



Los estudios del agua del estado de Chihuahua y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Esmeralda Cervantes Rendón
Gabriela Montano Armendáriz
María de Lourdes Villalba
Rosario Lee Lozoya
Rodolfo Rubio Salas
María Socorro Espino Valdés
Lizzeth Salas-Lechuga
Gerónimo Llerar-Meza



© El Colegio de Chihuahua
Calle Partido Díaz 4723
Colonia Progresista, C.P. 32310
Ciudad Juárez, Chihuahua, México
Tel. +52 656 639 0397
www.colech.edu.mx

Los textos tipo divulgación científica y humanística son aprobados por el Comité Editorial de El Colegio de Chihuahua. Este tipo de publicación no es dictaminada mediante un arbitraje doble ciego.

Primera edición en formato electrónico 2025

ISBN de la colección: 978-607-8214-68-6

ISBN de este volumen: 978-607-8214-89-1

Coordinación de procedimientos editoriales: Elvia Liliana Chaparro Vielma

Corrección y edición: Albricias editorial

Diseño de cubierta y diagramación: Albricias editorial

Licencia Creative Commons: Atribución – No Comercial – Sin Derivadas.

PUBLICACIÓN EN ACCESO ABIERTO: Se autoriza cualquier reproducción total o parcial de esta obra, siempre y cuando sea sin fines de lucro o para usos estrictamente académicos, citando invariablemente la fuente, sin alteración del contenido y dando los créditos autorales.

Índice

Introducción	5
Las interacciones del agua en el estado de Chihuahua, México	7
Derecho y acceso al agua en México	7
Escasez de agua en México	8
Falta de agua en el estado grande	9
Métodos de análisis aplicados	13
Análisis documental de las publicaciones académicas del estado de Chihuahua	14
Historia Ambiental	17
Propuesta para uso de filtros de zeolitas para remoción de arsénico desde el hogar	20
Los ODS y el abastecimiento de agua desde los estudios académicos del estado de Chihuahua	21
Temas estudiados sobre abastecimiento de agua en el estado de Chihuahua	22
Interacción de los ODS en los estudios de abastecimiento de agua del estado de Chihuahua.....	23
Retos de las interacciones del agua con los ODS.....	29

La historia ambiental del acuífero Jiménez-Camargo	31
El acuífero Jiménez-Camargo desde los datos oficiales	32
 La Historia Ambiental del acuífero Jiménez-Camargo	 41
 Filtros de zeolitas para mejorar la calidad del agua en casa.....	 43
Planta tratadora a base de zeolitas en fraccionamientos.....	46
Áreas verdes con zeolitas.....	48
Promoción de Programa de la Cultura del Agua	48
 Reflexiones finales.....	 49
Referencias	51

Introducción

La Agenda 2030 surge a partir de los Objetivos del Milenio, que pasaron de 8 a 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con 169 metas (Naciones Unidas, 2015). En ellos se considera la superación de la pobreza, la justicia social, la corresponsabilidad, la igualdad de género, el cuidado y preservación del ambiente, el derecho del empleo digno y productivo, así como las alianzas para lograrlos; con un especial énfasis en pensar globalmente y actuar localmente por medio de las alianzas entre las organizaciones de la sociedad civil, los actores económicos y los gobiernos. Resaltando que, aunque se tienen responsabilidades comunes entre los diferentes países también existen realidades sociales y económicas diversas, por lo que adquiere importancia la diferenciación entre las responsabilidades y la manera de llegar a las metas (De Lisio, 2017).

Por su parte, en el ODS 6: *Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*, una de sus metas se enfoca en alcanzar una cobertura universal de agua potable segura, sin embargo, se ha identificado que para lograrlo es necesario incrementar seis veces las tasas actuales de progreso (Naciones Unidas, 2023). Además, en otra de sus metas se busca mejorar la calidad del agua y aumentar su uso eficiente en todos los sectores (Naciones Unidas, 2025).

Para poder llegar a estas metas es necesario considerar aspectos ambientales, sociales y económicos relacionados con el abastecimiento y tratamiento del agua. Sobre todo en regiones que han experimentado graves escenarios de sequía, ya que su uso no solamente involucra los procesos físicos y químicos que se llevan a cabo en su

ciclo hidrológico, también se relaciona con aspectos culturales, tradicionales, de justicia, transformación del territorio y económicos; que en su conjunto otorgan la identidad a una población, lo que convierte al recurso hídrico en un eje transversal para el desarrollo y transformación de una sociedad.

Por lo que, de toda esta complejidad de temas e interacciones relacionadas con el agua y los ODS, en este trabajo se toman tres ejemplos del estado de Chihuahua desde el análisis bibliográfico, la historia ambiental y la aplicación de un sistema de tratamiento de agua. Estableciendo como objetivo identificar las interacciones en los temas de abastecimiento y tratamiento de agua del estado de Chihuahua con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, a través de cinco secciones distribuidas de la siguiente manera: 1) Las interacciones del agua en el estado de Chihuahua, México; 2) Métodos de análisis aplicados; 3) Los ODS y el abastecimiento desde los estudios académicos del estado de Chihuahua; 4) La historia ambiental del acuífero Jiménez-Camargo; 5) Filtros de zeolita para mejorar la calidad del agua en casa; y Reflexiones finales.

Las interacciones del agua en el estado de Chihuahua, México

Derecho y acceso al agua en México

El derecho humano al acceso del agua es fundamental, aunado al marco jurídico que establece las normas del derecho ambiental, pues deben de ir de la mano el cuidado y preservación del agua y la garantía que regule el acceso, con el fin de resguardar este importante elemento.

En la legislación mexicana no es posible encontrar el derecho al agua en forma concreta, pero sí en diversas disposiciones dentro de la Constitución Federal que se refieren a la explotación, prohibición, y distribución de facultades para legislar y regular el recurso hídrico.

El marco jurídico que regula en materia de agua en México se encuentra en los siguientes ordenamientos (Jacobo, 2012):

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en los artículos 4, 27, 28, 73, 89 y 115.
- Ley de Aguas Nacionales (LAN) reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia de aguas nacionales.
- Ley Federal de Derechos.
- Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas Federales de Infraestructura Hidráulica.
- Ley General de Bienes Nacionales.
- Ley General de Asentamientos Humanos.

- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley General de Salud.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).
- Leyes Estatales en materia de agua, promulgadas en las entidades federativas.

El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios; así como de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.

Escasez de agua en México

A lo largo de la historia de la humanidad, el agua ha sido una preocupación constante, desde cómo encontrarla, captarla, aprovecharla y transportarla. Esta inquietud por el recurso hídrico se ha intensificado a nivel mundial, y en el caso específico de México, las causas de su disminución son variadas, incluyendo el uso desmedido, el incremento de la población y la demanda industrial y agrícola. El papel vital del agua para la humanidad ha sido innegable, ya que, históricamente, las comunidades han elegido establecer sus asentamientos en áreas con acceso a este recurso. Diversas civilizaciones idearon sistemas para distribuir y captar agua con fines de consumo, otorgándole propiedades espirituales o divinas.

Por otra parte, se estima que alrededor del 30 % de los 35 millones de kilómetros cúbicos de agua dulce del mundo están en las reservas subterráneas (SEMARNAT, s.f.). En México, se identifican 653 acuíferos, de los cuales 114 están en condiciones de sobre-explotación.

La escasez o falta de agua es un problema que afecta a gran parte de la población de las regiones del norte, noroeste y centro (Durango, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Aguascalientes y Zacatecas) de México (CENAPRED, 2014). Muñoz *et al.* (2023), estimaron la magnitud de inseguridad del agua en México mediante las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición Continúa conocidas como Ensanut Continua, en los períodos 2021 y 2022. De acuerdo con los resultados, encontraron que la prevalencia de inseguridad del agua en los hogares mexicanos citadinos fue de 16.3 % en el 2021, y de 16.5 % en 2022. En tanto que en los hogares rurales de 15.2 % en el 2021, y 17.2 % en el 2022. Finalmente, los autores concluyeron sobre la importancia

de generar un plan de acción intensivo para resolver la problemática de la escasez y la contaminación de agua, ya que la seguridad hídrica para la población mexicana es asunto de seguridad nacional.

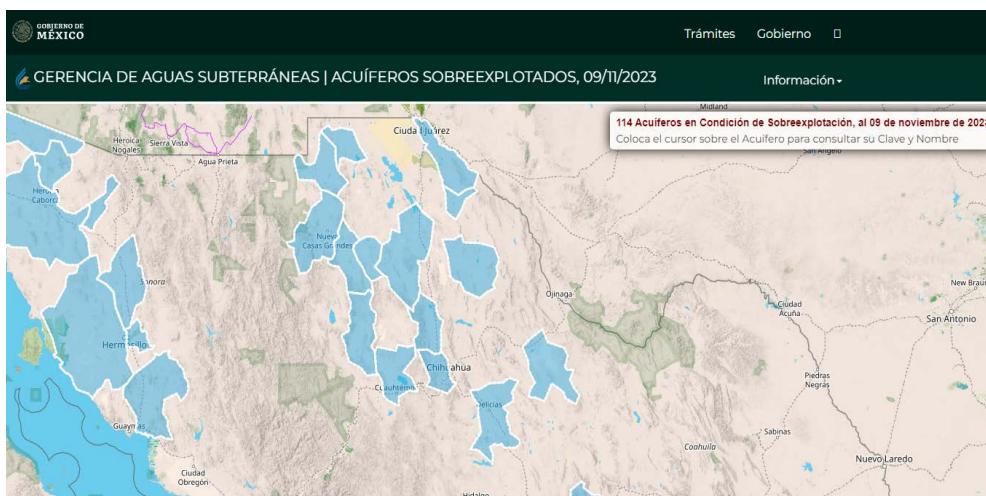
Falta de agua en el estado grande

Por su parte, Chihuahua es el estado más grande con un 12.6 % de superficie en México, cuenta con una extensión territorial de 247,460 km², de la cual el 73 % es árida y seca con precipitaciones muy escasas. Tiene una población de 3,741,869, ocupa el lugar 12 por número de habitantes, y el 87 % vive en localidades urbanas (Inegi, 2020a).

El estado de Chihuahua cuenta con fuentes de agua superficial y subterránea, sin embargo, sus principales formas de abastecimiento son subterráneas. Dentro de su territorio posee 61 acuíferos, de los cuales 38 tienen déficit en su *disponibilidad media anual*, (Conagua, 2024a), es decir, se extrae más agua de la que se puede recargar. Entre ellos está el de Jiménez-Camargo (0832) que tiene una disponibilidad media anual de -167.37 (Conagua, 2024b). Por ello, varias comunidades del estado enfrentan una crisis. Dicha problemática se ve agravada por factores como el crecimiento demográfico, el aumento de la actividad industrial y la expansión de cultivos de alta densidad y rentabilidad económica, como el nogal, la alfalfa y el maíz de alto rendimiento, todos ellos de elevado consumo hídrico.

Además, 15 acuíferos se encuentran en condiciones de sobreexplotación, siendo el Valle de Juárez (0833), El cuarenta (0827), Palomas-Guadalupe Victoria (0812), Ascensión (0801), Casas Grandes (0806), Buenaventura (0804), Laguna La Vieja (0819), Flores Magón-Villa Ahumada (0821), Laguna Tres Castillos (0813), Baja Babícora (0803), El Sauz-Encinillas (0807), Cuauhtémoc (0805), Chihuahua-Sacramento (0830), Meoqui-Delicias (0831) y Los Juncos (0847) (Conagua, 2023a); lo que representa el 13.15 % de los acuíferos sobreexplotados a nivel nacional (Figura 1).

FIGURA 1. Acuíferos sobre explotados del estado de Chihuahua



FUENTE: Conagua, 2023a, <https://sigagis.conagua.gob.mx/sobreexplorados/>)

En cuestión de aguas superficiales posee dos principales fuentes, el Río Bravo que comparte con Estados Unidos por medio del Tratado de Aguas de 1906, donde se encuentra el Distrito de Riego 09 Valle de Juárez; y la cuenca del Río Conchos que también es parte de los tratados internacionales, con el Tratado de Agua de 1944 donde se ubica el Distrito de Riego 05 Delicias, siendo una de las principales fuentes de agua y zonas de recarga natural. Esta presenta una alta vulnerabilidad hídrica ante los efectos del cambio climático, debido a que se estima que para el año 2100 tenga una disminución del escurrimiento del 28 % en un escenario tipo AB1 (Rivas y Montero, 2013), afectando el abastecimiento de agua tanto para uso agrícola como para cumplir con el mencionado tratado.

Por otra, parte, las urbes más pobladas dentro del estado son Ciudad Juárez y la capital, con 1,512,450 y 937,674 habitantes respectivamente. La demanda de agua potable en estas ciudades ha aumentado considerablemente, manifestándose en el abatimiento de los acuíferos y en la reducción de la calidad del agua, ya que al extraerla de capas más cada vez profundas contienen alta salinidad (Salas-Plata, 2006), aunado a las características geológicas de algunas áreas por donde circula, por ejemplo, la interacción roca-agua (procesos geoquímicos) que disuelve diferentes elementos, algunos de ellos considerados como contaminantes.

En la actualidad Ciudad Juárez depende del acuífero subterráneo denominado Bolsón del Hueco, el agua de dicho acuífero es para uso doméstico, industrial, riego y

necesidades municipales; lo que genera un bombeo excesivo, contribuyendo a problemas graves de contaminación. El Río Bravo es otra fuente de abastecimiento, sin embargo, cuando el recurso llega a Juárez, es muy poco y controlado principalmente por los agricultores (Cervera, 2007; De Courcelles, 2010).

La ciudad de Chihuahua se abastece principalmente de tres acuíferos: Chihuahua-Sacramento, El Sauz-Encinillas y Tabalaopa-Aldama. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (Conagua), presentan un déficit considerable que aumenta cada día.

