas del agua, existe dificultad para determinar la cantidad de agua en un acuífero, su tasa de extracción y la tasa natural de recarga (Plata-Pérez <i>et al.</i> , 2020).
	La extracción de agua subterránea se ha triplicado en los últimos 50 años, lo que genera desabastecimiento, contaminación y degradación ambiental (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016).
Contaminación	El sector industrial es el que contamina más el agua, su descarga de aguas residuales genera una demanda de 3 millones de toneladas de la demanda bioquímica de oxígeno al año, que representa el 70 % de las descargas de aguas contaminantes en México (Ortega-Gaucin y Peña-García, 2016).
	Se considera que una fracción considerable del agua disponible en el planeta está contaminada y/o salinizada, y no se puede utilizar en el consumo humano, industrial y/o agrícola (Rivas-Pérez <i>et al.</i> , 2019).
Económico	
Sistema de precios	No existen políticas de ajuste de precio tanto en el sector agrícola como en el urbano, para que el costo del agua refleje la existencia de usos competitivos (Palacios-Vélez y Escobar-Villagrán, 2016).
	Actualmente el pago de derechos por el uso del agua en la agricultura es nulo (Ortega-Gaucin y Peña-García, 2016).
Costos de infraestructura	Los problemas financieros para rehabilitar, mantener y operar la infraestructura requerida en los distritos de riego y modernizar los sistemas de irrigación hacen que se dificulte más el buen aprovechamiento del agua (Paz-Pellat <i>et al.</i> , 2019).
	Existe incremento en la necesidad de desarrollar más infraestructura para continuar abasteciendo las demandas de la población (Manforte-García y Cantú-Martínez, 2009; Plassin <i>et al.</i> , 2020).
	No se puede resolver el reto del agua en México en seis años, pero sí es posible establecer las bases para hacerlo. Se requieren al menos 24 años (2042) para contar con infraestructura que contribuya a lograr la sustentabilidad y seguridad hídrica en el país (Arreguín-Cortés <i>et al.</i> , 2020).
Fertilizantes y pesticidas	Las principales causas de contaminación de las aguas en México son por fertilizantes (nitratos y fosfatos) y pesticidas (Rojas-Rodríguez <i>et al.</i> , 2020). Además de sustancias orgánicas e inorgánicas depositadas en diferentes cuerpos de agua (Xiao <i>et al.</i> , 2017).
	Las fuentes contaminadas no pueden ser utilizadas para fines humanos y

	las especies que viven en los cuerpos de agua en esas condiciones se estén extinguiendo, afectando el ciclo hidrológico (Manforte-García y Cantú-Martínez, 2009).
	Las principales sustancias contaminantes asociados con la agricultura son los fosfatos y nitratos (Rojas-Rodríguez <i>et al.</i> , 2020).

En ese mismo sentido, en la tabla 2 se plantean algunas posibles soluciones para resolver algunos de estos problemas.

Tabla 2. Potenciales soluciones al problema de escases de agua.

