RECIBIDO: 09/04/25 | ACEPTADO: 18/05/25

Agricultura de riego y crisis hídrica en Zacatecas

Irrigated agriculture and water crisis in Zacatecas

AIDÉ CAROLINA **MENCHACA VALDEZ** | Mexicana. Doctorante, Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas. Correo-e: caro.menchaca@uaz.edu.mx

Este trabajo describe el trayecto de la política hídrica en México desde inicios del siglo XX y el impacto que ha tenido en la sobreexplotación de las aguas subterráneas en Zacatecas mediante el impulso de la agricultura de riego, en particular de ciertos cultivos de alta demanda hídrica en una región caracterizada como semiárida y en un contexto de crisis climática global. Se alerta de la insostenibilidad del actual modelo de gestión de agua subterránea que no considera de manera integral componentes del ciclo hidrológico y del ambiente, pero que ha resultado funcional para ciertos grupos y sectores, lo que profundiza desigualdades.

Palabras clave: política hídrica, sobreexplotación de acuíferos, agricultura de riego.

This work outlines the trajectory of water policy in Mexico since the beginning of the 20th century and its impact on the overexploitation of groundwater in Zacatecas, driven by the promotion of irrigated agriculture, particularly certain crops with high water demand in a region characterized as semi-arid and in the context of global climate crisis. It warns of the unsustainability of the current groundwater management model, which fails to holistically consider components of the hydrological cycle and the environment. This model has, however, proven functional for certain groups and sectors, thereby deepening inequalities.

Keywords: water policy, overexploitation of aquifers, irrigated agriculture.

Introducción

El agua es un elemento vital para la organización social, económica, política y territorial. Su manejo, control y distribución reflejan formas de poder y han guiado el desarrollo en México. A partir del siglo XX el agua adquirió una doble importancia: una fuente para hacer grandes negocios y un ramo para la inversión gubernamental.[1] Este tránsito significó el paso de formas organización locales, comunitarias y privadas hacia un aparente régimen centralizado en el que imperó una visión tecnocrática, con lo que se gestaron nuevos modos de relación entre sociedad, medioambiente, Estado y capital.

En Zacatecas, territorio caracterizado como una región árida y semiárida, existe una tensión entre la búsqueda del desarrollo económico y las limitaciones ecológicas del entorno. Durante el siglo XX se profundizó la dependencia del agua del subsuelo y con ello la sobreexplotación de los acuíferos, principalmente por el uso agrícola.

Al respecto, el presente trabajo se organiza en cuatro secciones: además de esta breve introducción y las conclusiones, en la primera parte se examina la evolución de la

[1] Luis Aboites Aguilar, Diana Birrichaga Gardida y Jorge Alfredo Garay Trejo, «El manejo de las aguas mexicanas en el siglo XX», en Blanca Jiménez Cisneros, María Luisa Torregrosa y Armentia y Luis Aboites Aguilar (eds.), *El agua en México: cauces y encauces*, México, Academia Mexicana de Ciencias, 2010, p. 22.

política del agua en México durante el siglo XX y su impacto en el estado de Zacatecas, se exploran algunas de las acciones y decisiones que impulsaron la explotación de aguas subterráneas; en la segunda sección se presentan varias de las problemáticas administrativas y metodológicas en el manejo del agua subterránea a escala nacional; la tercera sección indaga el papel del Estado en el proceso de acaparamiento de tierras-agua con la aplicación de una normatividad poco restrictiva; finalmente, se presenta la evolución de la agricultura de riego en Zacatecas y sus posibles impactos en el consumo del líquido en las siguientes décadas en un contexto de crisis climática.

El agua durante el siglo XX

Además de su importancia fundamental para la vida, a partir del siglo XX el agua pasó a ser un recurso para hacer grandes negocios y un ramo para la inversión gubernamental. Esto fue posible gracias a los avances tecnológicos en materia de ingeniería y energía. La aparición del motor de combustión interna, la bomba eléctrica y las mejoras en materiales de construcción permitieron hacer grandes obras hidráulicas concernientes al aprovechamiento del agua en riego y generación de energía eléctrica, aparte de impulsar la extracción de grandes volúmenes de agua del subsuelo.

Antes del siglo XX, el manejo y gestión del agua ocurría a pequeña escala y las decisiones eran tomadas por propietarios de tierras, vecinos y autoridades del ámbito local. Incluso después de la Independencia, cuando la gestión pasó a los ayuntamientos que, como representantes de la comunidad, tenían facultades para otorgar nuevos derechos sobre tierras y aguas, el agua continuó siendo manejada por vecinos y autoridades locales. Antiguos registros como el del Archivo Municipal de Saltillo ayudan a observar también la existencia de un mercado del agua con ventas de derechos del líquido.[2]

Durante el régimen porfirista en México se desarrolló infraestructura de transportes, canales de riego, represas, e incluso comenzó la perforación de pozos y la instalación de aeromotores, con la finalidad de atender la demanda interna y externa de alimentos. Cabe subrayar que se satisfizo la demanda externa con las mejores tierras por considerarse más rentable.[3]

En Zacatecas, durante el siglo XIX, la escasez de agua fue un problema recurrente en la mayoría de los partidos.[4] Con el propósito de enfrentarlo, se impulsó la construcción de presas, norias, canales y acueductos, obras que se intensificaron en el porfiriato. En ese siglo se identifican tres formas primordiales de abastecimiento de agua potable: la construcción de presas, la excavación de pozos para aprovechar el agua subterránea y la canalización de las aguas extraídas de las minas. En la capital del estado, entre 1875 y 1876, se levantaron las presas García de la Cadena y San Bernabé. En Tepechitlán, la edificación de la presa Excamé comenzó en 1884, aunque los trabajos se interrumpieron y se reanudaron décadas más tarde. En Nochistlán, en 1880, se inició la construcción de otra presa que, además de proveer agua, contribuyó temporalmente a disminuir la migración y el desempleo en la región.[5]

Estas medidas fueron insuficientes para satisfacer la creciente demanda de agua. Por ello, hacia finales del siglo XIX y principios del XX, se propusieron proyectos promovidos por empresas privadas. En el municipio de Zacatecas, el Gobierno firmó contratos con empresarios locales con miras a desarrollar sistemas de abastecimiento de agua. Sin embargo, dichos proyectos no se concretaron o proveyeron cantidades insuficientes de agua a la ciudad.[6] En 1891, tras el fracaso de un plan que pretendía garantizar el suministro diario de 2.7 millones de litros de agua potable a la ciudad de Zacatecas,[7] los representantes de la empresa encargada del proyecto afirmaron que «la solución más racional para la alimentación de la ciudad de Zacatecas consiste en apoderarse de las aguas subterráneas».[8] Según Alfaro Rodríguez, estos intentos fallidos reflejaban menos una preocupación real por el abastecimiento y más los intereses particulares de ciertos miembros de la clase política vinculados a empresarios locales. No obstante, la propuesta de recurrir al agua subterránea como única alternativa anticipaba la estrategia que dominaría en el estado, en especial a partir de la segunda mitad del siglo XX.