La falta de agua (escasez) ha originado una crisis importante en Juárez y Chihuahua debido al desarrollo urbano e industrial que sobrepasó la capacidad del suministro, convirtiéndose en el reto principal.

El consumo promedio por habitante al día en estas ciudades es de 334 y 300 litros respectivamente. Ambas por encima de la media nacional de 250 litros. La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que es suficiente entre 50 y 100 litros de agua por habitante al día para satisfacer las necesidades básicas (Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Chihuahua: Visión 2040). Sin embargo, se deben considerar aspectos como las condiciones climáticas, entre otras. La temperatura promedio de Ciudad Juárez en los cuatro meses más calurosos es entre 36 y 21° C. En tanto que en la capital varía entre 34 y 17° C. La radiación ultravioleta es extremadamente alta en ambas. Dicha situación requiere, de manera apremiante, una sociedad consciente de la importancia del agua y cómo esta se ve afectada en cantidad y calidad conforme aumenta la población. Y que también se haga responsable de implementar medidas para usarla de manera eficiente en colaboración con las instancias encargadas de su distribución y cuidado.

Aunado a lo anterior, una problemática que se agrava en los lugares donde sus principales fuentes de agua son subterráneas es la *sequía*, la cual se define como la disminución o ausencia de precipitación pluvial respecto al índice anual (Kundzewicz y Kaczmarek, 2000). La Sociedad Meteorológica de los Estados Unidos la definió como “el lapso caracterizado por un anormal déficit de humedad” (Campos, 1996 como se citó en CENAPRED, 2021, p. 6). Posteriormente la definió como “un periodo de clima anormalmente seco, cuya duración es suficientemente prolongada como para causar desequilibrios hidrológicos significativos” (Sociedad Meteorológica de los Estados Unidos, 2013). Una sequía puede durar de uno a tres años y termina cuando regresan las lluvias y se recupera el índice normal de precipitación, restableciendo los cuerpos de agua (Esparza, 2014). Comprender esta definición es sumamente importante ya que puede considerarse desde diferentes puntos de vista: meteorológicos, hidrológicos y agrícolas, hasta los económicos y sociales; sus características dependen de las causas y efectos que conlleva.

La sequía meteorológica se presenta cuando existe una escasez continua de precipitación durante un periodo largo de tiempo, cuya duración puede variar dependiendo de la región y las condiciones climáticas: temperaturas altas, humedad baja, poca cobertura de nubes, mayor insolación, entre otras.

La sequía hidrológica la produce una deficiencia en los caudales o volúmenes de agua superficial o subterránea. Así como también contribuye de manera importante la forma en que se utiliza el recurso hídrico. Este tipo de sequía puede demorarse incluso meses después de iniciar la escasez pluvial (Valiente, 2001).

La agricultura es la actividad que se ve más afectada. Debido al tipo de sequía que se produce cuando no existe suficiente humedad en el suelo para el desarrollo de los cultivos, ocasionando menor rendimiento y baja calidad en el producto, propiciando la movilidad de la población por hambruna.

Finalmente, la socioeconómica se relaciona ampliamente con el aspecto agrícola. Ortega y Velasco (2013), vincularon esta sequía con los impactos económicos como la recesión en la tasa del crecimiento económico regional, pérdida de ingreso a productores, desempleo, escases de alimentos, problemas de salud y aumento de morbilidad en sectores vulnerables, y daños severos a la población por la escasez de lluvia.

La *escasez*, a diferencia de la sequía, puede presentarse a pesar de existir lluvias. El Programa de las Naciones Unidas en el Informe sobre Desarrollo Humano 2005, mencionó que “la escasez de agua puede ser física, económica o institucional y como el agua misma, puede fluctuar en el tiempo y en el espacio” (PNUD, 2005).

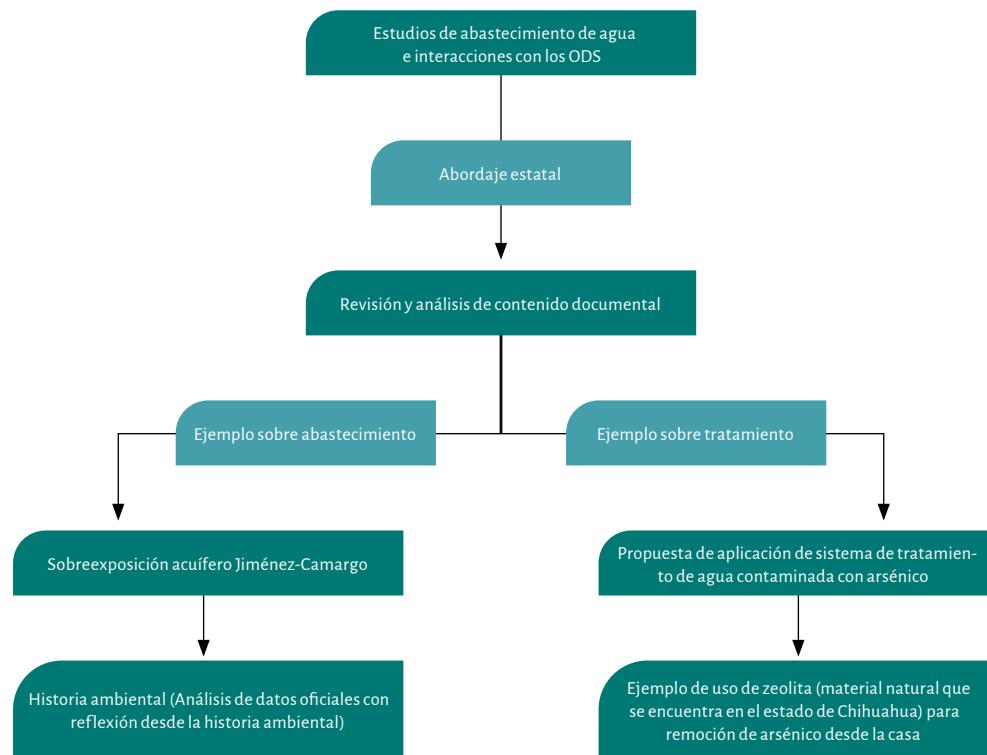
La falta de infraestructura para hacer llegar el agua y en donde el gobierno no cuenta con el capital suficiente para abastecer de este recurso a la población en general, refleja la importancia de los aspectos económicos y políticos.

La posición geográfica del territorio es el aspecto físico contundente, si este se encuentra en una zona árida o semiárida, en donde la mayor parte de su población está concentrada en los lugares con poca agua superficial (Esparza, 2014), la sobreexplotación y contaminación del agua subterránea se hace presente.

Métodos de análisis aplicados

Con el fin de tener un panorama general de las interacciones de los estudios del agua del estado de Chihuahua con el ODS 6, y a su vez conocer las relaciones que existen con los otros ODS, se llevó una revisión y análisis de contenido de los resúmenes de publicaciones académicas del estado. Mientras que para abordar aspectos importantes de la cobertura universal de agua segura se tomaron dos ejemplos específicos, uno sobre el tema de abastecimiento relacionado con el acuífero Jimenez-Camargo, que tiene problemas de sobreexplotación; y el otro acerca del tratamiento de agua para lograr que sea segura para consumo humano, tomando como ejemplo el uso de filtros de zeolita desde el hogar para la remoción de arsénico. Ambos son problemas que destacan desde la revisión de literatura (Figura 2).

FIGURA 2. Diagrama sobre el análisis realizado para abordar los temas de abastecimiento y tratamiento de agua desde los estudios académicos del estado de Chihuahua



FUENTE: Elaboración propia.

Análisis documental de las publicaciones académicas del estado de Chihuahua

El análisis de publicaciones del tema de abastecimiento sigue un diseño de investigación bibliográfico (Tamayo, 2017), desde la interpretación de los ODS en el tema de Abastecimiento de Agua por medio de su codificación (Casasempere-Satorres y Velcher-Ferrández, 2020).

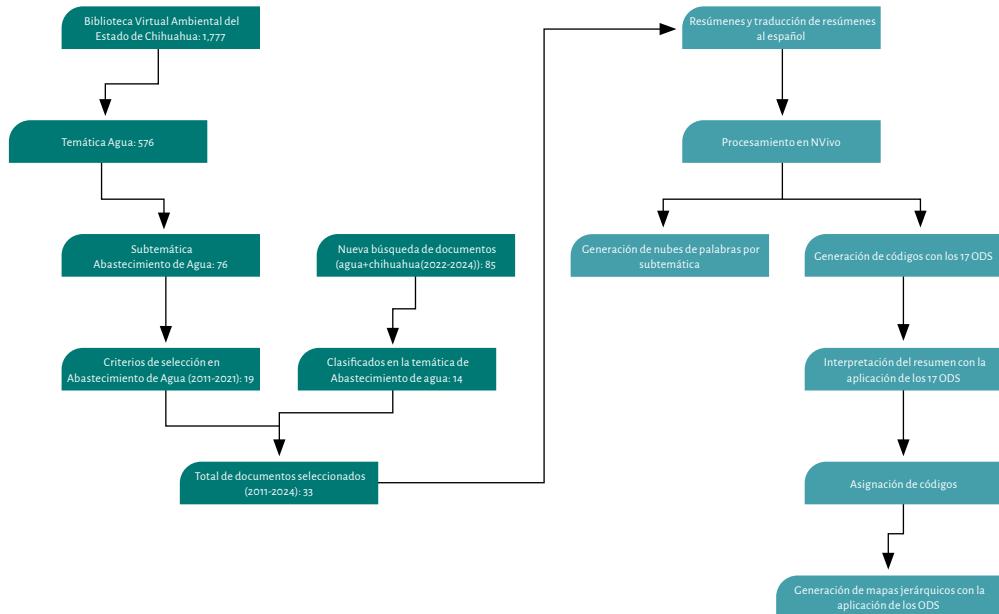
Para la selección y análisis de documentos académicos se utilizaron dos herramientas. La primera de ellas fue la colección especializada denominada Biblioteca Vir-

tual Ambiental del Estado de Chihuahua (BVA), en la cual se realiza un proceso de búsqueda sistematizada de documentos digitales de acceso abierto y referencias sobre temas ambientales del estado de Chihuahua y zonas circundantes, funcionando desde el 2007 como un centro de consulta y para revisar información (Cervantes *et al.*, 2007). La segunda fue un *software* para análisis de contenido cualitativo llamado NVivo.

En cuanto a la selección de documentos de la temática de agua (576 documentos), se utilizó la categoría de “abastecimiento de Agua” (76 documentos) de la BVA.¹ Se seleccionaron los del periodo del 2011 al 2021, tomando como criterios de inclusión que fueran artículos, tesis, memorias en extenso y capítulos de libros que incluyeran resumen. Sin embargo, en el momento que se realizó el análisis no se encontraba actualizada la BVA, por lo que fue necesario realizar una nueva búsqueda de documentos de acceso abierto del periodo 2022 al 2024 para actualizar la información presente en la BVA, seleccionando un total de 19 de la BVA y 14 de la nueva búsqueda, obteniendo un total de 33 documentos. De estos se tradujeron al español los resúmenes que estaban en inglés y se reunieron en un documento de Word que fue procesado en el *software* NVivo (Figura 3).

¹ La consulta se realizó en septiembre de 2023 en el sitio <http://bva.colech.edu.mx/xmlui>, en ese momento la BVA contaba con un total de 1,777 documentos y referencias. Para los términos de búsquedas de la BVA se utiliza el Tesauro General Multilingüe Ambiental (GEMET por sus siglas en inglés que se puede consultar en: <https://www.eionet.europa.eu/gemet/en/themes/>). La BVA tiene dividida la información en los temas de agua, aire, suelo, residuos, energía, salud ambiental y cambio climático, dentro de cada una de ellas se tienen subcategorías, siendo las de agua: abastecimiento, ahorro, calidad, contaminación, legislación, modelación, prevención de la contaminación, problemática binacional, protección, purificación, recursos hídricos, restauración, reutilización, sequía, sociedad y tratamiento.

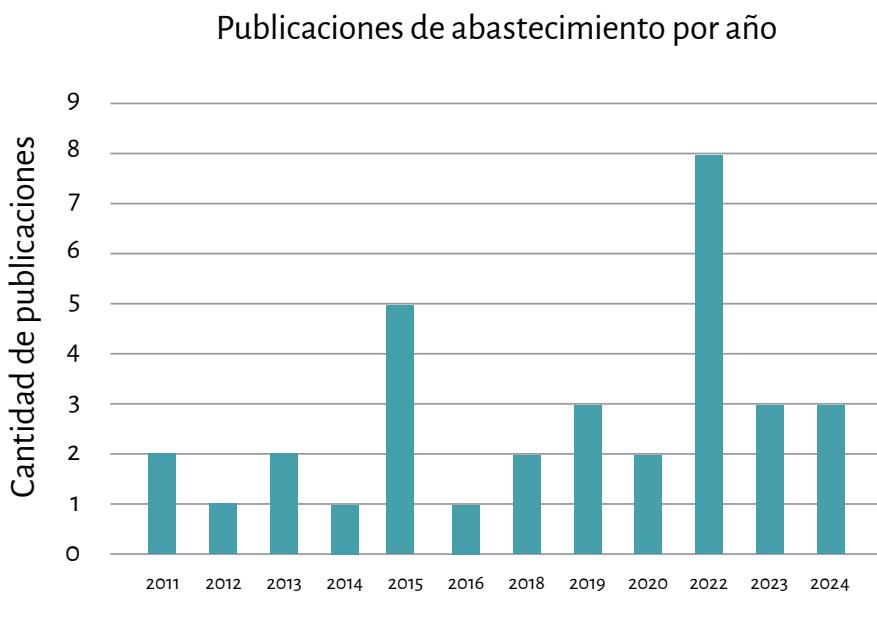
FIGURA 3. Proceso de selección y análisis de los resúmenes para la identificación de los ODS involucrados en los estudios de Abastecimiento de Agua y Sociedad del estado de Chihuahua



FUENTE: Elaboración propia.