Tipo de conflicto	Descripción
Sociales	Incentivar la creación de un comité técnico de aguas subterráneas responsable de la gestión de acuíferos, incluida la de identificación y clausura de pozos clandestinos que garantice que la extracción no exceda los montos otorgados (Palacios-Vélez y Escobar-Villagrán, 2016; Nickisch <i>et al.</i> , 2018).
	Ampliar las escalas de espacio y tiempo para incluir medidas de gestión del agua que vayan más allá de los límites fronterizos y las generaciones una vez que en la frontera México- Estados Unidos no están determinados la cantidad de acuíferos compartidos (Hatch-Kuri y Carrillo-Rivera, 2023).
	Considerar los procesos de aprendizaje formativo y participativo como parte de las campañas de comunicación, para fomentar la “cultura del agua en México” y para que estas campañas sean más eficaces (Ortega-Gaucin y Peña-García, 2016).
	Promover en el ámbito nacional el uso eficiente del agua y su conservación en todas las fases del ciclo hidrológico e impulsar el desarrollo de una cultura del agua que considere a este elemento como recurso vital, escaso y de alto valor económico, social y ambiental, y que contribuya a lograr la gestión integrada de los recursos hídricos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014, art. 9, frac. XXVI).
	Mejorar el manejo del sistema de protección de las ocho zonas declaradas como reservas naturales en el desierto Chihuahuense, manejada por la Comisión Nacional de Áreas Nacionales Protegidas, que incluya: la Laguna de Babícora, Rio San Pedro-Meoqui, Laguna La Juanota, Humedales de Guachochi y los Manantiales Geotermales de Julimes (Briggs <i>et al.</i> , 2019).
	Valorar la importancia de la conservación del agua a través del desierto de Chihuahua e incrementar la supervisión de las zonas naturales protegidas por el Servicio de Parques Nacionales del lado mexicano del río (Poulos <i>et al.</i> , 2020).
	Ambientales
Implementar tecnologías para la conservación y recuperación de aguas de uso industrial como es la electrocoagulación-proceso electroquímico que utiliza la corriente eléctrica para eliminar residuos que se encuentran disueltos, emulsificados o suspendidos en el medio acuoso (Rendón <i>et al.</i> , 2020; Aguilar, 2015).	
Implementar metodologías para la selección de sistemas de tratamientos de aguas residuales que sean sostenibles en el uso de energía y disposición de los residuos (Rodríguez <i>et al.</i> , 2015).	
Incrementar las redes de monitoreo de la calidad del agua (Perevochtchikova <i>et al.</i> , 2016).	
Instalar proyectos de recolección de agua: recolectar agua de los techos para uso familiar y huertos familiares (Hidalgo y Velásquez, 2022) como	

	ocurre en varias comunidades rarámuris de la Sierra Tarahumara (Briggs <i>et al.</i> , 2019).
	Se han realizado proyectos exitosos de captación de agua de lluvia para uso doméstico (Basan <i>et al.</i> , 2018) y consumo humano después de su purificación (Pérez <i>et al.</i> , 2017).
	Promover el uso de sistemas de riego presurizados -por goteo, por aspersión y subterráneos- para evitar las pérdidas por infiltración en la conducción y distribución, logrando de esa manera que quede más agua disponible para la planta (Nickisch <i>et al.</i> , 2018).
	Encontrar y poner en operación los métodos de reconversión de cultivos que utilicen menos agua, como es el caso de la vid y dejen un beneficio a los agricultores de la región (Sistema producto vid Chihuahua, 2021).
	Revisar la administración de las concesiones de agua para que su gestión contemple un uso integral en el ecosistema (Hernández-Juárez <i>et al.</i> , 2019).
	Uso de variedades de algodón que consuman menos cantidad de agua y de una aplicación para programar el agua de riego (INIFAP, 2020).
Económico	Optimizar el uso de agua en cultivos de alta rentabilidad como en nogal pecanero y la vid para uva de mesa en las zonas productoras de Sonora, utilizando sistemas de riego por aspersión, goteo y determinando las etapas fenológicas de mayor demanda de agua (Valdez-Gascón <i>et al.</i> , 2019).
	Reducir los subsidios a los servicios de agua de riego y urbano (Palacios-Vélez y Escobar-Villagrán, 2016).
	Invertir en infraestructura para sistemas de riego por goteo, micro aspersión y subterráneo (Ascencios <i>et al.</i> , 2020).
	Reducir las fugas de agua en las ciudades y sistemas de riego (Benavent, 2020).