[2] *Idem.*

[3] Armando Márquez Herrera, *Historia de la cuestión agraria mexicana: estado de Zacatecas* (tomo I), Zacatecas, Juan Pablos Editor/Centro de Estudios Históricos del Agrarismo en México/Gobierno del Estado de Zacatecas/Universidad Autónoma de Zacatecas, 1990, p. 172.

[4] Al final del periodo de la Colonia se denominó partidos o sudelegaciones a las divisiones territoriales que actualmente se conocen como municipios.

[5] Sandra Kuntz Ficker y Luis Jáuregui, *Glosa histórica de Zacatecas. Tomo IV. Triunfo republicano, dictadura, guerra civil y nuevas instituciones, 1867-1940*, Zacatecas, Instituto Zacatecano de Cultura, 2002.

[6] Darcy Tetreault, «Agua en la zona conurbada de Zacatecas y Guadalupe. Una crisis sin conflicto», en Darcy Tetreault, Cindy McCulligh y Carlos Lucio (coords.), *Despojo, conflictos socioambientales y alternativas en México*, Ciudad de México, Miguel Ángel Porrúa/Universidad Autónoma de Zacatecas, 2019, p. 252.

[7] Evelyn Alfaro Rodríguez, «El abastecimiento de agua: un problema urbano sin solución (Zacatecas, México, Siglo XIX)», *Agua y Territorio*, núm. 1, 2013, p. 98.

[8] Sandra Kuntz y Luis Jáuregui, *op. cit.*

Con el objeto de mantener una población numerosa como pilar del desarrollo económico, los gobiernos posrevolucionarios extendieron el sistema de red de distribución de agua en los centros urbanos más importantes, bajo esquemas público-privados con la participación de ayuntamientos, gobiernos estatales y compañías particulares. Sin embargo, los pequeños poblados fueron excluidos.

Desde finales del siglo XIX se realizaron varios cambios en la legislación orientados a consolidar lo que Aboites denomina agua de la nación, es decir, el periodo en el que el Gobierno federal reivindicó (o inventó) la noción de propiedad nacional del agua como respuesta a las transformaciones revolucionarias en su uso que se desarrollaban en distintas regiones del país, en particular en la próspera Comarca Lagunera. Con la Constitución de 1917 concluyó la disputa por la propiedad legal del agua y desde entonces el agua pertenece a la nación mientras que los particulares y colectividades sólo pueden tener acceso a ella por medio de resoluciones del Estado; en la actualidad por medio del otorgamiento de las concesiones para el aprovechamiento de aguas subterráneas.

Este hecho no sucedió sin la confrontación con los vecinos y autoridades locales. En Chalchihuites,[9] en 1933 se presentó un conflicto local relacionado con la nacionalización de los manantiales y corrientes de agua.[10] El Ayuntamiento pidió al presidente de la república que revisara la declaratoria y devolviera al municipio el control de los manantiales, pues consideraba que el decreto estaba siendo aprovechado por algunos horticultores de la región quienes habían actuado de manera oportunista y se beneficiaban de la nacionalización del agua para dejar de aportar recursos indispensables en el mantenimiento de la infraestructura. Respecto al municipio, dejar de recibir recursos por la administración del agua afectaba su capacidad para cubrir específicos

Estos conflictos reflejan la confusión y la debilidad gubernamental en la aplicación de la política hidráulica. Como se describe en el caso de Chalchihuites, la intervención del Gobierno federal no fue siempre bien recibida por los locales, pues las decisiones tomadas por éste fueron vistas por muchos pueblos como un despojo, en el que se favorecía a grandes empresas en el control del líquido.



[9] Municipio ubicado en el noroeste del estado de Zacatecas, cercano al límite con el estado de Durango.

[10] Luis Aboites Aguilar y Valeria Estrada Tena, «Conflicto local a propósito de la nacionalización de las aguas. Chalchihuites, Zacatecas (1933)», en *Del agua municipal al agua nacional. Materiales para una historia de los municipios en México. 1901-1945*, CIESAS, México, Archivo Histórico del Agua, Comisión Nacional del Agua/El Colegio de México, 2004.

gastos, como el del pago a los empleados que cuidaban las corrientes, sin olvidar que esto afectaría a los servicios públicos. Mientras que una agrupación de horticultores celebraba la decisión, otro grupo de vecinos acusaban al líder de la organización agrícola «Guadalupe Victoria» de favorecerse de la situación, pues acaparó muchas horas de riego, manipulaba las compuertas y controlaba el agua en beneficio propio. Recriminaban al municipio de haber otorgado concesiones de agua de modo discrecional y de seguir cobrando cuotas pese a la nacionalización. Sus demandas eran que el agua se destinara primero a necesidades públicas y domésticas, que el reparto a horticultores fuera equitativo y que se reconocieran sus concesiones anteriores, pero con justicia y sin abusos.

Tales conflictos reflejan la confusión y la debilidad gubernamental en la aplicación de la política hidráulica. Con anterioridad se describió que en el caso de Chalchihuites la intervención del Gobierno federal no fue siempre bien recibida por los locales, pues las decisiones tomadas por éste fueron vistas por muchos pueblos como un despojo, en el que se favorecía a grandes empresas en el control del líquido.[11]

Esta forma de proteger a ciertos grupos fue patente en la expansión de la superficie de irrigación que se produjo a partir de 1926 debido a la contribución económica que este tipo de cultivos tuvo, sobre todo durante el auge algodonero (1940-1960) y con el objetivo de lograr la suficiencia alimentaria a partir de los 1960.