Por su parte se generaron los códigos con los 17 ODS en NVivo y se revisaron cada uno de los resúmenes para identificar y seleccionar las frases o párrafos donde hubiera contenido que se relacionara con algunas de las metas aplicables de los ODS, para poder generar una densidad de codificación y así obtener un mapa jerárquico (Figura 3).

FIGURA 4. Cantidad de publicaciones de acceso abierto seleccionadas sobre el tema de “abastecimiento de agua” del periodo 2011 al 2024



FUENTE: Elaboración propia.

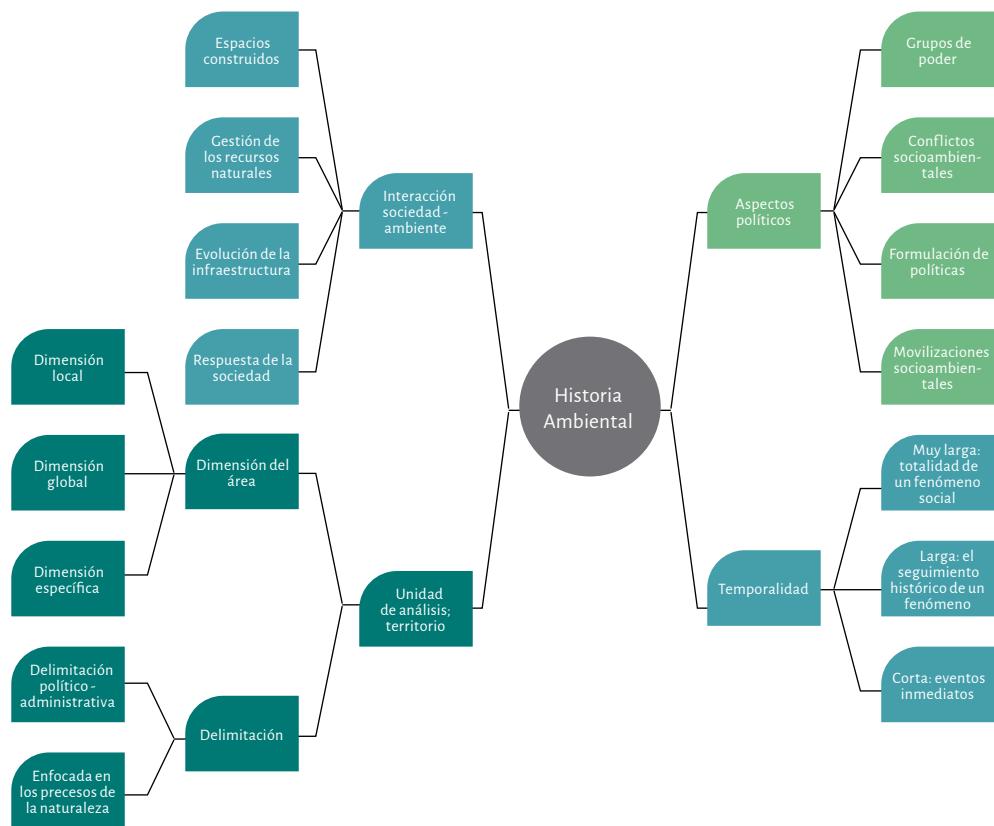
Mientras que en cuestión del tipo de publicaciones académicas el 57.6 % fueron artículos científicos, el 27.3 % tesis de posgrado, el 12.1 % memorias en extenso de congresos y el 3 % capítulos de libros. Por su parte, los años con una mayor cantidad de publicaciones fueron el 2022 y el 2015, y en el resto del periodo se observa cierta consistencia en la publicación de aproximadamente tres por año (Figura 4), por lo que se puede decir que es un tema que se presenta de manera constante en la agenda de investigación científica del estado de Chihuahua.

Historia Ambiental

La historia ambiental constituye la exploración de la interacción entre la sociedad y su entorno, contemplando los espacios construidos por el ser humano, la gestión de los recursos naturales, la evolución de la infraestructura y las respuestas de la sociedad ante la contaminación, el cambio climático y los desastres naturales. Además, se entrelaza con lo político al analizar los grupos de poder y los conflictos relacionados con el medio

ambiente. Este enfoque examina tanto la formulación de políticas como los movimientos ambientalistas, desentrañando las complejidades de las decisiones políticas y las luchas por la sostenibilidad (Figura 5).

FIGURA 5. Características de la historia ambiental



FUENTE: Elaboración propia con base en Miraglia (2016), Castro (2013) y Boutier (2004).

La unidad de análisis en la Historia Ambiental es el territorio, ya que es el resultado histórico y geográfico donde la sociedad y el ambiente se interrelacionan mutuamente con sus acciones cotidianas (Miraglia, 2016). Dentro del ámbito de la Historia Ambiental, se visualizan dos dimensiones fundamentales y diferentes. En primer lugar, cuando se considera la *dimensión del área*, que implica un análisis detallado de áreas pequeñas o el

extremo en donde se busca una exploración de procesos globales que abarcan desde el planeta en su totalidad hasta porciones específicas, lo cual ofrece panoramas distintos para identificar y examinar factores como el clima, el suelo, los cultivos y la vida animal (Castro, 2013).

Mientras que la segunda dimensión se enfoca en la *delimitación*, donde se critica el estudio de ámbitos estatales y nacionales, vinculándolos con las divisiones políticas y administrativas, como provincias o municipios, ya que esta dimensión no está conectada con las dinámicas y procesos de la naturaleza, tales como los climáticos, geomorfológicos, hidrológicos y biológicos, entre otros; por ello se sugiere que en el estudio desde la Historia Ambiental se consideren otro tipo de delimitaciones más acordes a los procesos de la naturaleza y no a las divisiones administrativas o políticas (Castro, 2013, p. 14). Lo anterior con la finalidad de mencionar que el objeto de estudio en la Historia Ambiental es la relación entre la sociedad y el ambiente, pudiendo examinarse a diversas escalas, ya sea local, regional o global (Figura 5).

En un momento de la historia se pensó que solamente era necesario considerar el desarrollo económico sin evaluar las consecuencias sociales y ambientales, lo que ahora se traduce en afectaciones socioambientales, dando lugar a problemas globales como el cambio climático, la reducción considerable de los niveles de agua para consumo humano, la extinción de especies y la notable afectación de espacios geográficos. Esta interacción, donde las acciones humanas afectan el medio ambiente, constituye el objetivo central de la Historia Ambiental, el cual se puede resumir de la siguiente manera: identificar cuáles acciones han generado las mayores afectaciones en el entorno natural para frenar el deterioro o reconocer las causas que llevaron a la extinción.

En cuanto al tiempo y la delimitación espacial que deben considerarse al llevar a cabo una investigación en Historia Ambiental, se impone la necesidad de analizar los efectos a corto, mediano y largo plazo. Esta perspectiva se alinea con la teoría de Fernand Braudel (1949 como se citó en Boutier, 2004), quien propone una división temporal en tres planos distintos. En primer lugar, el geográfico se centra en el medio ambiente. En segundo lugar, el plano social aborda los destinos colectivos o el movimiento de conjuntos sociales. Por último, el individual se enfoca en acontecimientos específicos, así como en aspectos políticos y decisiones particulares de las personas. Esta estructura temporal se desglosa en tres categorías según la duración. La muy larga duración implica un análisis exhaustivo de la totalidad de un hecho social. La larga duración, que puede abarcar décadas o incluso siglos, se centra en revisar fenómenos a lo largo del tiempo. Finalmente, la corta duración se ocupa de los individuos como portadores de un campo político, marcando destinos individuales o colectivos de manera más inmediata (Figura 5).

Propuesta para uso de filtros de zeolitas para remoción de arsénico desde el hogar

Para el desarrollo de esta sección se consideraron los estudios previos sobre el uso de zeolita y los ejemplos de aplicación, considerando la experiencia de un grupo de investigadores del estado de Chihuahua donde se buscan alternativas de tratamiento con materiales locales de fácil acceso para la población en general.

Los ODS y el abastecimiento de agua desde los estudios académicos del estado de Chihuahua

El abastecimiento de agua se refiere a las actividades que se realizan para hacer llegar el agua a la población, ya sea para consumo humano o para actividades de la industria o agropecuarias, incluyendo la extracción y distribución de esta.

El ODS 6 de la Agenda 2030 establece que es necesario garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, para lo cual propone ocho metas, de las que podemos destacar la 6.1 “de aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo del agua potable a un precio asequible para todos”, y la 6.4:

aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua. (Naciones Unidas, 2018)

Estas dos metas son relevantes para Chihuahua, debido a que es un estado donde sus principales fuentes son subterráneas y ha sufrido fuertes períodos de sequía. Por lo que el abastecimiento se relaciona de manera considerable con los problemas de sobreexplotación que se derivan de las diversas actividades y formas de consumo del agua.

Temas estudiados sobre abastecimiento de agua en el estado de Chihuahua

De manera general, desde la imagen de la nube de palabras formada a partir de los resúmenes de los estudios académicos sobre abastecimiento de agua del estado de Chihuahua, se observa que se les ha dado mayor relevancia a las investigaciones en regiones urbanas desde el enfoque de ciudad, sobre todo tomando en cuenta la demanda para el consumo de agua potable por parte de la población. Mientras que en el sector agrícola, se utiliza para riego desde la producción de cultivos donde se buscan alternativas para mejorar la eficiencia de esta actividad. En cuestión de fuentes hídricas se identifica con un mayor peso las subterráneas desde el estudio de los acuíferos, pero también se reconoce la importancia de los ríos (Figura 6).

FIGURA 6. Nube de palabras de los resúmenes del tema de abastecimiento de agua del estado de Chihuahua, periodo 2011-2024



FUENTE: Elaboración propia con el software NVivo.

Por otra parte, al ser un servicio, se han considerado, desde el organismo operador, diversas situaciones como el suministro, los problemas en la red, su eficiencia y su consumo; trabajando con datos para generar modelos e índices que permitan entender

los diversos escenarios climáticos con el fin de proponer soluciones sustentables para el consumo y distribución del agua, desde su gestión. En ese mismo sentido, el cambio climático tiene un impacto considerando la sequía, la disminución del recurso hídrico y los cambios en los periodos de demanda (Figura 6).

Interacción de los ODS en los estudios de abastecimiento de agua del estado de Chihuahua.

Se identificaron once Objetivos de Desarrollo Sostenible que interactúan con el tema de abastecimiento de agua. Sobre todo, el ODS 6, el cual se encuentra involucrado en cada una de las publicaciones. Mientras que el segundo más importantes fue el *ODS 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles* (Naciones Unidas, 2018) (Figura 7). Es importante mencionar que de los 67 municipios que componen al estado, solamente en cinco (Cuauhtémoc, Delicias, Chihuahua, Juárez e Hidalgo de Parral) se tiene una población mayor a los 100,000 habitantes (Inegi, 2020b), y de estos, en dos se concentra el 65 % (Chihuahua y Juárez) (Inegi, 2020c).

FIGURA 7. Objetivos de Desarrollo Sostenible involucrados en los estudios sobre abastecimiento de agua del estado de Chihuahua (2011-2024)

ODS 6. Agua limpia y saneamiento	ODS 12. Producción y consumo responsable	ODS 9. Industria, innovación e infraestructura
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles	ODS 13. Acción por el clima	ODS 2. Hambre cero
	ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres	ODS 10. Reducción de las desigualdades
		ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico ODS 7. Energía asequible y no contaminante ODS 3. Salud y bienestar

FUENTE: Elaboración propia con el software NVivo.

En el ODS 11 interfieren aspectos económicos y de territorio, cuenta con diez metas, de las cuales se pueden relacionar con el agua, la 11.1 “asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales”, la 11.4. “redoblar esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo” y la 11.a “apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional” (Naciones Unidas, 2018).

Por su parte, estas metas se pueden observar en los estudios de la ciudad de Chihuahua, debido a que una de sus principales demandas de agua se relaciona con el uso público, donde se han buscado alternativas de ahorro y recuperación con la sociedad como la captación de agua de lluvia (Gutiérrez y Rubio, 2014; Orduño, 2015), además se ha trabajado en la identificación de pérdida en la red de agua potable para fraccionamientos de esta misma ciudad, utilizando los indicadores de desempeño para los servicios de abastecimiento de agua de la Asociación Internacional del Agua (IWA por sus siglas en inglés), con lo que se ayuda a tener una mejor gestión para el diseño de la infraestructura de su distribución en la ciudad (Kong, 2022). Mientras que en otro estudio se determinaron los coeficientes y las curvas de variación horaria y diaria de la demanda de agua, con el fin de tener herramientas que ayuden a un mejor modelado, diseño y operación de la red de agua de esta ciudad (Hernández *et al.*, 2023), así como el cálculo del factor de demanda desde los datos actuales para estimaciones futuras en condiciones de servicio intermitente (Mendoza *et al.*, 2022), que es el tipo de suministro de agua que se ofrece en la ciudad de Chihuahua. Sin embargo, se han realizado estudios para la aplicación de una metodología basada en el control de caudal/presión con el objetivo de proponer una transición eficiente de un suministro intermitente de agua a uno constante (Sánchez *et al.*, 2022b).