4. Discusión

La ley de aguas nacionales publicada en 1992, otorga a la CONAGUA la facultad exclusiva de promover el uso eficiente del agua y su conservación en todas las fases del ciclo hidrológico. Además, le corresponde impulsar el desarrollo de una cultura del agua, que considere a este elemento como recurso vital, escaso y de alto valor económico, social y ambiental, que contribuya a lograr la gestión integrada de los recursos hídricos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014, art. 9, frac. xxvi). De esta manera, considerar la gestión en el uso del agua como un asunto de seguridad nacional ha sido materia de estudio desde hace años (Hernández-López *et al.*, 2020). Al ser un recurso cada vez más limitado, deben implementarse estrategias para hacer más eficiente su uso, distribución y conservación (Carabias, 2017), y su gestión no debe limitarse a las administraciones locales y se deben incluir diferentes factores como la conservación

de acuíferos, infraestructura de riego, disminución de la deforestación, captación del líquido, capacitación, concientización de los usuarios y manejo de aguas contaminadas (Hatch-Kuri y Pacheco-Vega, 2017). Además de ampliar las escalas de espacio y tiempo para incluir medidas de gestión del agua que vayan más allá de los límites fronterizos y generacionales. Ya que en algunos casos se ha permitido al sector privado jugar un papel en la distribución del agua, sin embargo, esto ha favorecido masivas y violentas protestas en contra de la privatización (Camargo y Mariscal, 2012).

En materia de difusión sobre el uso y ahorro del agua, en México se han realizado campañas masivas desde por lo menos 30 años. Sin embargo, se observan pocos cambios por parte de la población que sean de manera voluntaria y ocurre aún menos involucramiento en la conservación del recurso. Además, las campañas raramente evalúan su efectividad y no cuentan con niveles básicos sobre la

información de la importancia del agua en el ciclo hidrológico, su relación con los ecosistemas, las cuencas hidrológicas y las actividades productivas (Ortega-Gaucin y Peña-García, 2016; Manforte-García y Cantú-Martínez, 2009).

De esta manera, promover en el ámbito nacional el uso eficiente del agua y su conservación en todas las fases del ciclo hidrológico, e impulsar el desarrollo de una cultura del agua que considere a este elemento como recurso vital, escaso, de alto valor económico, social y ambiental, que contribuya a lograr la gestión integrada de los recursos hídricos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014, art. 9, frac. xxvi) se debe considerar como una prioridad, así como, evaluar la eficacia de las campañas de concientización debería incluirse en la legislación.

Por otro lado, en un ámbito regional, mejorar el manejo y supervisión prioritaria del sistema de protección de las zonas declaradas como reservas naturales en el desierto Chihuahuense: Laguna de Babícora, Rio San Pedro-Meoqui, Laguna La Juanota, Humedales de Guachochi y los Manantiales Geotermiales de Julimes (Briggs *et al.*, 2019 Poulos *et al.*, 2020). Para minimizar la ocurrencia de contaminación del agua, es importante realizar profundos estudios de impacto ambiental en las cuencas, fuentes de agua y pozos azolvados (Maraniello, 2009).

Una manera de incrementar la eficiencia en el uso del agua para la agricultura, incluye el apoyo para el establecimiento de sistemas de riego por goteo sub superficial, con ventajas significativas con respecto al ahorro de agua, alcanzando un 40% en alfalfa en comparación con un riego por inundación (Sánchez-Gutiérrez *et al.*, 2017), así como otros sistemas de riego tecnificados. No obstante, la implementación de sistemas de riego presurizados por goteo (aspersión y

subterráneos), implican una reducción en las pérdidas por infiltración en la conducción y distribución, aspectos que permiten alta disponibilidad de agua para la planta (Nickisch *et al.*, 2018). Las condiciones económicas y climáticas influyen en el bajo porcentaje de la adopción de sistemas de riego tecnificados (Manforte-García y Cantú-Martínez, 2009), lo que hace que su implementación sea todavía muy baja (25% riego tecnificado y 75% riego por inundación) de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2022). El norte de México tiene solo una tercera parte del agua renovable, esto resulta ser de primordial importancia en cultivos con alta demanda hídrica como son el nogal pecanero y la alfalfa (Hernández-Juárez *et al.*, 2019). De igual manera, el establecimiento de cultivos alternativos (vid, granado, entre otros) con alto valor económico, pero con menor consumo de agua puede ser una excelente forma de mejorar el uso del agua de los productores de la región (SPV, 2021).