Durante la segunda mitad de la década de 1940 se presentaron importantes cambios acerca del manejo y administración del agua en el país. En 1945 con la reforma del artículo 27 constitucional se confirma la jurisdicción federal sobre las aguas subterráneas, se limita su libre alumbramiento y se faculta al Estado para reglamentar y establecer vedas. Hacia finales de 1946 se creó la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), institución con una amplia y directa intervención en el manejo del agua[12] y a la que se destinaba un porcentaje significativo del presupuesto de egresos de la Federación. A partir de 1947 la política hidráulica federal se amplió más allá del riego, con la incorporación de la generación hidroeléctrica y la provisión de agua potable y alcantarillado. En Zacatecas este impulso se reflejó en 1949 con la inauguración de las presas Leobardo Reynoso (Trujillo) y Miguel Alemán (Excamé) por el presidente Miguel Alemán.

Tras la nacionalización de la industria eléctrica en 1960, el país vivió un auge en la construcción de presas: la capacidad de almacenamiento pasó de 20 mil millones de m^3 en 1946 a 119 mil millones en 1975. En ese contexto, el Gobierno del estado de Zacatecas, encabezado por José Rodríguez Elías (1962-1968), dio prioridad al abastecimiento para usos domésticos y agrícolas, se terminaron obras iniciadas en periodos previos y se promovieron pequeños almacenamientos y perforación de pozos. Hacia finales de la década, Zacatecas contaba con las presas Leobardo Reynoso, El Cazadero, El Chique y Excamé, que irrigaban más de 16 mil ha en 10 municipios, junto con sistemas menores en Susticacán y San Pedro Piedra Gorda y dos sistemas de bombeo en Calera y Ojocaliente, que en conjunto regaban más de 10 mil hectáreas. Su sucesor, Pedro Ruiz González (1968-1974), dejó atrás las grandes obras de captación y apostó por la perforación de pozos y la introducción de tecnologías de riego como el goteo, además de incentivar cultivos de frutales y hortalizas de mayor valor en el mercado frente a los granos básicos.[13]

En paralelo, a escala nacional, desde la segunda mitad del siglo XX la extracción de aguas subterráneas se incrementó notablemente, alentada por las políticas agrícolas y las sequías de las décadas de 1940 y 1950. Esto impulsó la perforación de pozos cada vez más profundos, facilitada por los avances tecnológicos en motores, derivados de la industria petrolera.[14]

El bombeo de aguas subterráneas representó un cambio decisivo en el bienestar de la población rural, ya que permitió extender el riego a zonas donde antes el acceso al agua superficial era escaso o nulo. Entre los beneficios iniciales resaltan el aumento en el número de ciclos agrícolas anuales, la diversificación hacia cultivos de mayor valor comercial y la generación de empleos permanentes mediante jornales.[15]

Esas bondades del riego agrícola han sido visibles en el estado de Zacatecas. Mientras que en la década de 1940 se contabilizaban poco más de 8 mil ha en esa modalidad, en la década siguiente la superficie era ya de más de 26 mil ha (figura 1). De acuerdo con el VIII

[11] Luis Aboites Aguilar, Diana Birrichaga Gardida y Jorge Alfredo Garay Trejo, *op. cit.*, p. 28.
[12] *Ibid.*, p. 40.
[13] Laura del Alizal, Víctor Manuel Muñoz Patraca y Ariel Rodríguez Kuri, *Glosa histórica de Zacatecas. Apuntes contemporáneos: economía, política y cultura, 1940-1991* (tomo V), Zacatecas, Instituto Zacatecano de Cultura «Ramón López Velarde», 2002.
[14] Luis Aboites Aguilar, Diana Birrichaga Gardida y Jorge Alfredo Garay Trejo, *op. cit.*, p. 28.
[15] Jaime Hoogester, «El neolatifundismo del agua subterránea y sus injusticias socioambientales: el caso del norte del estado de Guanajuato», en Darcy Tetreault, Carlos Lucio y Cindy McCulligh (coords.), *Extractivismo, contaminación y luchas socioambientales en México*, Ciudad de México, Ítaca/ Universidad Autónoma de Zacatecas, 2023, p. 203.

Censo General de Población de 1960, 90% de la población zacatecana económicamente activa se dedicaba a la agricultura, la segunda actividad económica más importante para el estado después de la minería. En el mismo documento se menciona que aproximadamente 1.1 millones de ha estaban clasificadas como de labor. De esa superficie 3% (33 mil 150 ha aproximadamente) correspondía a tierras de riego y humedal. Durante ese periodo la superficie de riego era beneficiada por obras que aprovechaban las aguas de ríos como Tlaltenango, Bolaños, Santiago, Chico, Aguanaval, Trujillo, Los Lazos, al igual que presas pequeñas y pozos profundos.[16]

Debido a las condiciones climáticas que imperan en la entidad, las pérdidas de cosechas en la década de 1960 se estimaban hasta en 50% de la siembra, ya que la mayor parte de los sembradíos eran de temporal y se veían afectados ante la falta de lluvias oportunas para el desarrollo adecuado del ciclo vegetativo. Ante tal panorama, a partir de 1960 se inició un intenso cambio de uso de suelo en la región centro del estado que corresponde a los acuíferos Aguanaval, Calera y Chupaderos (figura 2) y que en la actualidad se clasifican como sobreexplotados.[17]

Según las estimaciones de Echavarría, en el acuífero de Chupaderos la tasa promedio anual de cambio de suelo en el periodo de 1974 a 2004 fue de mil 913 ha/año, en tanto que las tasas de cambio en los acuíferos Aguanaval y Calera fueron de 678 y 628 ha/año, respectivamente. Gran parte de la superficie se destinó a la agricultura de riego (56% en el acuífero de Chupaderos), lo que fomentó la perforación de pozos en los tres acuíferos que a lo largo de ese periodo alcanzaron 8 mil 227, de los cuales 7 mil 112 se destinaron a la agricultura. Si bien el uso de agua subterránea para el riego agrícola tuvo beneficios iniciales para un sector de la población, la conversión a tierras agrícolas también propició un impacto ambiental significativo, como el aumento de la erosión, cuya tasa se incrementó hasta en 10 veces con respecto a la que existía en la cobertura original.[18]

Otro factor relevante es el efecto que el cambio de uso de suelo supone en la infiltración del agua y la influencia en la recarga. De esa manera, las áreas de pastizal y matorral (tipo de vegetación original de la zona) que han sido convertidas en áreas de cultivo bajo la modalidad de riego han disminuido la tasa de infiltración del agua, lo que no ha sido considerado en las estimaciones de balance hídrico de los acuíferos. Asimismo, la disminución de materia orgánica reduce la fertilidad y la capacidad de retención del agua. Se estima que esta franja de la entidad presenta menos de 1% de materia orgánica.