Respecto al abastecimiento relacionado con los acuíferos de la ciudad de Chihuahua, se ha trabajado en el análisis de las condiciones geomorfológicas y geohidrológicas para determinar las mejores zonas que podrían funcionar para una recarga inducida de sus acuíferos (Olivas, 2022), ya que en ciudades áridas, sus principales fuentes son subterráneas, por ello, adquiere una gran relevancia comprender la respuesta de sus niveles de agua con respecto a las condiciones meteorológicas y a las actividades humanas (Sánchez *et al.*, 2022a).

Otra de las localidades con mayor población es Ciudad Juárez, donde una de las preocupaciones es la sustentabilidad del agua y saneamiento, de tal manera que se pueda asegurar el abastecimiento para las generaciones futuras (Hernández *et al.*, 2019) considerando el cambio climático (Nieblas, 2022).

Además, los sistemas de captación de agua y las instalaciones necesarias para una mejor distribución del recurso hídrico en las ciudades coinciden con el *Objetivo 9: Construir infraestructura resiliente, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación*, sobre todo con la meta 9.1 “desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano” (Naciones Unidas, 2018), haciendo hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos, ya que se puntuiza la importancia de la infraestructura necesaria para la distribución del agua (Moreno *et al.*, 2015), así como para la recuperación de la misma por medio de sistemas de captación de lluvia (Gutiérrez y Rubio, 2014).

Por lo que el Objetivo 9 se relaciona directamente con la infraestructura, necesaria para lograr ciudades resilientes (ODS 10), enfocada en este caso en la distribución, captación y gestión del agua. Que son las herramientas indispensables para lograr el análisis de los mejores sitios para una recarga inducida de un acuífero (Olivas, 2022), así como la infraestructura que ayude a identificar sitios de perforación para extraer agua subterránea, considerando una caracterización exhaustiva y multitécnica que permita establecer los lugares con una mayor disponibilidad y evitar perforaciones fallidas en lugares semiáridos como Casas Grandes (Granados *et al.*, 2023).

Con relación a la innovación en las ciudades es importante el uso de energías renovables, en este caso el uso de paneles solares con baterías, conectados a la red eléctrica como una posibilidad para alimentar estaciones de suministro, distribución y tratamiento de agua en Ciudad Juárez; ya que la ciudad tiene características económicas, geográficas y topográficas con un alto potencial de radiación solar (Delgado *et al.*, 2024), por lo que es una opción viable, relacionándose también con el ODS 7: *Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna*.

Por otra parte, la innovación e industrialización (ODS 9) también se pueden observar desde el sector agrícola, donde se analiza la comparación de la demanda de agua en las huertas de manzanas cercanas a la mancha urbana de Cuauhtémoc y la competencia de agua que existe entre estos dos tipos de uso. Identificando una mayor sobreexplotación de los acuíferos en las zonas cercanas a las huertas de manzanas y con menor tecnificación en el riego, por lo que se destaca la relevancia del tipo de riego utilizado para un mejor uso (Enríquez *et al.*, 2013). Debido a esta competencia entre sus diferentes usos, es relevante el funcionamiento de la red de agua potable en la ciudad, ya que se debe de buscar la eficiencia en todos sus procesos, sobre todo en la distribución (Ibarra *et al.*, 2019).

Cabe señalar que el municipio de Cuauhtémoc es una de las regiones agrícolas más importantes del estado, por la producción de manzana (García *et al.*, 2013), que

interactúa con el ODS 12. *Garantizar modalidades de consumo y producción sostenible.* Este objetivo tiene 11 metas, de las cuales se pueden relacionar con el abastecimiento de agua, la 12.2 “De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales” y la 12.b. “elaborar y aplicar instrumentos para vigilar los efectos en el desarrollo sostenible, a fin de lograr un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales” (Naciones Unidas, 2018).

Otro sitio de interés donde también se tiene una competencia entre el uso urbano y agrícola es la región de Meoqui-Delicias donde, además, persisten problemas de contaminación con arsénico, por lo que es urgente la búsqueda de alternativas de tratamiento y fuentes de agua, así como su uso eficiente (Reaza, 2019).

Mientras que en la zona agrícola del Valle de Juárez se pasa por situaciones diferentes, ya que utiliza para su riego, tanto agua proveniente del Río Bravo –cuando se otorga con base en el Tratado de Aguas de 1906– como la subterránea, que en ocasiones se mezcla con agua tratada de Ciudad Juárez; sin embargo, debido a su procedencia es necesario supervisar su contenido de metales y metaloides que podrían afectar tanto a los cultivos como el suelo de la región (Palomo *et al.*, 2015). Por su parte, al tratarse de aguas transfronterizas, también la cuenca del Río Conchos se ve afectada por los tratados internacionales, como el de 1944, que establece la cantidad de agua que México debe de entregar a Estados Unidos, sin embargo, esta misma región tiene una alta actividad agrícola (Rentería *et al.*, 2022), lo que incrementa la necesidad de contar con estrategias de bajo consumo.

Por otra parte, se ha analizado el uso de agua para cultivos como el de forraje para alimento de ganado (Gress y Pavón-Hernández, 2025), y las autorizaciones de agua para una cervecería en el estado (Manzanarez, 2024), con el propósito de identificar la existencia de inequidades en su distribución.

Uno de los elementos de la producción sostenible relacionada con el consumo menor de agua es el cambio de cultivo cuando se tienen producciones con un alto consumo del recurso hídrico. En este caso se revisaron la eficiencia y productividad del durazno a nivel estatal como una alternativa, considerando la generación de empleos, identificándose como una buena opción sobre otros cultivos de la región como la manzana y el nogal (Suárez *et al.*, 2022). En ese sentido, considerar el empleo y el nivel de ingresos como un factor para la toma de decisiones, también se puede relacionar con el ODS 8: *Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos*, donde se considera como una parte esencial la situación económica del agricultor en la toma de decisiones para la restauración de sitios degradados (Richter *et al.*, 2023).

Cabe señalar que el 89.4 % del volumen concesionado de agua en el estado de Chihuahua durante el 2020 fue para actividades agrícolas (Conagua, 2022), por lo que resalta la importancia de considerar una producción sostenible desde el uso de agua en este sector. Lo cual también se relaciona con el ODS 2: *Poner fin al hambre*, en específico con su meta 2.4:

Para el 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra. (Naciones Unidas, 2018)

Lo anterior adquiere relevancia al considerar que el estado de Chihuahua tiene el primer lugar en la producción de algodón, cebolla, chile verde, alfalfa verde, avena forrajera y de grano, maíz amarillo, manzana, nuez pecanera, pistacho y orégano (García *et al.*, 2020), ya que se tiene el dilema de producir alimentos, pero de una manera sostenible en una entidad con acuíferos que presentan un déficit en la disponibilidad de agua.

Otro de los ODS que hace intersección entre la parte social y de abastecimiento, con respecto a las particularidades agrícolas chihuahuenses es el *Objetivo 10: Reducir la desigualdad en y entre los países*, desde la meta 10.2. “potenciar la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición” y la 10.3 “garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando leyes, políticas y prácticas discriminatorias y promoviendo legislaciones, políticas y medidas adecuadas a ese respecto” (Naciones Unidas, 2018). Estos dos puntos se observan en el estudio de dos grupos sociales diferentes, los menonitas y los agricultores mexicanos, que utilizan el agua para riego, pero que culturalmente lo hacen de maneras muy distintas, respondiendo ante eventos de sequía de acuerdo con sus tradiciones (Cera, 2015).

Además, existen desigualdades para el acceso al agua entre agricultores con grandes presupuestos que, incluso, invierten en el cultivo del nogal que requiere altas cantidades de agua y que puede ocasionar la sobreexplotación de los acuíferos que se incrementa por los grandes períodos de sequía, provocando que el acceso al agua de los pequeños productores sea reducido (Palma, 2018).

De igual manera tienen efectos en los agricultores que se abastecen de la cuenca del Río Conchos, con implicaciones sobre el agua que se entrega a Estados Unidos por el Acuer-

do internacional elaborado en 1944, ya que desde el tiempo de su creación han cambiado varias situaciones sociales y ambientales, como lo demuestran los diversos escenarios de cambio climático (Ingol y McKinney, 2011). Esto relacionado, también, con el ODS 13: *Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*, con su meta 13.1 “fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países” (Naciones Unidas, 2018).

Esta capacidad de resiliencia se relaciona con el tema, desde las ciudades donde se busca identificar medidas de diseño urbano sostenible respecto al agua con el fin de combatir las problemáticas derivadas de la escasez y cambio climático en lugares como Ciudad Juárez (Nieblas, 2022).

Por otra parte, es importante caracterizar el comportamiento de los acuíferos desde los aspectos climáticos y antropogénicos, con el fin de lograr una mejor gestión del agua desde la resiliencia y adaptación a las condiciones de cambio climático (Sánchez *et al.*, 2022a), ya que el estudio de la variabilidad climática permite identificar nuevos ciclos climáticos con grandes períodos de sequía lo que ayuda a elaborar mejores estrategias de gestión del recurso hídrico (Rentería *et al.*, 2022).

Además, se ha observado la importancia de considerar los factores climáticos y su influencia sobre los patrones de consumo de agua potable por parte de la población con el fin de generar un modelo de gestión basado en el factor de demanda de agua (Mendoza *et al.*, 2022).

Aunque en menor escala, también se consideran los efectos a la salud de la población derivados de la contaminación del agua como consecuencia de la sobreexplotación de los acuíferos, ya que al tener que extraerla de mayor profundidad se ocasiona que esta pueda tener más altas concentraciones de sustancias como metales que afectan la salud (Reaza, 2019). Esto en concordancia con el ODS 3: *Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*, directamente con la meta 3.9 “Para el 2030, reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades producidas por productos químicos peligrosos y la contaminación del aire, agua y suelo” (Naciones Unidas, 2018). En este caso, la concentración de sustancias peligrosas es consecuencia de la extracción a mayor profundidad para poder abastecer de agua a la población y para los demás usos que se le da.

Desde los aspectos ambientales, se puede ver que se involucra el ODS 15: *Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad*. Desde las metas 15.1:

Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en concordancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales. (Naciones Unidas, 2018).

Y la 15.3 “luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo” (Naciones Unidas, 2018), esto sobre todo en las áreas que pertenecen a la región del Río Conchos, considerando sus presas (Estrada *et al.*, 2015), así como también la competencia por el agua para la biodiversidad de las zonas cercanas al Río Bravo (que se comparte con Estados Unidos) (Murray, 2018), en su cuenca (Acosta, 2021) y sobre sus caudales ambientales (Richter *et al.*, 2023).

Retos de las interacciones del agua con los ODS

En las secciones anteriores se observó cómo interactúan once ODS con el tema de abastecimiento de agua (Figura 7), abordado desde los estudios académicos, demostrando que el tema del agua es transversal en los asuntos sociales, ambientales y de territorio, sin embargo, no se logró identificar la interacción de cuatro ODS en los estudios analizados, de los cuales se descarta el ODS 14: *Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos* (Naciones Unidas, 2018), debido a que el estado de Chihuahua no se encuentra cercano a ninguna región marítima, lo que deja el reto de la aplicación de tres ODS con su diversas metas que pudieran ser aplicadas al tema aquí tratado (Tabla 1).

TABLA 1. Relación de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que son compatibles con el abastecimiento de agua y sociedad del estado de Chihuahua

ODS	Meta que se podrían aplicar al abastecimiento de agua y sociedad
ODS 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.	1.4 Para 2030, garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los más vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos, así como acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de las tierras y otros bienes, la herencia, los recursos naturales, las nuevas tecnologías y los servicios económicos, incluida la microfinanciación.

Continúa...

ODS	Meta que se podrían aplicar al abastecimiento de agua y sociedad
ODS 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.	4.3 De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria. 4.7 De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.
ODS 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.	5.4 Reconocer y valorar los cuidados y el trabajo doméstico no remunerados mediante servicios públicos, infraestructuras y políticas de protección social, y promoviendo la responsabilidad compartida en el hogar y la familia, según proceda en cada país. 5.5 Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisarios en la vida política, económica y pública. 5.a Emprender reformas que otorguen a las mujeres igualdad de derechos a los recursos económicos, así como acceso a la propiedad y al control de la tierra y otros tipos de bienes, los servicios financieros, la herencia y los recursos naturales, de conformidad con las leyes nacionales.

FUENTE: Elaboración propia con información de Naciones Unidas (2018).

El agua es esencial para la vida y para el desarrollo del ser humano y de los ecosistemas, por ello, el abastecimiento de agua debe de ser considerado como un elemento dentro de los derechos al acceso de servicios básicos, que son parte esencial para la eliminación de la pobreza (ODS 1). Por otra parte, la educación es un factor determinante para el desarrollo de las sociedades y el individuo, por lo que es primordial compartir el conocimiento sobre los procesos físicos y químicos del agua así como las implicaciones sociales de su uso para lograr un desarrollo sostenible (ODS 4), por medio de la educación formal que mejore las opciones de los individuos que promuevan el consumo eficiente del agua (Tabla 1).

Otro reto importante es considerar los aspectos de género en los estudios de investigación que formen un panorama de las condiciones diferenciadas que se dan respecto a los procesos sociales que se involucran en el abastecimiento y uso del agua (ODS 5), para con ello otorgar información suficiente que promocione políticas públicas inclusivas en la atención a problemáticas relacionadas con los procesos hídricos sociales (Tabla 1).

La historia ambiental del acuífero Jiménez-Camargo

El estudio de la historia ambiental de un acuífero con problemáticas complejas relacionadas con la actividad agrícola permite considerar aspectos relevantes de las metas del ODS 6: *Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos,* sobre todo las metas 6.1 “De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos”, la 6.4:

aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren de falta de agua. (Naciones Unidas, 2018)

Y la 6.b “apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento” (Naciones Unidas, 2018).