Por otro lado, es necesario implementar el uso de tecnologías sustentables para la conservación y recuperación de aguas de uso industrial, incluyendo la electrocoagulación, ozonificación, uso de carbón activado, membranas, entre otros, para tratar aguas residuales y disposición de los residuos (Aguilar, 2015; Rodríguez-Miranda *et al.*, 2015). Las aguas residuales generan aguas ricas en nutrientes y materia orgánica para uso agrícola, aunque actualmente se utilizan directamente, lo que ocasiona diferentes riesgos al medio ambiente y salud de las personas (De Anda-Sánchez, 2017). Es importante mencionar que la norma oficial mexicana NOM-003-ECOL-199 que establece los límites permisibles para el uso de aguas tratadas para su reúso en servicios al público que data de 1997, solo contempla grasas, aceites, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales y es hasta el 2021 con

la NOM-001-SEMARNAT-2021, que se establecieron los límites permisibles de contaminantes como arsénico, cadmio, cianuro, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc, y la misma norma indica que los métodos de medición deben ser actualizados. De Anda-Sánchez (2017), menciona que las plantas tratadoras de aguas residuales, con el tiempo dejan de operar debido a la falta de financiamiento. Así, las políticas públicas deben partir de un análisis objetivo y científico en la que se delimiten y jerarquice claramente métodos de tratamientos de agua y de recursos que permitan cumplir con las normas oficiales mexicanas (López y Rodríguez, 2019) y promover el uso de tecnologías que prometen ahorro de agua como es el caso de invernaderos altamente tecnificados (Salazar *et al.*, 2014).

Otra de las posibles estrategias podría ser el incremento en las redes de monitoreo de la calidad del agua e incluir la instalación de proyectos de recolección (recolectar agua de los techos para uso familiar y huertos familiares) como ocurre en varias comunidades rarámuris de la Sierra Tarahumara (Briggs *et al.*, 2019).

Varios estudios han demostrado el desconocimiento de los agricultores sobre los riesgos que se asocian con el uso de aguas residuales no tratadas, es por ello que la actividad agrícola se desarrolla al margen de las exigencias de tratamiento. El 80% de las aguas residuales usadas para actividades agrícolas no poseen ningún tipo de tratamiento (Mendoza *et al.*, 2021). Las tecnologías de tratamiento de aguas residuales para uso agrícola deben tener en cuenta aspectos que incluyan el tipo de cultivo, los sistemas de riego a utilizar, el contenido de nutrientes esenciales y la carga microbiana, donde se consideran los patógenos (Intriago *et al.*, 2018).

5. Conclusiones

Dada la complejidad de las interacciones entre los diferentes aspectos de la cultura

del agua y su manejo de una manera ética y sustentable, y cuales son algunos de los conflictos de tipo económico, social y ambiental que se han ocasionado en los últimos años. Asimismo, existen alternativas de soluciones que se plantean en la literatura científica consultada, entre ellos, la actualización en la legislación para la distribución y supervisión en el uso del agua, fomentar campañas eficientes de difusión y concientización, así como la evaluación de su efectividad. En el área ambiental se destacó el abatimiento y contaminación de alrededor de 30 de los 61 acuíferos de Chihuahua, resultado de las actividades agrícolas. En el área económica, se determinó la necesidad de actualizar los sistemas e infraestructura de riego como factores que pueden ayudar de forma determinante a minimizar las pérdidas de este recurso y a la ocurrencia de conflictos.