En contradicción, se intensificó la extracción de aguas subterráneas mediante la perforación de pozos a partir de la década de 1960 a pesar del decreto presidencial del 16 de mayo de 1960 en el que se estableció la veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas de subsuelo en la región centro del estado de Zacatecas. De acuerdo con la clasificación entonces vigente, la veda tipo III permitía extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.

Domínguez y Carrillo-Rivera[19] exponen que la reglamentación de aquel tiempo era hasta cierto punto previsora, pues se estipulaba que se ejecutaría con base en estudios hidrológicos que establecerían la localización y capacidad explotable de los llamados acuíferos, a parte de prever desequilibrios hidrológicos. Sin embargo, pese a una avanzada normatividad, en el presente se vive una situación de sobreexplotación y vale la pena incluso cuestionar los motivos por los cuales se han clasificado y delimitado como tales los acuíferos. En el caso de Zacatecas las zonas de veda se delimitaron de forma imprecisa, la delimitación obedeció a la zona de explotación del momento, donde se observaba que existía una extracción y sólo se tuvieron en cuenta de modo parcial las áreas de recarga.[20]

Problemáticas administrativas y metodológicas actuales en el manejo del agua subterránea

El crecimiento sostenido del riego agrícola y la dependencia creciente del agua subterránea aumentaron la perforación de pozos y el uso intensivo de los acuíferos, situación que generó nuevas formas de apropiación del agua, en las que el conocimiento técnico y la regulación estatal adquirieron un papel protagónico. Ante los supuestos signos de

[16] Dirección General de Estadística, «VIII Censo General de Población 1960», 1963, en https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1290/702825413101/702825413101_1.pdf

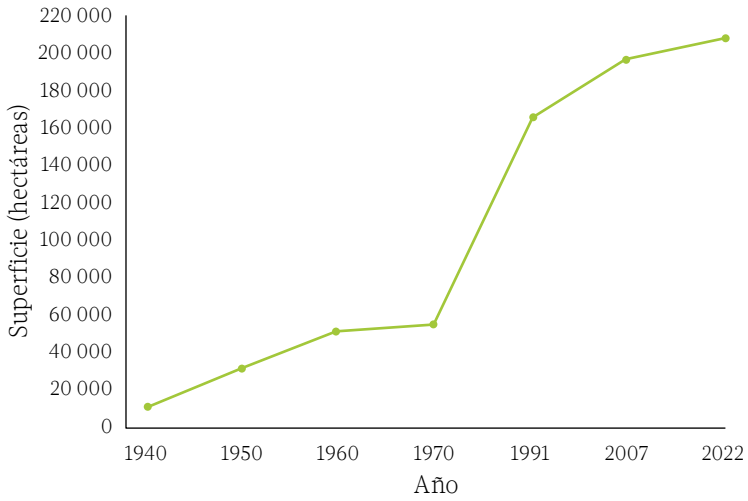
[17] Comisión Nacional del Agua, «Acuíferos en condición de sobreexplotación», 9 de noviembre de 2023, en https://sigagis.conagua.gob.mx/sobreexplotados/

[18] Francisco Guadalupe Echavarría-Cháirez, «Recurso suelo: clasificación, uso, degradación y disponibilidad», en Francisco Mojarro Dávila, Benjamín de León Mojarro, Hugo Enrique Júnez Ferreira y Carlos Francisco Bautista Capetillo (coords.), *Agua subterránea en Zacatecas. Diagnóstico y gestión sustentable de seis acuíferos*, México, Universidad Autónoma de Zacatecas, 2013, p. 119.

[19] Judith Domínguez y Joel Carrillo-Rivera, «El agua subterránea como elemento de debate en la historia de México», en Alicia Mayer (coord.), *México en tres momentos: 1810-1910-2010*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2007.

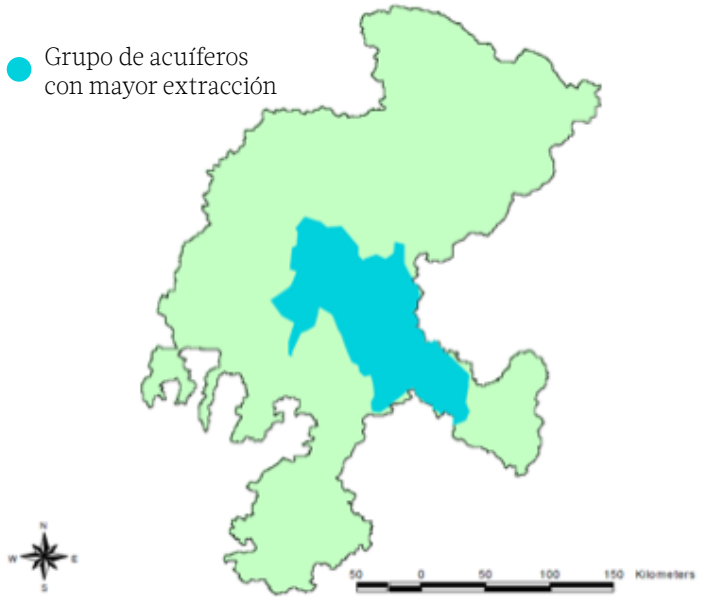
[20] Francisco G. Echavarría-Cháirez y Edgar Uriel Echavarría-Domínguez, *Ordenamiento del recurso hídrico* (sin publicar), 2016.