Esto debido a que conocer y caracterizar los procesos sociales que se llevan a cabo en un territorio a través del tiempo, derivados del uso de un acuífero para actividades agrícolas que lo han llevado a la sobreexplotación, permite identificar puntos de cambio que ayuden a determinar estrategias de gestión del recurso hídrico considerando los errores del pasado y visualizando sus consecuencias, y que además promueva la generación de modalidades de producción sostenibles (ODS 12).

Por lo que en esta sección se aborda el acuífero Jiménez-Camargo, situándolo dentro de la historia ambiental en la categoría de corta duración, donde las decisiones son las que marcan el destino, ya sea a nivel individual o colectivo. Mismas que se ven reflejadas en el deterioro del acuífero, considerando la delimitación de los municipios que lo componen para darle prioridad a su división natural; y como proceso económico la actividad agrícola, con especial énfasis en el cultivo de nogal y el comportamiento del otorgamiento de concesiones de agua.

El acuífero Jiménez-Camargo desde los datos oficiales

El acuífero Jiménez-Camargo, identificado con la clave 0832, abarca una extensión de 9,947 km², distribuidos entre varios municipios. Jiménez ostenta la mayor proporción con un 22 %, seguido por Coronado con el 18.6 %, Allende con el 18 %, López con el 13.1 %, Camargo con el 12 %, Matamoros con el 8.1 %, San Francisco de Conchos con el 6.2 %, Saucillo y La Cruz con el 1 % (DOF, 2015). Actualmente, este acuífero enfrenta un déficit anual de 167 millones 374 mil 574 metros cúbicos, priorizando el agua para la agricultura sobre su uso público urbano (Conagua, 2024b). Es de notar que esta región incluye más de una localidad, como se puede apreciar en la Figura 8.

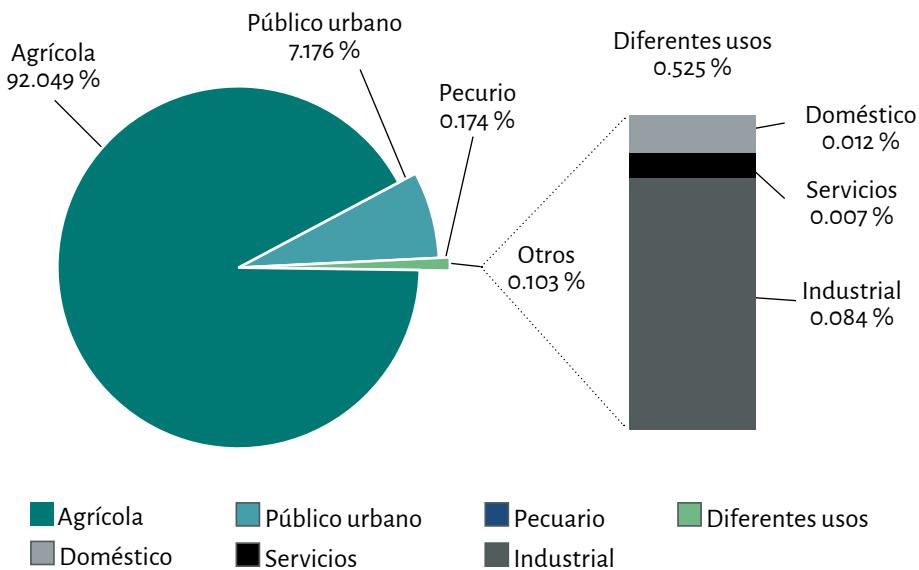
FIGURA 8. Extensión del acuífero Jiménez-Camargo



FUENTE: Elaboración propia con información de Conagua (2024b).

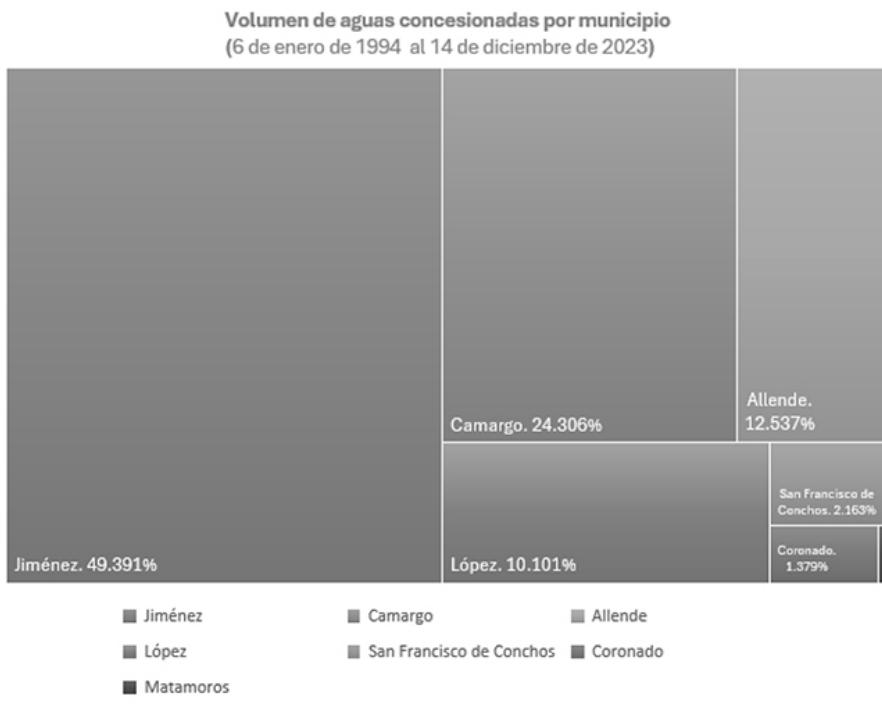
De acuerdo con el Registro Público de Derechos del Agua (Repda), para diciembre de 2023 se obtuvieron un total de 312,148,918 m³ concesionados, de los cuales el 92.049 % fue para uso agrícola (Figura 9), confirmando que la principal actividad económica y vocación de la región es la que tiene el mayor consumo de agua.

FIGURA 9. Gráfica del volumen concesionado por tipo de uso para el acuífero Jiménez-Camargo



NOTA. total de volumen concesionado (312,148,918 m³).
FUENTE: Elaborado por Rosario Lee con datos de Conagua (2023b).

Por otra parte, al contabilizar solamente los volúmenes concesionados de los siete municipios que se encuentran sobre el acuífero, el que tiene mayor volumen es Jiménez (49.39 %), seguido de Camargo (24.306 %), para pasar a Allende (12.537 %) y López (10.101 %), siendo los de menor volumen concesionado los municipios de San Francisco de Conchos (2.163 %), Coronado (1.379 %) y Matamoros (0.122 %) (Figura 10).

FIGURA 10. Volumen concesionado por municipio del acuífero Jiménez-Camargo

NOTA. Total de volumen concesionado ($307,718,197.52\text{ m}^3$).

FUENTE: Elaborado por Rosario Lee con datos de Conagua (2023b).

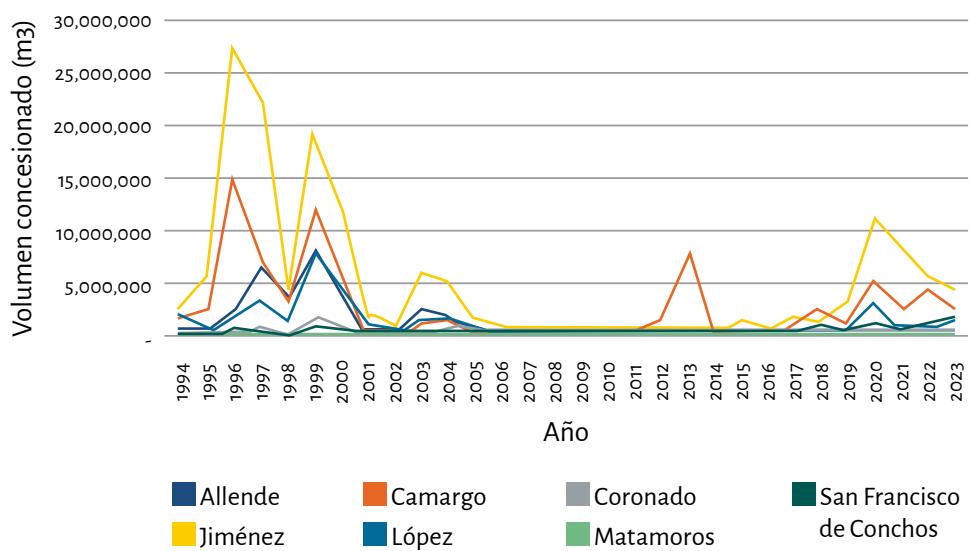
En cuestión de calidad del agua de esta región, se ha identificado que, aunque se observan en algunos pozos niveles de concentración de *sólidos disueltos totales* (SDT), arsénico y boro que sobrepasan los *límites máximos permisibles* para consumo humano, estos se encuentran dentro de los rangos para su uso en el riego de nogal, sobre todo los SDT debido a que tienen una concentración baja de sodio (Valles et al., 2017). Sin embargo, es necesario seguir verificando y dando seguimiento ya que de acuerdo con modelaciones realizadas de escenarios climáticos, el acuífero Jiménez-Camargo presenta una vulnerabilidad alta en la parte sur y se proyectan incrementos en los niveles de concentración de nitratos, sodio y potasio derivados de las actividades agrícolas (Mendieta, 2021).

Por otra parte, en la zona suroeste de la región hay depósitos naturales de uranio, mismo que ha sido identificado en pozos del acuífero Jiménez-Camargo, observando un

incremento en su concentración, que, de acuerdo con Mendieta *et al.* (2021), podría deberse a la sobreexplotación del acuífero y a la irrigación derivada por las actividades agrícolas.

Mientras que el comportamiento del volumen por año ha variado, otorgando las concesiones más altas durante los años 1996, 1997 y 1999, con otros picos menores en el 2003, 2012 y 2020; dentro de los cuales se observa que los municipios que han estado presentes en todos los picos son Jiménez y Camargo, mientras que López y Allende tuvieron sus mayores concesiones en 1997, 1999 y 2020 (Figura 11).

FIGURA 11. Volumen concedionado por metros cúbicos por año de los siete municipios del acuífero Jiménez-Camargo



NOTA. Total de volumen concedionado ($307,718,197.52\text{ m}^3$).

FUENTE: Elaborado por Rosario Lee con datos de Conagua (2023b).

Como se presenta en la Figura 9, la actividad que más demanda agua es la agricultura, por lo que se presenta una clasificación por municipio, cultivo anual y cultivo perenne con el objetivo de analizar su uso en la siembra de diversos productos (Tabla 2). Se observa que en las siete localidades principales vinculadas al acuífero Jiménez-Camargo se lleva a cabo la siembra de cultivos que son considerados grandes consumidores de agua, tales como alfalfa, nuez, algodón y maíz (Tabla 2).

TABLA 2. Principales actividades económicas por localidad

Localidad	Población	Cultivo anual	Cultivo perene
Allende	8,487	Avena forrajera Calabaza/calabacita Cebolla Chile Frijol Jitomate (Tomate rojo) Maíz forrajero Maíz grano amarillo Maíz grano blanco Sorgo forrajero Sorgo grano	Alfalfa Nuez Pasto cultivado
Camargo	49,499	Algodón Avena forrajera Calabaza/calabacita Cebolla Chile Frijol Jitomate (Tomate rojo) Maíz forrajero Maíz grano amarillo Maíz grano blanco Sandía Sorgo forrajero Tomate de cáscara (tomatillo)	Alfalfa Caña de azúcar Nuez Pasto cultivado
Coronado	2,034	Algodón Avena forrajera Cebolla Chile Frijol Maíz forrajero Maíz grano amarillo Maíz grano blanco Sorgo forrajero Sorgo grano	Alfalfa Espárrago Nuez Pasto cultivado
Contnúa...			

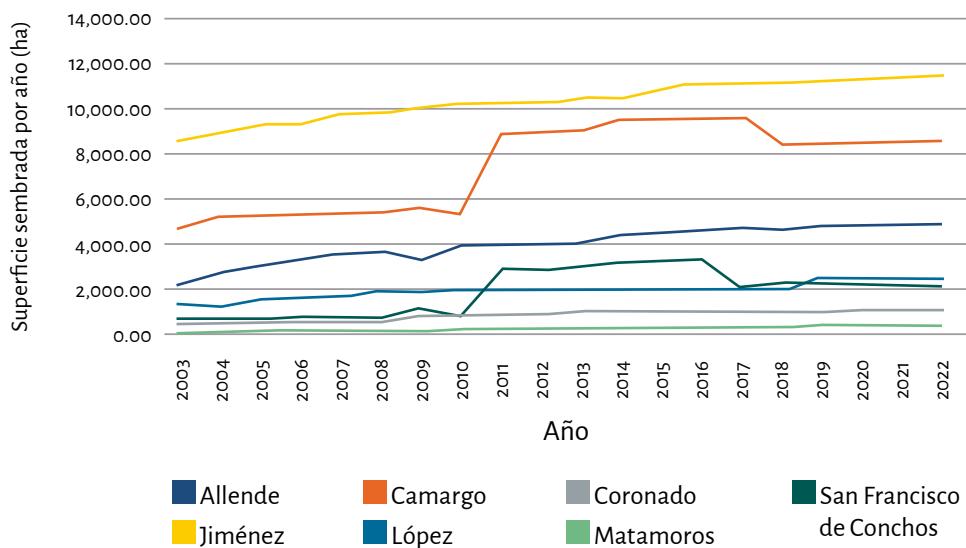
Localidad	Población	Cultivo anual	Cultivo perene
Jiménez	40,859	Avena forrajera Calabaza/calabacita Chile Frijol Maíz forrajero Maíz grano amarillo Maíz grano blanco Melón Sandía Sorgo forrajero Sorgo grano Trigo grano	Alfalfa Espárrago Nuez Pasto cultivado
López	4,122	Avena forrajera Cebolla Chile Frijol Maíz forrajero Maíz grano blanco Sorgo forrajero Sorgo grano	Alfalfa Nuez Uva
Matamoros	4,314	Avena forrajera Cebolla Chile Frijol Jitomate (Tomate rojo) Maíz forrajero Maíz grano amarillo Maíz grano blanco Sorgo forrajero Sorgo grano	Alfalfa Nuez
San Francisco de Conchos	2,696	Avena forrajera Cebolla Chile Frijol Maíz forrajero Maíz grano blanco Tomate de cáscara (tomatillo) Trigo grano	Alfalfa Nuez

FUENTE: *Economía y Sectores Productivos*. Inegi (2021),
[Dentro de los cultivos anuales podemos ver que se encuentran presentes en todos los municipios la alfalfa y la nuez \(Tabla 2\), de este último cultivo a nivel nacional el estado de Chihuahua cuenta con la mayor superficie sembrada de nogal con aproximadamente el 67 % \(García *et al.*, 2020\); por otra parte, para los productores representa una](https://WWW.INEGI.ORG.MX/TEMAS/AGRICULTURA/#TABULADOS; Censo de población y vivienda, Inegi (2020a).</p>
</div>
<div data-bbox=)

inversión que puede aportar buenos ingresos a mediano plazo (Fronza *et al.*, 2018 citado en García *et al.*, 2020).