6. Referencias

- Acosta, S.J., Herrera, J.A.Q., & Solis, J.V. (2018). Captación de agua de lluvia: tipos, componentes y antecedentes en zonas áridas de México, como estrategia de uso sustentable del agua. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (3), 63-86.
- Aguilar, E. (2015). Evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de agua. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 18(35), 69-73.
- Altamirano-Aguilar, A., Valdez-Torres, J.B., Valdez-Lafarga, C., León-Balderrama, J.I., Betancourt-Lozano, M., & Osuna-Enciso, T. (2017). Clasificación y evaluación de los distritos de riego en México con base en indicadores de desempeño. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(4), 79-99.
- Amos, C.C., Rahman, A., & Gathenya, J. M. (2018). Economic analysis of

- rainwater harvesting systems comparing developing and developed countries: A case study of Australia and Kenya. *Journal of Cleaner Production*, 172, 196-207.
- Arreguín-Cortés, F.I., López-Pérez, M., & Cervantes-Jaimes, C.E. (2020). Los retos del agua en México/Water challenges in México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 11(2), 341-371.
- Ascencios, D., Meza, K., Lluen, J., & Simon, G. (2020). Calibración, validación y automatización del sistema de riego por goteo subterráneo usando un microcontrolador Arduino. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(1), 95-105.
- Banco mundial. (2017). El agua en la agricultura. Disponible en línea: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture> (consultado el 14 de febrero de 2023).
- Becerra-Pérez, M., Sáinz-Santamaría, J., & Muñoz-Piña, C. (2006). Los conflictos por agua en México. Diagnóstico y análisis. *Gestión y Política Pública*, 15(1), 111-143.
- Blythe, T.L., & Schmidt, J.C. (2018). Estimating the natural flow regime of rivers with long-standing development: The northern branch of the Rio Grande. *Water Resources Research*, 54(2), 1212-1236.
- Briggs, M.K., Lozano-Cavazos, E.A., Poulos, H.M., Ochoa-Espinoza, J., & Rodríguez-Pineda, J.A. (2020). The Chihuahuan Desert: a binational conservation response to protect a global treasure. *Encyclopedia of the World's Biomes*, 2020, 126-138.
- Carabias, J. (2017). Agua para principiantes. *Nexos*, 475, 21-27. Disponible en línea: <https://www.nexos.com.mx/?p=32794> (consultado el 3 de enero 2023).
- Castañeda, R., Foladori, G., Silva, S.L., Lau, E.Z., & Belmont, E.R. (2018). Panorama de la investigación y desarrollo de las nanotecnologías para el tratamiento de agua en México. *Posgrado y Sociedad*, 16(1), 71-88.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2018). *Estadísticas del agua en México*. Disponible online: https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf (consultado el 1 de marzo de 2023).
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2021). *Estadísticas del agua en México*. Disponible online: https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2021.pdf (consultado el 3 de marzo de 2023).
- De Anda-Sánchez, J. (2017). Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México. *Sociedad y Ambiente*, (14), 119-143.
- Del Valle-Melendo, J. (2017). El agua, un recurso cada vez más estratégico. *Cuadernos de Estrategia*, 186, 71-118.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2018). Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos (continúa en la Tercera Sección). DOF: 27/05/2016.
- Escudero-Almanza, D.J., Parra-Acosta, H., Cruz-Álvarez, O., Hernández-Rodríguez, A., Ortiz-Rivera, Y., Ojeda-Barrios, D.L. Cartografía conceptual: contaminación y bioacumulación de níquel un enfoque bioético y sustentable. *Revista Internacional de*