Figura 1. Superficie de riego del estado de Zacatecas, periodo 1940-2022



Fuente: elaboración propia con datos de la Dirección General de Estadística, «Censo General de Población, 1960», 1963; Dirección General de Estadística, «Censos agrícola-ganadero y ejidal 1970», 1975; Instituto Nacional de Estadística y Geografía, «Censo Agropecuario 2022: resultados definitivos Zacatecas», 2022; Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, «Anuario Estadístico de la Producción Agrícola», 2024.

Figura 2. Acuíferos de mayor sobreexplotación en el estado de Zacatecas



Fuente: Francisco G. Echavarría Cháirez, Guillermo Medina García, Agustín F. Rumayor Rodríguez, Alfonso Serna Pérez, Homero Salinas González y Juan G. Bustamante Wilson, *Diagnóstico de los recursos naturales para la planeación de la intervención tecnológica y el ordenamiento ecológico*, México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2009.

agotamiento y conflictos por el acceso, el Estado buscó establecer mecanismos de control por medio de decretos de veda y la delimitación formal de los acuíferos. No obstante, dichas medidas, lejos de resolver los desequilibrios, introdujeron una gestión del agua basada en criterios convencionales y administrativos que no siempre correspondían con la realidad hidrogeológica del territorio. Los desafíos de la intensificación de la explotación de aguas subterráneas fueron tratados como simples retos tecnológicos, empresariales y de política pública, sin contemplar la dinámica del ciclo hidrológico.

Cabe subrayar que la misma delimitación de acuífero que se plantea en la Ley de Aguas Nacionales en el artículo 4 ha sido cuestionada:[21]

> Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Por otro lado, una definición hidrogeológica de acuífero explica que es «una formación geológica, parte de una formación o un conjunto de formaciones geológicas, las cuales pueden aportar agua subterránea en cantidad y calidad económicamente asequibles».[22]

En opinión de Marras, la delimitación de acuíferos en México es errónea porque no se rige por la composición geológica del territorio. Asimismo, hace referencia a la *Carta geológica de México* (1991), en la que se delimitan 35 grandes provincias geológicas que comparten características hidrogeológicas, mientras que la Comisión Nacional del Agua (Conagua) ha determinado 653 acuíferos en el territorio nacional con grandes coincidencias con los límites político-administrativos de municipios y estados.

[21] Alessia Kachadourian Marras, «El Zapotillo: herencia de conocimiento obsoleto sobre el agua (subterránea)», en Heliodoro Ochoa-García, *Cuadernos de Trabajo de la Red WATERLAT-GOBACIT*, México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, 2015.

[22] Michael Price, *Agua subterránea*, México, Limusa, 2003, p. 282.

Esta determinación no reconoce la continuidad hidráulica (el flujo el agua entre un acuífero y otro) y aunque en sus documentos la Conagua admite criterios hidrográficos, geológicos, piezométricos y geomorfológicos,[23] en la práctica lo que impera es el criterio geopolítico, el cual obedece más a una conveniencia administrativa.

Puede afirmarse, entonces, que en México predomina una visión hidráulica (antigua escuela) en lugar de una visión hidrogeológica (visión holística del ambiente).[24] La visión dominante parte de un conocimiento incompleto que no incluye la interacción con los otros componentes del ciclo hidrológico y del ambiente. La visión hidráulica observa el agua subterránea como estática, lo que es incorrecto, ya que el agua siempre se está moviendo y se traslada en tres dimensiones, entra en zonas de recarga, se traslada o aflora en zonas de descarga.

A lo anterior debe agregarse la metodología utilizada para precisar la disponibilidad de agua subterránea. La Conagua establece un balance hídrico calculando la *disponibilidad media anual de aguas del subsuelo de un acuífero* que resulta de la diferencia entre la recarga total media anual, que presume la recarga de lluvias, y la descarga natural comprometida y la extracción de agua subterránea. Dichos cálculos no toman en cuenta los flujos subterráneos intermedios y regionales y además se realizan con datos pocos confiables, estimados, más que con datos reales.

Un ejemplo de ello son los volúmenes de extracción reportados por el Registro Público de Derechos de Agua (Repda), que de acuerdo con Cubas y colaboradores, en 2017 contaba con 497 mil 807 títulos de aprovechamiento de agua, de los cuales 97% no tenía medidor, en tanto que 93% no había sido verificado por la Conagua.[25] Los volúmenes de agua notificados como extracción corresponden a los volúmenes de los títulos de concesión, pero no a los volúmenes reales extraídos, pues al no contar la medición del líquido extraído los datos reportados son sólo estimaciones.

Otra problemática que presenta el Repda comprende los errores en la georreferencia de las concesiones. Se ha documentado que más de 7% del volumen concesionado tiene coordenadas ubicadas en medio del océano o en África.[26]

Es pertinente añadir que se enfrenta la falta de actualización de los cambios de usos de agua, porque concesiones que fueron otorgadas para riego agrícola pueden ser utilizadas para proveer a zonas urbanas, industriales o de servicio público, sin que esto sea actualizado en los registros. En el país, 3 de cada 10 litros que se extraen en zonas urbanas se clasifican como de supuesto uso agrícola y 6% del agua extraída con fines agrícolas es ocupado en zonas urbanas.[27]

La falta de entendimiento de la dinámica ambiental del agua subterránea ha facilitado la propuesta de megaproyectos hidráulicos, es el caso de la construcción de presas, como una supuesta medida de protección de los acuíferos, pero también ha favorecido el despojo y acaparamiento del agua. Así, los criterios de administración de Conagua han resultado pobres, mas políticamente funcionales, en concreto para ciertos sectores y grupos.