Podemos decir que la vocación del lugar se ha relacionado principalmente con el nogal, por lo que se identificaron las superficies sembradas de este cultivo durante el periodo de 2003 al 2022 de los siete principales municipios (Figura 12).

FIGURA 12. Superficie sembrada de nogal en los siete principales municipios que integran el acuífero Jiménez-Camargo



FUENTE: Elaboración propia con información de SIAP (2024).

Se observa que en el municipio de Jiménez se ha tenido un crecimiento constante de superficie sembrada, mientras que Camargo presenta un incremento considerable en el 2010 que se extiende hasta el 2017, cuando sufre una caída de área sembrada, para mantenerse constante a partir del 2018. Por su parte San Francisco de Conchos presenta un incremento de superficie durante el 2010, teniendo una caída en el 2016 para mantenerse constante a partir del 2017 (Figura 12). En todos los casos se refiere a la nuez encarcelada (pecanera), solamente los municipios de Allende y Matamoros reportaron, además, nuez criolla (SIAP, 2024).¹

¹ La búsqueda se realizó durante el mes de mayo de 2024 con los siguientes criterios: cierre agrícola en la opción por cultivo/variedad y búsqueda por municipio, seleccionando los siete que se encuentran en mayor proporción dentro del acuífero Jiménez-Camargo.

En cuestión de porcentaje de superficie sembrada de nogal por municipio se observó que, durante el 2022, en el municipio de Jiménez se encuentra la mayor superficie sembrada con el 38 %, seguida de Camargo (28 %) y Allende (16 %), y en menor proporción López (8 %) y San Francisco de Conchos (7 %), mientras que en Coronado solamente se tiene el 3 % y en Matamoros el 1% (Tabla 3).

TABLA 3. Superficie sembrada de nogal durante el 2022 en los municipios del acuífero Jiménez-Camargo

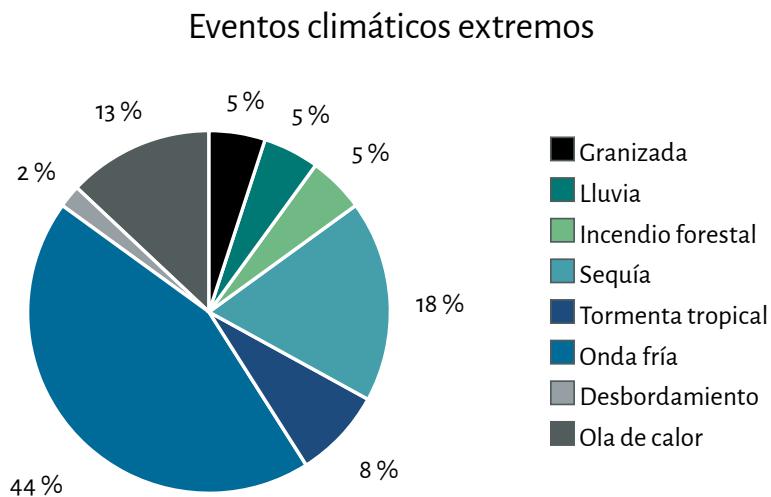
Municipio	Superficie sembrada (ha)	%
Allende	4,881.61	15.96 %
Camargo	8,558.00	27.98 %
Coronado	887.00	2.90 %
Jiménez	11,590.00	37.89 %
López	2,340.00	7.65 %
Matamoros	262.80	0.86 %
San Francisco de Conchos	2,070.00	6.77 %
Total	30,589.41	

FUENTE: Elaboración propia con datos de SIAP (2024).

Por otra parte, un elemento importante en las interacciones entre el desarrollo de una actividad económica, el consumo de agua y el comportamiento del grupo social se relaciona con los eventos climáticos extremos que se presentan en la región y que pueden ocasionar siniestros o daños a los cultivos, al patrimonio familiar, a la salud, e incluso la muerte. Dentro de los eventos reportados en los siete municipios del acuífero Jiménez-Camargo se encontró que las de mayor repetición son las ondas frías, con un 44 %; mientras que las sequías y ondas de calor suman un 31 % (Figura 13). Dentro de los efectos por las ondas frías se reportan caminos bloqueados, suspensión del servicio de energía eléctrica, comunidades incomunicadas y suspensión de clases en todos los niveles por las fuertes nevadas (DesInventar, 2024).²

² DesInventar es una base de datos internacional de Acceso Abierto para consulta de desastres naturales por región. La búsqueda se realizó el 2 de mayo de 2024. Por país y luego por estado y se descargaron los datos en Excel para seleccionar solamente los siete municipios del acuífero Jiménez-Camargo.

FIGURA 13. Eventos climáticos extremos reportados en los siete municipios del acuífero Jiménez-Camargo



NOTA. El total de eventos es 39.

FUENTE: Elaboración propia con información de DesInventar (2024).

Mientras que en cuestión de sequía, el 3 de enero de 2012 se emitió la declaratoria de desastre natural por sequía severa del 1 de mayo al 30 de noviembre de 2011 en 37 municipios del estado de Chihuahua, del acuífero Jiménez-Camargo se incluyeron los siete municipios (DOF, 2012).

La Historia Ambiental del acuífero Jiménez-Camargo

Considerar los datos oficiales y estudios académicos sobre un acuífero que cuenta con un déficit de disponibilidad de agua en una región árida, permite obtener un panorama de las implicaciones de una actividad económica sobre una población y su entorno natural. En el caso del acuífero Jiménez-Camargo se observa un espacio construido de 30,589.41 hectáreas de superficie sembrada con nogal (Tabla 3), lo que sugiere un paisaje dominado por huertos de nuez. Sin embargo, esta imagen conlleva un alto costo ambiental, ya que el cultivo implica una intensa sobreexplotación del acuífero y un deterioro en la calidad del agua, debido tanto a la extracción como a los procesos de irrigación.

Por lo que adquiere importancia hablar de la gestión de los recursos naturales, desde la búsqueda de sistemas de riego eficiente y tratamiento de agua para disminuir la contaminación que se puede generar por la irrigación; y sobre todo considerar la cantidad de concesiones otorgadas para la actividad agrícola de la región, ya que el incremento de estas puede llevar a más contaminación del acuífero Jiménez-Camargo que al final pueda afectar los cultivos y la salud humana.

Dentro del desarrollo de esta actividad agrícola que ha marcado la identidad de la región es importante considerar los escenarios de cambio climático que indican que la disponibilidad y calidad del agua del acuífero se verán afectados (Mendieta, 2021 y Mendieta et al., 2021). Por ello la importancia de entender los fenómenos climáticos extremos que sufre la región y sus implicaciones

tanto en la agricultura como en las afectaciones a la salud de los habitantes, su patrimonio y su vida, sobre todo sus dos mayores eventos climáticos que son las heladas y las sequías (Figura 13), considerando una evolución de la infraestructura que logre adaptarse ante los nuevos escenarios climáticos.

Todo lo anterior lleva a pensar, desde lo político, las implicaciones que se pueden tener a partir de los conflictos socioambientales al escasear el recurso, y las ventajas que adquieren los grupos de poder. De ahí la necesidad de elaborar políticas públicas que tomen en cuenta las nuevas condiciones climáticas con la disponibilidad y calidad del acuífero, siendo esto ya un tema relevante dentro de las noticias que se han publicado al respecto, en las que se ha expresado la preocupación por la sobreexplotación, las tomas clandestinas y la contaminación con arsénico.

Por otra parte, en cuestión del desarrollo de políticas públicas, a nivel regional, el 26 de septiembre del 2022 se llevó a cabo la Primera Cumbre Binacional del Agua, en la que se abordó la preocupación sobre el desabasto de agua y la sobreexplotación de los acuíferos, se establecieron acuerdos y acciones a implementar con la finalidad de proteger los recursos naturales, así como para promover la participación de la sociedad y la implementación del programa Cultura del Agua (Herrera, 26 de septiembre 2022).

Filtros de zeolitas para mejorar la calidad del agua en casa

La meta 6.1 del ODS 6, indica la necesidad de lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos (Naciones Unidas, 2018), esto nos lleva a que el recurso que se reciba para consumo humano debe de cumplir con los criterios de calidad y estar libre de contaminantes. Sin embargo, como se ha mencionado en las secciones anteriores, el agua que se extrae de los acuíferos no siempre tiene esta calidad, ya que en muchas ocasiones las características geológicas o las actividades antropogénicas generan que tenga contaminantes, como en algunos pozos del estado de Chihuahua, donde se han identificado metales pesados, arsénico y/o flúor, por ello la importancia de buscar sistemas de tratamiento de agua para el hogar, sobre todo a un precio asequible y de fácil acceso.

Por lo que tener agua de calidad también se ha relacionado con la salud y el bienestar humano (ODS 3), ya que los contaminantes pueden provocar diversos tipos de enfermedades en los seres humanos.

Asimismo, la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) en México, señala la importancia de cuidar el agua y la calidad de esta, reconociendo la responsabilidad compartida entre usuarios y autoridades, de esta manera la participación es activa y garantiza el derecho humano al agua potable y al saneamiento. En este sentido los usuarios pueden llevar a cabo acciones que, por pequeñas que parezcan, pueden tener un gran impacto y generar una cultura de conciencia, responsabilidad y solidaridad (CNDH, 2014).

Existen diversas alternativas para mejorar la calidad del agua potable que llega a los hogares, como los filtros de zeolitas. Es necesario recordar que el agua generalmente proviene de acuíferos subterráneos sobreexplotados, y con ella algunos elementos tóxicos que al ser ingeridos ocasionan daños severos a la salud (Villalba y Rubio, 2019). Como es el caso del arsénico que en altas concentraciones es tóxico, teratogénico y carcinógeno, se relaciona con el aumento de los índices de mortalidad por cáncer de pulmón, vejiga, riñón y cáncer hepático; o el flúor, que tiene afinidad química con la hidroxiapatita de los huesos, acumulándose en el esqueleto y llegando a causar lesiones semejantes a la osteoporosis (Gleason, 2002).

La zeolita contenida en los filtros, se trata de aluminosilicatos hidratados, altamente cristalinos, sódicos y cáticos de estructura porosa que cuentan con áreas superficiales e internas adecuadas para llevar a cabo intercambio iónico, por lo que tiene afinidad para los cationes de metales de transición. Así mismo, presenta ventajas como bajo costo, disponibilidad, excelente estabilidad y permite ser reactivada para utilizarse varias veces. México cuenta con numerosos y variados yacimientos de zeolitas distribuidos en 17 estados. En Chihuahua se ha encontrado zeolita en localidades como: La Boquilla de Tigre, La Virgen, El Cardenche, Cuesta del Gato, Los Corralitos y Trinchas, según el Servicio Geológico Mexicano.

El sistema de filtración con zeolitas (serie), es una técnica sencilla y de bajo costo que puede ser instalado fácilmente en los hogares, no requiere de mantenimiento constante, se coloca en la parte superior o debajo de la tarja, y es conectado directamente a la red de abastecimiento (Figura 14). El agua pasa por los primeros dos filtros que contienen zeolitas (analizadas y caracterizadas previamente), los cuales remueven los contaminantes por intercambio iónico y adsorción. Finalmente, en el tercer filtro, los residuos de zeolita que pudieron ser arrastrados por el agua se sedimentan para obtener las propiedades organolépticas propias del agua potable.

FIGURA 14. Filtros de zeolitas en serie



FUENTE: Propiedad de los autores.

Los filtros de zeolita neutralizan el pH del agua, remueven una cantidad considerable de contaminantes como: Pb, Cu, Cd, Zn, Co, Cr, Mn, As y F, que pueden estar presentes en el agua potable. Colmenero y Villalba (2023) demostraron la capacidad de remoción de arsénico en agua con zeolitas naturales provenientes del norte (Chihuahua) y centro (Guanajuato) de México, reportaron resultados de hasta 96 y 94 %.

Fuentes y Lenin (2019) determinaron el efecto de la zeolita natural en la mejora del agua potable, midieron cinco parámetros: turbidez y color, pH, bacterias coliformes totales y bacterias fecales. Los resultados que obtuvieron mostraron que la turbidez disminuyó hasta un 62.5 % con respecto a la muestra inicial, así como en el color encontraron valores menores al límite de cuantificación; el pH bajó a 1.31 %; coliformes totales y fecales disminuyeron considerablemente hasta valores permisibles establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua 2011 de Perú.