Investigación e Innovación Tecnológica, 10(58), 1-37.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). Global diagnostic on groundwater governance. *Food and Agriculture Organization, Rome, Italy*. pp. 3-15.
- Hatch-Kuri, G., & Carrillo-Rivera, J.J. (2023). Conceptos científicos y sus implicaciones políticas en el manejo de las aguas transfronterizas México-Estados Unidos: ¿Acuífero transfronterizo o aguas subterráneas transfronterizas?. *Agua y Territorio*, 21, 37-52.
- Hatch-Kuri, G., & Pacheco-Vega, R. (2017). Agua subterránea en México: retos y pendientes para la transformación de su gestión. *El estado del agua en México. Actores, sectores y paradigmas para una transformación social-ecológica*, 149-170.
- Hernández-Juárez, R. A., Martínez-Rivera, L. M., Peñuela-Arévalo, L. A., & Rivera-Reyes, S. (2019). Gestión del agua subterránea en los acuíferos de la cuenca del río Ayuquila-Armería en Jalisco y Colima, México. *Región y sociedad*, 31, 1-26.
- Hernández-López, Y., Rivas-Pérez, R., & Feliu-Batlle, V. (2020). Control automático de la distribución de agua en sistemas de riego: revisión y retos. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 41(2), 80-97.
- Hidalgo, R. R., & Velázquez, J. F. (2022). Captación de agua de lluvia como alternativa para uso en agricultura urbana. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, 11, 111-124.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). Conociendo Chihuahua, México. Disponible en línea: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/Chihuahua.pd (consultado el 21 de enero de 2023).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2019). Encuesta nacional agropecuaria 2019. Disponible en línea: <https://www.inegi.org.mx/programas/en/a/2019/> (consultado el 26 de enero de 2023).
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) (2022). *El algodón en la región Chihuahuense, variedades, técnicas y una App*. Disponible en línea: <https://www.gob.mx/inifap/articulos/el-algodonero-en-la-region-Chihuahuense-variedades-tecnicas-y-una-app> (consultado el 25 de enero de 2023).
- Intriago, J. C., Lopez-Galvez, F., Allende, A., Vivaldi, G. A., Camposeo, S., Nicolás, E. N., ... & Salcedo, F. P. (2018). Agricultural reuse of municipal wastewater through an integral water reclamation management. *Journal of Environmental Management*, 213, 135-141.
- Jacobo-Marín, D. (2020). Política hídrica, propiedad nacional y derechos de agua en México: una lectura histórico-jurídica crítica. *Revista de la Facultad de Derecho de México*, 70(278-2), 937-964.
- Kitroeff, N. (2020). ‘Es una guerra’: la lucha por el agua estalla en la frontera de México. Disponible en línea: <https://www.nytimes.com/es/2020/10/14/espanol/america-latina/chihuahua-mexico-pago-agua.html> (consultado en línea el 24 de enero de 2023).
- Loera G.J, Rosales R.E., & Antonio Reyes R.A. (2015) *Guía para el cultivo del algodón en Tamaulipas*. INIFAP.