El acaparamiento de tierras-agua y el impacto de la agricultura de riego en el uso de agua subterránea

Gómez-Arias y Moctezuma[28] han caracterizado a aquellos usuarios privados con concesiones para la extracción de volúmenes superiores a un millón de metros cúbicos anuales bajo el término «los millonarios del agua» como un grupo heterogéneo conformado por empresas, asociaciones civiles y personas físicas, que emplean el agua para diversos fines, que representan un porcentaje muy bajo del número de concesiones para el aprovechamiento del agua subterránea en el país (1.1%) y que cuentan con la autorización para la explotación de 22.3% del total del volumen concesionado, en específico en acuíferos sobreexplotados. A la par, hay un número importante de campesinos que han quedado sin acceso al agua debido al aumento de la profundidad de bombeo a consecuencia del descenso de los mantos freáticos de los acuíferos y que al no contar con los medios para obtener equipo de bombeo profundo se ven obligados a regresar a la agricultura de temporal, migrar a mercados de mano de obra rural o urbana, vender o rentar sus tierras a grandes empresas y grandes agricultores.[29]

Este acaparamiento de tierras es motivado por el deseo de la captura de recursos hídricos y en ese sentido el Estado mexicano, con la aplicación de una normatividad poco restrictiva, ha tenido un

[23] Alessia Kachadourian Marras, *op. cit.*, p. 179.
[24] Carrillo Rivera citado en Alessia Kachadourian Marras, *op. cit.*
[25] Francisco Cubas, Manuel Llano y Lorenzo J. de Rosenzweig, «El misterio del agua subterránea en México», *Agua.org.mx*, 2017, en https://agua.org.mx/biblioteca/misterio-del-agua-subterranea-en-mexico/
[26] *Idem.*
[27] *Idem.*
[28] Wilfrido A. Gómez-Arias y Andrea Moctezuma, «Los millonarios del agua: una aproximación al acaparamiento del agua en México», *Argumentos. Estudios Críticos de la Sociedad*, núm. 93, 2020, pp. 17-38.
[29] Jaime Hoogester, *op. cit.*, pp. 204-205.

papel trascendental, ya que ha apoyado ciertas políticas cuyo objetivo es satisfacer las demandas de los centros urbanos y aumentar la capacidad productiva de los sectores agrícola, industrial y minero. Las declaraciones hechas por el actual secretario de economía de Zacatecas, Jorge Miranda Castro, son un ejemplo del papel que cumple el Estado como facilitador del capital, dejando de lado criterios ambientales: «La mina es aliada del estado».[30] En la misma sintonía, realizó un exhorto a la Conagua y a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) a otorgar permisos ambientales al proyecto minero San Nicolás, con la intención de que inicie operaciones, puesto que la demora implica pérdida de empleos, según su discurso.

Al mismo tiempo, en el campo, pequeños agricultores, en particular del ejido, se han visto obligados a «una salida suave»[31] de los sistemas de producción. Se denomina de esa manera porque se propone dentro un marco legal. Esto facilita la acumulación de agua subterránea por parte del capital y se presenta como una forma de acumulación por desposesión en la que el agua transita de ser un bien público a mercancía y los riesgos pasan de lo privado a lo público, mientras que las ganancias permanecen en el sector privado.

El sistema de transmisión de derechos de agua —implementado desde 2001, mediante el cual se prohíbe la compra directa de concesiones para la extracción de aguas subterráneas— dio origen a un mercado ilegal que ha sido aprovechado por la creciente industria inmobiliaria[32] y por grandes productores comerciales agrícolas.[33]

En ese contexto, existen regiones del país que han impulsado de manera significativa la agricultura a gran escala como Guanajuato, donde se han instalado empresas mexicanas y extranjeras que destinan gran parte de su producción de frutas y verduras frescas, enlatados y congelados a la exportación, sobre todo a Estados Unidos. Dichas empresas controlan enormes extensiones de tierra y contribuyen de modo significativo a la sobreexplotación del agua subterránea.

Al respecto, se plantean las siguientes preguntas: ¿cuál ha sido el desarrollo de la agricultura de riego en el estado de Zacatecas? ¿Cuáles son los principales cultivos bajo esa modalidad y cómo abonan a la situación de sobreexplotación de aguas subterráneas?

Los cultivos de riego en Zacatecas en un contexto de crisis climática

A partir de la década de 1970 la superficie de cultivo de riego en el estado de Zacatecas se incrementó de forma extraordinaria (figura 1 y figura 3). Con anterioridad se mencionó que gracias a la aplicación de políticas desde el Gobierno estatal se promovió la perforación de pozos y la diversificación y transición hacia cultivos de mayor valor, que desplazaron la siembra de granos como frijol y maíz (figura 4). En consecuencia, se elevó el uso de agua subterránea, ya que dentro de las variedades cultivadas más importantes de riego se encuentran algunas altamente demandantes del líquido.

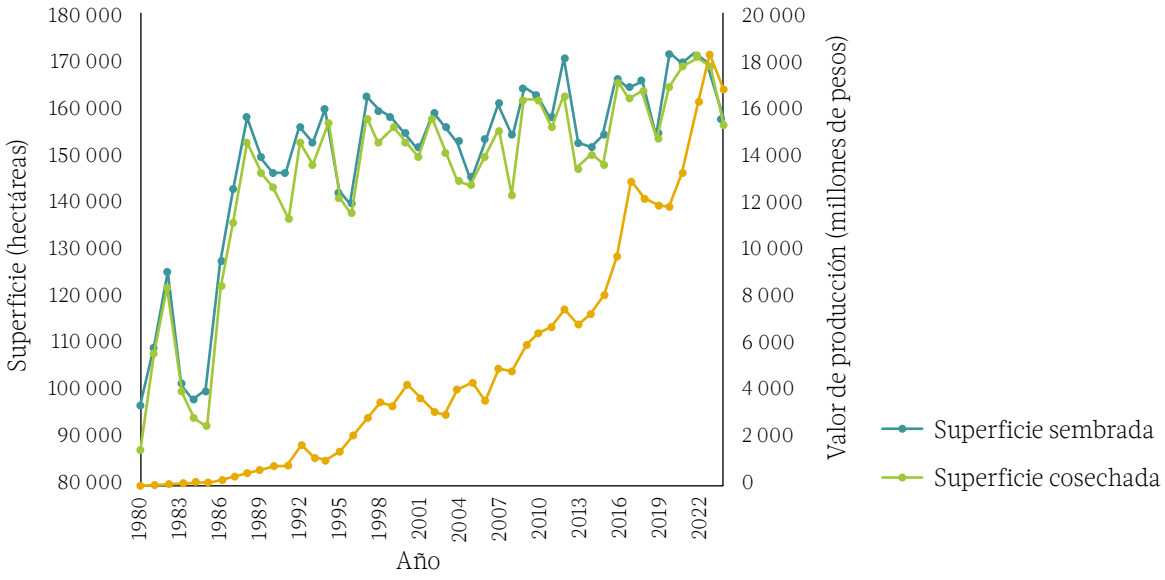
Desde 1980, el número de cultivos de riego ha aumentado: pasó de 39 a un máximo de 60 en 2010, en la actualidad se registran 55. Más allá de la diversificación, lo relevante es el cambio en la estructura de los cultivos. Hace 45 años destacaban el frijol, el maíz grano, el chile verde, la uva y la guayaba. Sin embargo, con el paso del tiempo esta composición ha cambiado: en las últimas décadas la alfalfa y la avena han incrementado notablemente su superficie. En el presente, los cinco cultivos predominantes son el chile verde, el maíz grano, la alfalfa, el frijol y la avena (figura 4), los cuales representan poco más de 60% del valor total de la producción de riego.