Este sistema de filtración es un método que puede dar respuesta a las necesidades de las zonas urbanas de Juárez y Chihuahua, facilitando a las autoridades abastecer a la población con agua de calidad y ayudando directamente a los habitantes a evitar las afectaciones a su salud asociadas al consumo de agua con contaminantes.

Planta tratadora a base de zeolitas en fraccionamientos

Existe otra alternativa comunitaria como la instalación de plantas de tratamiento de aguas negras a base de zeolita en los fraccionamientos habitacionales, las cuales son diseñadas y fabricadas conforme a las necesidades del fraccionamiento ($\text{m}^3/\text{día}$, calidad del agua que se recibe). Su funcionamiento es a través del proceso fisicoquímico a base de zeolitas, retirar los contaminantes que fueron vertidos en el agua y es de fácil manejo (Figura 15).

FIGURA 15. Proceso fisicoquímico a base de zeolitas



FUENTE: Propiedad de los autores.

El agua regenerada y comparada con los parámetros que señalan la normatividad mexicana (NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-002-SEMARNAT-1996) puede ser utilizada nuevamente en el mismo fraccionamiento para riego de zonas verdes (jardines privados

y parques), con la ventaja de la disponibilidad de un volumen constante incluso en épocas de sequía, lo que reduce el gasto familiar en el pago del servicio de agua.

Guerrero *et al.* (2018) mencionaron la importancia del uso de métodos ambientales que permiten reusar el agua residual mediante tratamientos de intercambio iónico como el empleo de zeolitas, que facilita el ahorro de recursos económicos y al mismo tiempo propicia el aprovechamiento de dicho mineral que se encuentra disponible en la naturaleza. De igual forma, comentaron que el agua, una vez tratada, puede ser utilizada en la agricultura, pues el 10 % de la población mundial consume alimentos regados con aguas residuales crudas o parcialmente tratadas.

La recarga de acuíferos artificialmente es otra posible contribución del agua tratada, aplicación cada vez más usada, ya que ayuda a aumentar el recurso hídrico disponible. El agua tratada se vierte a un cauce natural y se mezcla con el agua de lluvia, en el recorrido el agua modificada va infiltrándose (Figura 16). Marín (2009), señaló que el aporte de las aguas tratadas al cauce natural mejora el estado fisicoquímico, e incluso ecológico, de las masas de agua circulante.

FIGURA 16. Agua regenerada proveniente de la planta tratadora de zeolita



FUENTE: Propiedad de los autores.

Áreas verdes con zeolitas

Las zeolitas se pueden agregar directamente en el jardín, ya que retienen la humedad y los nutrientes que la plantas y el suelo necesitan. Disminuyendo, así, los períodos de regadío y trayendo con ello un ahorro de agua importante (Figura 17).

FIGURA 17. Zeolitas en áreas verdes



FUENTE: Propiedad de los autores.

Promoción de Programa de la Cultura del Agua

La conciencia y la educación social en torno a la prevención y cuidado del agua es fundamental para mejorar la situación de la escasez de agua que sufren los chihuahuenses. Conagua cuenta con un programa denominado “Cultura del Agua”, el cual busca fomentar y promover la educación, capacitación y participación social para fortalecer la gobernanza hacia la sustentabilidad ambiental, con el agua como eje trasversal. Este programa integra actividades como la producción y reproducción de material didáctico, impartición de pláticas escolares y pinta de bardas. Además, promueve la conservación de los recursos hídricos y la transmisión de valores en pro del uso racional del agua, a través de estrategias aplicables al entorno local y regional (González y Arzaluz, 2011).

Reflexiones finales

El estudio del agua requiere un abordaje multi e interdisciplinario debido a sus implicaciones ambientales, sociales, económicas y territoriales. Por ello al revisar las publicaciones académicas realizadas sobre el abastecimiento de agua en el estado de Chihuahua se logra brindar un panorama de las interacciones de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en este tema transversal, ya que el problema del agua no solo afecta a México, sino al mundo entero, y cada vez se están generando más estrategias y metas para apoyar al medio ambiente, como es el caso de la Agenda 2030.

Se observa que principalmente en cuestiones de agua, los ODS se relacionan con situaciones de la ciudad (ODS 11), y la producción y consumo responsable (ODS 12), es decir, entre las necesidades de la vida diaria de los habitantes y las de consumo para la producción agrícola; las dos principales caras del estado de Chihuahua: la industria y sus ciudades, y la agricultura, sus zonas rurales y la competencia que existe por el recurso hídrico.

Además, desde el abastecimiento de agua se visualiza la relación con otros ODS al tomar en cuenta la necesidad de infraestructura e inversión para lograr una mejor extracción y distribución (ODS 9), considerando de forma inicial invertir en energía fotovoltaica para la extracción, distribución y tratamiento del agua (ODS 7); así como medidas y acciones de adaptación por el cambio climático (ODS 13).

Mientras que en el caso de la agricultura (ODS 12), también se consideran situaciones de desigualdad por el acceso al agua diferenciado (ODS 10). Sin dejar de lado la importancia del tipo de cultivos con menor consumo de

agua, pero que siga contribuyendo a la disminución del hambre (ODS 2), y que beneficie a los agricultores (ODS 1) con ingresos dignos, así como el uso sustentable del agua (ODS 8). A la vez, priorizar el cuidado de la vida de los ecosistemas terrestres (ODS 15).

Por otra parte, considerar que el agua de calidad se relaciona directamente con la salud humana (ODS 3), así como con la innovación e infraestructura (ODS 9) al incluir opciones sostenibles y asequibles de sistemas de tratamiento de agua.

Sin embargo, aun cuando se logra obtener un panorama por medio de las publicaciones científicas encontradas en un repositorio académico regional especializado, es importante mencionar que para lograr conocer a mayor profundidad los procesos e implicaciones sociales de los ODS en el abastecimiento de agua, es necesario realizar estudios cualitativos con los diversos grupos involucrados.

Pero, también existe otra manera de abordar las interacciones sociales del agua, siendo una de ellas la Historia Ambiental, ya que se identifican los procesos sociales y físicos que llevan al cambio del territorio; en este caso se tomó como ejemplo, la del acuífero Jiménez-Camargo del estado de Chihuahua. Que lleva a reflexionar sobre cómo la búsqueda del crecimiento económico, aunque beneficie a algunos, puede dejar a la mayoría en desventaja debido a la falta de conciencia sobre el uso sostenible de los recursos. El agotamiento de un recurso natural, una vez ocurrido, se torna prácticamente irrecuperable, como observamos en casos como este. En donde se abordaron los aspectos relacionados con el consumo de agua desde la agricultura de nogal del acuífero Jiménez-Camargo, considerando los elementos de reflexión de la Historia Ambiental a partir la interacción sociedad-ambiente y los aspectos políticos, tomando como base diversos datos oficiales que otorgaron un panorama cercano, ya que en muchas ocasiones se tiene un subregistro, lo que solamente permite aproximarse a una realidad.

Por ello, tomar conciencia de la realidad a la que nos enfrentamos, no solo en Chihuahua sino a nivel global, implica reconocer que el “día cero” está cada vez más cerca. Este tipo de temas debería servir como una invitación, no solo para que las instituciones gubernamentales refuerzen con mayor empeño las regulaciones, sino también para que empresarios, agricultores y la sociedad en general se comprometan activamente con conciencia ambiental a incluir prácticas agrícolas más sostenibles y políticas de gestión del agua más efectivas.

Una sociedad consciente y responsable en los temas del agua, radica en la importancia del compromiso de cuidar y proteger el recurso hídrico. Invertir tiempo y esfuerzo en la búsqueda de aportaciones sencillas como la implementación de filtros de zeolitas para mejorar la calidad del agua en los hogares, la instalación de plantas tratadoras a

base de zeolitas en fraccionamientos para la irrigación de áreas verdes, su uso directo para disminuir los periodos de riego, así como cualquier otra alternativa.

Referencias

- Acosta, Y. A. (2021). *Evaluación de la acumulación de azoles en embalses ubicados en la RH-24, Bravo-Conchos* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chihuahua]. Repositorio Informático Institucional UACH. <http://repositorio.uach.mx/358/>
- Boutier, J. (2004). Fernand Braudel, historiador del acontecimiento. *Historia Crítica*, 27. <https://www.redalyc.org/pdf/811/81102713.pdf>
- Casasempere-Satorres, A. y Vercher-Ferrández, M. L. (2020). Análisis documental bibliográfico. Obteniendo el máximo rendimiento a la revisión de la literatura en investigaciones cualitativas, en F. Freitas, I. Pinho, A.I. Rodrigues, B. M. Faria y A. P. Costa (Eds.), *Investigación cualitativa en Ciencias Sociales. Avances y Desafíos* (pp. 247-257). Ludomedia. <https://doi.org/10.36367/ntqr.4.2020.247-257>
- Castro, H. (2013). La cuestión ambiental en geografía histórica e historia ambiental: tradición, renovación y diálogos. *Revista de Geografía Norte Grande*, 54, 109-128.
- CENAPRED. (2021). Serie Fascículo Sequías. <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/8-FASCCULOSEQUAS.PDF>
- Cera, J. I. (2015). *Prospección de indicadores de respuesta frente al abatimiento del acuífero, una exploración entre menonitas y mestizos de la región de Cuauhtémoc, Chihuahua* [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez]. Recursos electrónicos UACJ. <https://erecursos.uacj.mx/items/bc28397c-9ad9-4f83-9df8-4faab38cc906>
- Cervantes, E., Garza, V. y Olmos, K. M. (2007). Creación de la Biblioteca Virtual del Estado de Chihuahua en El Colegio de Chihuahua. *Culcyt*, 4 (21), 5-10. <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/435>
- Cervera, L. E. (2007). Indicadores del uso sustentable del agua en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Estudios Fronterizos*, 8 (16), 9-41. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-69612007000200001&script=sci_abstract&tlang=es
- Colmenero, L. H. y Villalba, M. L. (2023). Remoción de arsénico en agua con zeolitas naturales provenientes del norte y centro de México. *Tecnociencia Chihuahua*, 17(3), 1-12. <https://doi.org/10.54167/tch.v17i3.1261>
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos. (2014). *El Derecho Humano al Agua y Saneamiento*. <https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2019-08/Derecho-Humano-Agua-PS.pdf>

- Comisión Nacional del Agua. (2022). *Estadísticas del Agua en México 2021*. Conagua. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAM%202021.pdf>
- _____. (2023a). *Acuíferos sobreexplotados*. Gerencia de Aguas Subterráneas. <https://sigagis.conagua.gob.mx/sobreexplotados/>
- _____. (2023b). *Consulta a la base de datos del REPDA*. <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>
- _____. (2024a). *Aguas Subterráneas. Acuíferos Chihuahua*. Conagua. <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/chihuahua/chihuahua.html>
- _____. (2024b). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Jiménez-Camargo (0832), estado de Chihuahua*. Conagua. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/chihuahua/DR_0832.pdf
- De Courcelles, D. (2010). The urgency of preventive mediation on water issues: The Bolson del Hueco aquifer in El Paso (USA)/Ciudad Juárez (MX). *Internacional Conference "Transboundary aquifers": Challenges and New Directions* (ISARM), 1-6. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000190140>
- Delgado, W., Córdova, A., Beach, T. y Luzzadder-Beach, S. (2024). Economic feasibility of integrating solar energy into water utility operations in Ciudad Juárez, Mexico. *Water-Energy Nexus*, 7, 77-86. <https://doi.org/10.1016/j.wen.2024.02.001>
- De Lisio, A. (2017). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda ONU 2030. Un nuevo marco para la transformación en América Latina, en A. Chanona (coord.), *De los Objetivos del Milenio a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Nuevos Enfoques* (pp. 285-311).
- DesInventar. (2024). *DesInventar, a free, open source Disaster Information Management System*. <https://www.desinventar.net/DesInventar/report.jsp>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (3 de enero de 2012). DECLARATORIA de Desastre Natural por la ocurrencia de sequía severa del 1 de mayo al 30 de noviembre de 2011, en 37 municipios del Estado de Chihuahua. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5227810&fecha=03/01/2012&print=true
- _____. (25 de agosto de 2015). ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Jiménez-Camargo, clave 0832, en el Estado de Chihuahua, Región Hidrológico-Administrativa Río Bravo. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5404986&fecha=25/08/2015#gsc.tab=0
- Enríquez, J. C., Alatorre, L. C., Wiebe, L. C. y Amado, J. P. (2013). Análisis de la competencia de gasto de agua en ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua y las huertas de manzanas colindantes con la mancha urbana de la ciudad [Presentación oral]. *XII Congreso In-*