- López-Morales, C.A., & Rodríguez-Tapia, L. (2019). On the economic analysis of wastewater treatment and reuse for designing strategies for water sustainability: lessons from the Mexico Valley Basin. *Resources, Conservation and Recycling*, 140, 1-12.
- Lucero-López, C.Y., Castruita-Esparza, L.U., Legarreta-González, M. A., Olivas-García, J. M., Uranga-Valencia, L. P., & Lujan-Álvarez, C. (2022). Impacto del cambio climático en la agricultura del Distrito de Riego 005 Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(6), 1003-1014.
- Luna-Nemecio, J. (2021). Conflictos socioambientales por la defensa del agua en México: un meta-análisis cartográfico conceptual. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 398-412.
- Manforte-García, G., & Cantú-Martínez, P.C. (2009). Escenario del agua en México. *Cultura Científica y Tecnológica*, 6, 30. 31-40.
- Manzanares-Rivera, J.L. (2016). Hacer florecer al desierto: Análisis sobre la intensidad de uso de los recursos hídricos subterráneos y superficiales en Chihuahua, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(77), 35-61.
- Martín, L., & Justo, J. B. (2015). *Serie recursos naturales e infraestructura: análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe*. Organización de las Naciones Unidas. 64 p.
- Martínez-Sifuentes, A.R., Villanueva-Díaz, J., Estrada-Ávalos, J., Vázquez-Vázquez, C., & Orona-Castillo, I. (2020). Pérdida de suelo y modificación de escurrimientos causados por el cambio de uso de la tierra en la cuenca del río Conchos, Chihuahua. *Nova scientia*, 12(25).
- Nickisch, M.B., Sánchez, L., Tosolini, R., Díaz, F.T., & Jordan, P. (2018). Sistemas de captación de agua de lluvia para consumo humano, sinónimo de agua segura. *Aqua-LAC*, 10(1), 15-25.
- Ortega-Gaucin, D., & Peña-García, A. (2016). Análisis crítico de las campañas de comunicación para fomentar la "cultura del agua" en México. *Comunicación y Sociedad*, (26), 223-246.
- Palacios-Vélez, O.L., & Escobar-Villagrán, B.S. (2016). La sustentabilidad de la agricultura de riego ante la sobreexplotación de acuíferos. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(2), 5-16.
- Paz-Pellat, F., Palacios, L.A., Salas, V.M., Bolaños, M.A., Cuesta, M., & Zúñiga, J.I. (2019). Mercado virtual del agua en México: una estrategia de adaptación y mitigación al cambio climático. *Elementos para Políticas Públicas*, 3(2), 129-162.
- Perevochtchikova, M., Aponte-Hernández, N., Zamudio-Santos, V., & Sandoval-Romero, G. E. (2016). Monitoreo comunitario participativo de la calidad del agua: caso Ajusco, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(6), 5-23.
- Plassin, S., Koch, J., Paladino, S., Friedman, J. R., Spencer, K., & Vaché, K. B. (2020). A socio-environmental geodatabase for integrative research in the transboundary Rio Grande/Río Bravo basin. *Scientific Data*, 7(1), 80.
- Plata-Pérez, L.P., Rangel-Sánchez, N.E., & González-Ramírez, P.I. (2022). Optimización dinámica aplicada al acuífero de San Luis Potosí. *Ensayos. Revista de economía*, 41(2), 135-168.

- Poulos, H.M., Barton, A.M., Berlyn, G.P., Schwilk, D.W., Faires, C.E., & McCurdy, W.C. (2020). Differences in leaf physiology among juvenile pines and oaks following high-severity wildfire in an Arizona Sky Island Mountain range. *Forest Ecology and Management*, 457, 117704.
- Rendón, E. C., León, S. S., & Armendáriz, G. M. (2020). Problemáticas socioambientales en torno al agua utilizada para actividades agrícolas en cinco municipios del estado de Chihuahua, México. *Sociedad y Ambiente*, (22), 124-151.
- Ríos-Flores, J. L., & Navarrete-Molina, C. (2017). Huella hídrica y productividad económica del agua en Nogal Pecanero (*Carya illinoensis*) al sur oeste de Coahuila, México. *Studies of Applied Economics*, 35(3), 697-716.
- Rivas-Pérez, R., Sotomayor-Moriano, J., Pérez-Zuñiga, G., & Soto-Angles, M. E. (2019). Real-time implementation of an expert model predictive controller in a pilot-scale reverse osmosis plant for brackish and seawater desalination. *Applied Sciences*, 9(14), 2932.
- Rodríguez-Miranda, J.P., García-Ubaque, C.A., & Pardo-Pinzón, J. (2015). Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. *Tecnura*, 19(46), 149-164.
- Rodríguez-Pineda, J.A., Carreón, E., Lafon, A., Santos, J., & Ruiz, R. (2017). Cambio de uso de suelo en la cuenca del río Conchos, Chihuahua, México. *In: La cuenca del río Conchos: una mirada desde las ciencias ante el cambio climático*. Montero-Martínez, M., & Ibáñez Hernández, O. (Eds.). pp. 157-202.
- Rojas-Rodríguez, I.S., Coronado-García, M. A., Rossetti-López, S. R., & Beltrán-Morales, F. A. (2020). Contaminación por nitratos y fosfatos provenientes de la actividad agrícola en la cuenca baja del río Mayo en el estado de Sonora, México. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 247-256.
- Ruiz-Ortega, R., & Pacheco-Vega, R. (2021). Panorama de los conflictos subnacionales en torno al agua en México. Aplicación de una propuesta metodológica para su identificación y caracterización. *Espiral (Guadalajara)*, 28(82), 249-290.
- Salazar-Moreno, R., Rojano-Aguilar, A., & López-Cruz, I. L. (2014). La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 5(2), 177-183.
- Salgado, A.A., Gaxiola, J.A.S., Ibarra, E.S., Contreras, R. F., Rodríguez, M.P., Tovar, R.B., & Medina, H.A.S. (2015). Consumo de agua en la producción de nogal pecanero bajo dos densidades de población. *Agrofaz*, 15(1), 101-108.
- Sánchez-Gutiérrez, R.A., Servin-Palestina, M., Gutiérrez-Bañuelos, H., & Serna-Pérez, A. (2017). Eficiencia en el uso del agua de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con sistema de riego subsuperficial. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(4), 429-435.
- Sandoval-Solís, S., Garza-Díaz, L. E., & Leal-Nares, O.A. (2019). Estimación de Caudales Ecológicos para la Cuenca del Río Bravo. *UC Davis Water Management Lab & Pronatura noreste, Davis, California, USA*.
- Sandoval-Solis, S., Paladino, S., Garza-Díaz, L., Nava, L., Friedman, J., Ortiz-Partida, J. P., ... & Neeson, T. (2022). Environmental flows in the rio grande-río bravo basin. *Ecology and Society*, 27(1), 20.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