De acuerdo con el Censo Agropecuario 2022,[34] en Zacatecas un millón 469 mil 437 ha se destinan a actividades agropecuarias y de esa superficie se reportan 210 mil 598 ha de riego. No obstante, no toda la superficie clasificada de ese modo se siembra. Según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en 2024 sólo se sembraron 156 mil 895.64 ha de riego. Se estima que 89.1% de la superficie regable en el estado proviene de aprovechamientos del subsuelo con 15 mil 708 pozos profundos y mil 400 norias de bajo caudal.[35]

Tetreault y Morales,[36] concerniente al destino de la producción agrícola del estado, expresan que a diferencia de lo que se presenta

[30] *Meganoticias*, «Economía estatal urge permisos ambientales para la operación de Mina San Nicolás», 2025.
[31] Jaime Hoogester, *op. cit.*, p. 210.
[32] Nadine Reis, «Coyotes, concessions and construction companies: illegal water markets and legally constructed water scarcity in Central Mexico», *Water Alternatives*, vol. 7, núm. 3, 2014, pp. 542-60.
[33] Jaime Hoogester, *op. cit.*, p. 210.
[34] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), *Censo Agropecuario 2022: resultados definitivos Zacatecas*, 2023, México: INEGI, p. 42.
[35] Carlos Francisco Bautista Capetillo, Enrique Playán Jubillar y Dagoberto Chávez Carlos, «Evaluación de la eficiencia del riego en el acuífero Calera», en Francisco Mojarro Dávila *et al.*, *op. cit.*, p. 232.
[36] Darcy Tetreault y Elvira Ivonne Muñoz Morales, *Hidroextractivismo en la región centro de Zacatecas, la presa Milpillas y las alternativas*, México, Universidad Autónoma de Zacatecas, 2025.

Figura 3. Superficie de riego sembrada y cosechada y valor de la producción para el estado de Zacatecas durante el periodo 1980-2024



Fuente: elaboración propia con datos de la Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, «Anuario Estadístico de la Producción Agrícola», 2024.

en otras entidades, como Guanajuato, donde se ha fomentado de manera esencial la agroexportación, en especial a Estados Unidos, en Zacatecas hay una exportación indirecta, es decir, a través de intermediarios, hacia Jalisco y Sinaloa. Así, la producción agrícola zacatecana se exporta bajo un sello agroindustrial y ocurre una forma de agroextractivismo en la cual no existe una compensación de los pasivos ambientales y sociales que se originan por la intensificación de los procesos productivos con un beneficio económico mínimo para los agricultores, pero que deja amplias ganancias a los grandes intermediarios.

Este modelo, que depende críticamente del agua subterránea, se ve también afectado por el factor de la crisis climática global. De acuerdo con el *Atlas de vulnerabilidad hídrica de México ante el cambio climático*, el estado de Zacatecas presentaría cambios en la temperatura promedio hasta por 5.7 °C en los próximos 75 años, mientras que se proyecta una disminución en la precipitación pluvial de hasta 9.7%.[37]

En ese contexto, y dentro de los escenarios previstos en modelos climáticos, resulta pertinente conocer cuál será la demanda de agua que los cultivos primordiales de riego tendrán en las siguientes décadas. García Bandala y colaboradores[38] han evaluado cuáles serán los posibles efectos del cambio climático sobre la demanda de agua de los cultivos de chile, frijol, maíz, ajo y alfalfa en condiciones de riego en el estado de Zacatecas. Se realizaron estimaciones del uso consuntivo (UC) para esos cultivos y se consideraron los escenarios climáticos 2050 y 2070, a parte de tomar como clima base el periodo 1981-2010. De acuerdo con el estudio los consumos actuales de dichos cultivos son: frijol mil 969 m^3/ha, maíz 2 mil 088.4 m^3/ha, alfalfa 12 mil 490.9 m^3/ha, chile 2 mil 082.5 m^3/ha y ajo 4 mil 565.7 m^3/ha. Las estimaciones futuras de demanda se efectuaron en dos escenarios de concentración de gases de efecto invernadero: un *escenario intermedio*, que supone que se aplican políticas para mitigar emisiones y

[37] Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático*, México, IMTA, 2015.

[38] Martín García Bandala, Alba Nelida García Beltrán, Guillermo Medina García, Miguel Servín Palestina y Nadiezhda Ramírez Cabral, «Efecto posible del cambio climático sobre la demanda de agua de cultivos importantes en Zacatecas», *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, vol. XVII, núm. 2, 2021, pp. 1-17.

estabilizar el crecimiento; y un *escenario pesimista*, en el que se asume que no hay cambios en políticas y las emisiones siguen aumentando. La síntesis de los consumos previstos se presentan en el cuadro 1.

Sin embargo, se debe considerar que el consumo real de agua de tales cultivos es mayor, ya que se ha estimado que debido a la aplicación de métodos tradicionales de riego las pérdidas pueden ser de entre 40 y 60%.[39] Para 2024 estos cinco cultivos representan poco más de 63% de la superficie que se siembra de riego en el estado y un porcentaje similar, 61.6%, del valor de la producción total (cálculos propios con base en el SIAP).