- ternacional y XVIII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales, Ciudad Juárez, México. <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/issue/view/3099>
- Esparza, M. (2014). La sequía y la escasez de agua en México: Situación actual y perspectivas futuras. *Secuencia*, (89), 193-219. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-03482014000200008&lng=es&tlang=es
- Estrada, G., Silva, H., Villalba, M. L., Astorga, F. y Franco, B. (2015). Tasa de variación de sedimentos en las principales presas del río Conchos, Chihuahua, México. *FIN-GUACH* 2, (4), 9-11. <https://revistascientificas.uach.mx/index.php/finguach/issue/view/82/Tomo%202.4>
- Fuentes, Y. y Lenin, E. (2019). Incorporación de filtros de zeolita en la calidad del agua en las captaciones del sistema de agua potable del Barrio Serafín Pampa. [Tesis de Grado Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/14791>
- García, C. G., Porras, D. A., Arras, A. M., Prieto, J. A. y Ortega, A. (2020). Evolución reciente de la producción de nuez pecanera (*Carya illinoinensis* (Wangenh) Koch) en Chihuahua, México. *Agroproductividad*, 13 (3), 56-64. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1613>
- García, A. K., Ojeda, L. A., Pérez, G., Servin, Y. y Alatorre, L. C. (2013). Evaluación de las extracciones de agua subterránea por métodos indirectos en la región de Cuauhtémoc, Chihuahua, México: aplicando la teledetección y SIG. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 9 (1), 141-149. <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlnrn/article/view/221>
- Gleason, S. (2002). Riesgo sanitario ambiental por la presencia de arsénico y flúor en los acuíferos de México. *Semantic Scholar* <https://www.semanticscholar.org/paper/Riesgo-sanitario-ambiental-por-la-presencia-de-y-en-Gleason/23580d63b-4c45993e0538513f1dd490a21dc5681>
- González, M. E. y Arzaluz, M. D. S. (2011). El Programa de Cultura del Agua en el noreste de México: Concepto utilitario, herramienta sustentable o requisito administrativo. *Región y sociedad*, 23(51), 123-160. <https://doi.org/10.22198/rys.2011.51.a52>
- Granados, A., Rascon, E., Gómez, F. J., Romero, C. I., Robertson, A. J., Bravo, L. C., Mirchi, A., García, A. C., Fernald, A., Hawley, J. W., Gandara, L. A., Alatorre, L. C., Samimi, M., Vazquez, F. A., Pinales, A., Ibañez, O. F., Heyman, J. M., Mayer, A. y Hargrove, W. (2023). Groundwater prospecting using a multi-technique framework in the Lower Casas Grandes Basin, Chihuahua, México. *Water*, 15 (9), 1-24. <https://doi.org/10.3390/w15091673>
- Gress, M. y Pavón-Hernández, N. P. (2025). Agua de acuíferos usada para riego de forrajes en Ahumada, Chihuahua, México. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías*

- rías del ICBI, 13 (25), 83-90. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/12776>
- Guerrero, M. S., Vázquez, A. y Rodríguez, M. (2018). La zeolita en la descontaminación de aguas residuales. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, Volumen Especial (2), 109-117. <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/73>
- Gutiérrez, M. y Rubio, H. O. (2014). Captación pluvial en Chihuahua: una alternativa sustentable. *TECNOCIENCIA Chihuahua* 8,(1), 1-6. <https://revistascientificas.uach.mx/index.php/tecnocienca/article/view/647>
- Hernández, E., Navarro, C., Sánchez, D. H. y Sánchez, J. R. (2023). Coefficients and curves of hourly and daily variations of water demand for improved operation of portable water distribution system: a case study of Chihuahua City, Mexico. *Water Practice and Technology*, 18(8), 1991-2001. <https://doi.org/10.2166/wpt.2023.117>
- Hernández, Y. G., Velázquez, G. y Vázquez, F. A. (2019). Indicadores de agua y saneamiento en ISO 37120. Caso de estudio: Ciudad Juárez. *Vivienda y comunidades sustentables*, 3(6), 65-77. <https://doi.org/10.32870/rvcs.voi6.109>
- Herrera, B. (26 de septiembre 2022). Atención a acuíferos, principal acuerdo en la Primera Cumbre Binacional del Agua. *El Heraldo de Juárez*. <https://oem.com.mx/el-heraldodechihuahua/local/atencion-a-acuiferos-principal-acuerdo-en-la-primer-cumbre-binacional-del-agua-15174957>
- Ibarra, Y. I., Alatorre, L. C., Uc Campos, M. I. y Bravo, L. C. (2019). Diagnóstico del funcionamiento hidráulico de la red de agua potable mediante Sistemas de Información Geográfica en Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua: recomendaciones, en L. C. Bravo y L. C. Alatorre (coord.), *Geoinformática aplicada a la generación de cartografías temáticas: clima, recursos hídricos, vulnerabilidad social y deforestación* (pp. 33-69).
- Ingol, E. M. y McKinney, D. (2011). Analysis of Scenarios to Adapt to Climate Change Impacts in the Rio Conchos Basin [Ponencia]. *World Environmental and Water Resources Congress 2011: Bearing Knowledge for Sustainability*, Palm Springs, Estados Unidos de América. https://www.weap21.org/downloads/EWRl2011_Ingol_RioConchos.pdf
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (Inegi). (2020a). *Censo de población y vivienda*. Inegi. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- _____. (2020b). *Información por entidad Chihuahua*. Cuéntame de México. Inegi. https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chih/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=08
- _____. (2020c). *Méjico en Cifras, Chihuahua*. Inegi. Sistemas de consulta. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=08#collapse-Resumen>

- _____. (2021). Economía y Sectores Productivos. <https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/#tabulados>
- Jacobo, D. (2012). El acceso al agua en México, Un derecho Humano. *Estudios sobre derechos Individuales y de grupo*. Universidad Autónoma de Chiapas/Colegio de Guerrero. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3166.6087>
- Kong, E. (2022). *Eficiencia física de la red de agua potable como factor de resiliencia en fraccionamientos de la ciudad de Chihuahua* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chihuahua]. Repositorio Institucional Posgrado UACH. <http://repositorio.uach.mx/462/>
- Kundzewicz, Z. W. y Kaczmarek, Z. (2000). Coping with Hydrological Extremes. *Water International*, 25(1), 66-75. <https://doi.org/10.1080/02508060008686798>
- Manzanarez, J. L. (2024). Producción de cerveza en Chihuahua. ¿Estrategia de desarrollo sustentable para la región o exportación indirecta de recursos hídricos? *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 34(64), 1-26. <https://doi.org/10.24836/es.v34i64.1488>
- Marín, R., (2009). Dossier aguas residuales. *Tecnología del agua*, 309, pp. 28-42. www.sensus.com
- Mendieta, A. (2021). *Vulnerabilidad de un acuífero bajo condiciones áridas y escenarios de cambio climático: diagnóstico y prospección* [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Chihuahua]. Repositorio UACH. <http://repositorio.uach.mx/380/>
- Mendieta, A., Rentería, M., Montero, M. E., Manjón, G. y Galván, J. A. (2021). Hydrochemistry and Uranium concentration in brackish groundwater from an arid zone, Chihuahua, Mexico. *Journal of Nuclear Physics, Materials Sciences, Radiation and Applications*, 8(2), 183-190. [10.15415/jnp.2021.82024](https://doi.org/10.15415/jnp.2021.82024)
- Mendoza, C. D., Navarro, C. J. y Valencia, A. (2022). Drinking water consumption habits during intermittent service in Sector Riberas de Sacramento, Chihuahua, Mexico. *Water Practice and Technology*, 17(10), 1992-2004. <https://doi.org/10.2166/wpt.2022.123>
- Miraglia, M. (2016). El territorio como unidad de análisis en la historia ambiental y la geografía histórica. *Expedições, teoria da história e historiografia*, 7(2), 40-55.
- Moreno, P. A., Ibáñez, O. F. y Rodríguez, A. (2015). Retos sobre la problemática del abastecimiento de agua potable a nivel mundial, nacional y en Ciudad Juárez. *Culcyt* 56(12), 61-68. <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/issue/view/81/102>
- Muñoz, A., Mundo, V., Vizuet, N., Hernández, C. y Martínez, J. (2023). Inseguridad del agua en hogares mexicanos: comparación de resultados de las Ensanut Continua 2021 y 2022. *Salud Pública de México*. 65. 189-196. [10.21149/14788](https://doi.org/10.21149/14788)

- Murray, M. (2018). *Mapping Rio Grande Water Rights: A decision support tool for ecosystem restoration* [Tesis de Maestría, Duke University]. Dukespace. https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/16602/MappingRioGrandeWaterRights_Murray.pdf?sequence=1
- Naciones Unidas. (2015). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Objetivos de Desarrollos Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopt-a-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- _____. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- _____. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Edición especial*. https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf
- _____. (2025). *Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. Objetivos de Desarrollos Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Nieblas, B. A. (2022). *Ciudad Juárez: towards a water sensitive Border City* [Tesis de Maestría, Frankfurt University of Applied Sciences]. Wissenschaftlicher Publikationsserver der Frankfurt University of Applied Sciences (WIPS). <https://fhffm.bsz-bw.de/frontdoor/index/index/docId/6350>
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminación en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminación en las descargas de agua. <https://estudiosambientales.com.mx/nom/nom-002-semarnat-1996-aguas-residuales-resumen/>
- Olivas, R. A. (2022). *Recarga inducida de acuíferos en fraccionamientos urbanos en la zona poniente de la ciudad de Chihuahua* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chihuahua]. Repositorio Institucional Posgrado UACH. <http://repositorio.uach.mx/482/>
- Orduño, M. A. (2015). *Análisis del estado actual del abastecimiento de agua de la Ciudad de Chihuahua como base para impulsar esquemas de utilización de agua de lluvia* [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de Catalunya]. UPCommons. Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/76377>

- Ortega, D. y Velasco, I. (2013). Aspectos Socioeconómicos y ambientales de las Sequías en México. *Aqua-LAC*, 5, 78-90. Doi:10.29104/phi-aqualac/2013-v5-2-08
- Palma, G. (2018). Chihuahua, México, entre la escasez y la abundancia del agua. [Ponencia]. *IV Congreso Nacional de Riego y Drenaje COMEII 2018*, Aguascalientes, México. <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/2134>
- Palomo, M., Barrera, R., Rivera, M., Bueno, P. y Faz, R. (2015). Manejo integral del agua de riego al utilizar fuentes alternas de abastecimiento con variaciones estacionales de metales pesados y metaloides. [Ponencia]. *II Congreso Internacional y XI Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas*, Chapingo, México. https://congresorebiza.mx/wp-content/uploads/2019/11/REBIZA_2015.pdf#page=79
- Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Chihuahua: Visión 2040. (2016). Presidencia Municipal. Quinta Actualización. <https://www.municipiochihuahua.gob.mx/transparenciaarchivos/1er%20Trimestre%202017/Art%2079%20fracc.%20VI/inciso%20A/PDU2040-2016-%202021-09-16%20P.O.%2076/DOCUMENTO%20PDU%202040/PDU2040-2016-Quinta%20Actualizacion.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2005. *Informe sobre Desarrollo Humano 2005: La cooperación internacional en una encrucijada*. Ediciones Mundial-Prensa. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdrosspcomplete.pdf>
- Reaza, C. A. (2019). *Potencial de abastecimiento público con agua superficial, en la región Meoqui-Delicias* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chihuahua]. Repositorio Informático Institucional UACH. <http://repositorio.uach.mx/270/>
- Rentería, M., Hanson, R. T. y Eastoe, C. (2022). Evaluation of climate variability on sustainability for transboundary water supply in Chihuahua, Mexico. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 44, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101207>
- Richter, B. D., Prunes, E., Liu, N., Caldwell, P., Wei, D., Davis, K. F., Sandoval, S., Rendon, G., Saiz, R., Ao, Y., Lamsal, G., Amaya, M., Shahbol, N. y Marston, L. (2023). Opportunities for restoring environmental flows in the Rio Grande-Rio Brazo Basin spanning the US-Mexico Border. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 150(2), 1-11. <https://doi.org/10.1016/J.JWRMD5.WRENG-627>
- Rivas, I. y Montero, M.J. (2013). Downscaling technique to estimate hydrologic vulnerability to climate change: an application to the Conchos River Basin, Mexico. *Journal of Water and Climate Change*, 4(4), 440-457. <https://doi.org/10.2166/wcc.2013.037>
- Salas-Plata, J. (2006). Problemática del agua y crecimiento urbano en ciudad Juárez, Chihuahua. CULCYT. *Cultura Científica y Tecnológico*, 3, 6-18.
- Sánchez, D. H., Navarro, C. J., Rentería, M., Rose, J. F. y Sánchez, J. R. (2022a). Evolution of the groundwater system in the Chihuahua-Sacramento aquifer due to climat-

- ic and anthropogenic factors. *Journal of Water and Climate Change*, 13(2), 645-663. <https://doi.org/10.2166/wcc.2021.017>
- Sánchez, D. H., Sánchez, J. R., Navarro, C. J. y Rentería, M. (2022b). Practical pressure management for a gradual transition from intermittent to continuous water supply. *Water Practice and Technology*, 17(3), 699-707. <https://doi.org/10.2166/wpt.2022.015>
- SIAP. (2024). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Suárez, A. N., Martínez, J. y Ríos, J. L. (2022). Economía agrícola ambiental del agua usada en la producción a cielo abierto y con destino al mercado nacional del cultivo de durazno (*Prunus persica* L.) producido en Chihuahua, México. *Revista FOCO*, 15(4), 1-25. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v15n4-016>
- Sociedad Meteorológica de los Estados Unidos. (2013). *Drought*. American Meteorological Society. <https://www.ametsoc.org/AMs/about-ams/ams-statements/archive-statements-of-the-ams/drought/>
- Tamayo, M. (2017). *El proceso de la investigación científica*. LIMUSA.
- Valiente, O. M. (2001). Sequía: Definiciones, Tipologías y Métodos de Cuantificación. *Investigaciones Geográficas*, 26(26), 59-80. [10.14198/INGEO2001.26.06](https://doi.org/10.14198/INGEO2001.26.06)
- Valles, M. C., Ojeda, D. L., Guerrero, V. M., Prieto, J. A. y Sánchez, E. (2017). Calidad del agua para riego en una zona nogalera del estado de Chihuahua. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 33(1), 85-97. [10.20937/RICA.2017.33.01.08](https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.01.08)
- Villalba, M. L., y Rubio, H. O., (2019). *Utilización y Aplicación de Zeolitas Naturales; su importancia en México*. Editorial Universidad Autónoma de Chihuahua.

Los estudios del agua del estado de Chihuahua y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, terminó de editarse en formato electrónico en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, en diciembre de 2025. La producción editorial estuvo a cargo de Publicaciones y Difusión de El Colegio de Chihuahua.