- (2017). Producción y consumo. Disponible en línea: <https://bit.ly/3xbnzwJ> (consultado el 4 de febrero de 2023).
- Serna-Huesca, O. (2019). Cartografía Conceptual del Bullying: Hacia la Teorización e Intervención desde la Socioformación. *Atenas*, 3(47), 124-141.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) (2022). Cierre de la producción agrícola por cultivo. Disponible online: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> (consultado el 30 de marzo de 2023).
- Sosa-Rodríguez, F.S. (2015). Política del cambio climático en México: avances, obstáculos y retos. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 6(2), 4-23.
- Tamayo, M. (2017). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.
- Valdez-Gascón, B., Ortiz-Muñoz, M. E., Ortiz-Enríquez, J. E., Fernando, P. L., Adriana, I., & Hermosillo, S. (2019). Requerimiento de riego en cultivos frutícolas bajo riego por goteo en regiones semidesérticas del estado de Sonora. In: Compendio científico en ciencias agrícolas y biotecnología, 2, XXI Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas (Vol. 2, p. 123). OmniaScience.
- Valles-Aragón, M.C., Ojeda-Barrios, D.L., Guerrero-Prieto, V.M., Prieto-Amparan, J.A., & Sánchez-Chávez, E. (2017). Calidad del agua para riego en una zona nogalera del Estado de Chihuahua. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 33(1), 85-97.
- Villalobos-Cano, O., Santellano-Estrada, E., Sánchez-Chávez, E., Mancillas-Flores, P.F., Martínez-Salvador, M., Morales-Nieto, C.R., Esparza-Vela, M.E. (2020). Diagnóstico y evaluación del uso y aprovechamiento del agua en el Distrito de riego 05-Delicias, Chihuahua, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(1), e2195.
- Xiao, L., Xie, B., Liu, J., Zhang, H., Han, G., Wang, O., & Liu, F. (2017). Stimulation of long-term ammonium nitrogen deposition on methanogenesis by Methanocellaceae in a coastal wetland. *Science of the Total Environment*, 595, 337-343.
- WOF (World Economic Forum) (2016). The Global Risks Report 2016. Edition 11 th. Ginebra, Suiza: The Global Competitiveness and Risk Team. Disponible en línea: http://www3.weforum.org/docs/GRR/WEF_GRR16.pdf (Consultado el 1 marzo de 2023).