La alfalfa, cultivo forrajero, tiene el mayor consumo de agua por hectárea y muestra un crecimiento sostenido en la superficie de su siembra en los últimos años, que se intensificó a partir de 2010 (figura 4). En tanto, la superficie de siembra de riego del frijol, con el menor consumo hídrico de los cinco, ha disminuido significativamente, a consecuencia quizá de la caída en el consumo per cápita que esta leguminosa ha sufrido durante las últimas décadas en el país, pasando de 16 kg en 1980 a 9kg en el 2021.[40]

¿Cuál es la repercusión del crecimiento en la siembra de un cultivo tan demandante como la alfalfa en el estado de Zacatecas? Si se considera que en el año 2010 se sembraron 9 mil 764.2 ha y en 2024 18 mil 126.6 ha, el aumento de la superficie significó una demanda adicional de riego de más de 103.2 millones de metros cúbicos (m^3) de agua por año. Con el objeto de poner en perspectiva esta cifra, de acuerdo con la Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas (JIAPAZ) el consumo anual de los municipios de Zacatecas, Guadalupe, Morelos y Vetagrande es de 27.6 millones m^3/año,[41] es decir, que el aumento en volumen de agua para riego podría proveer a cerca de 400 mil usuarios por casi cuatro años.

Cuadro 1. Uso consuntivo (UC) de cultivos en el estado de Zacatecas, actual y posibles para los años 2050 y 2070 (m^3/ha)

Cultivo	*UC actual*	*UC escenario intermedio*		*UC escenario pesimista*	
		2050	*2070*	*2050*	*2070*
Frijol	1 969.0	2 327	2 398	3 216	3 519
Maíz	2 088.4	2 500	2 572	3 434	3 752
Alfalfa	12 490.9	13 629	13 892	13 866	14 714
Chile	2 082.5	2 446	3 269	3 269	3 581
Ajo	4 565.7	4 994	5 109	4 433	4 618

Fuente: elaboración propia con datos de Martín García Bandala, Alba Nelida García Beltrán, Guillermo Medina García, Miguel Servín Palestina y Nadiezhda Ramírez Cabral, «Efecto posible del cambio climático sobre la demanda de agua de cultivos importantes en Zacatecas», *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, vol. XVII, núm. 2, 2021, pp. 1-17.

La reconversión de cultivos orientada a una mayor eficiencia hídrica, junto con la restricción del uso de agua en acuíferos sobreexplotados, debería ser una prioridad. Desde el ámbito académico se han formulado propuestas alineadas con ese propósito. En sintonía con lo que se ha denominado el «camino suave del agua»,[42] Tetreault y Morales[43] presentan seis ejes alternativos para la gestión del agua en la región centro de Zacatecas, enfocados en el sector agrícola, principal consumidor del agua extraída del subsuelo: *a)* ordenamiento y vigilancia del sistema de concesiones; *b)* agroecología y reconversión productiva agrícola hacia cultivos menos demandantes de agua; *c)* recarga de acuíferos y restauración de ecosistemas agrícolas; *d)* uso más eficiente del agua y aprovechamiento de fuentes alternativas; *e)* priorización del agua subterránea de mejor calidad para satisfacer necesidades humanas básicas; y *f)* participación ciudadana y comunitaria en la gestión de los recursos hídricos.

Conclusiones

A lo largo del último siglo, la historia del agua en Zacatecas ha seguido la trayectoria de la política hidráulica nacional: centralización de decisiones, tecnificación del manejo y subordinación del recurso a los intereses productivos dominantes, en particular la agricultura y la minería. Si bien la infraestructura hidráulica y el desarrollo de la agricultura de riego generaron beneficios económicos y mejoras en las condiciones de vida de ciertos sectores, también profundizaron

[39] Alberto Vélez-Rodríguez, Luz Evelia Padilla Bernal y Francisco Mojarro Dávila, «Estudio socio-económico de los productores agrícolas y la sobreexplotación», en Francisco Mojarro Dávila *et al.*, *op. cit.*, p. 49.

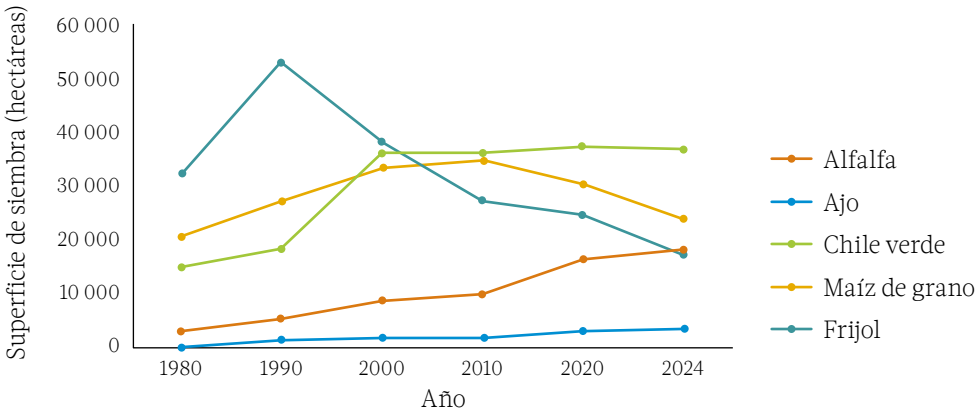
[40] *Boletín UNAM-DGCS-108*, «Mexicanos estigmatizan leguminosas; se reduce ingesta de frijol», 2022, en https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2022_108.html

[41] Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas, «Servicio de agua potable en Zacatecas y Guadalupe», 2025, en https://jiapaz.gob.mx/tandeo-de-agua-potable-en-zacatecas-y-guadalupe/

[42] Este enfoque prioriza la participación ciudadana en el uso eficiente del agua, las obras descentralizadas y la tecnología a pequeña escala; además, contempla las condiciones socioambientales y culturales locales.

[43] Darcy Tetreault y Elvira Ivonne Muñoz Morales, *op. cit.*

Figura 4. Principales cultivos de la modalidad de riego en Zacatecas (1980-2024)



Fuente: elaboración propia con datos de la Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, «Anuario Estadístico de la Producción Agrícola», 2024.

las desigualdades territoriales y la dependencia de fuentes subterráneas cuya explotación se ha realizado de forma insostenible.

La expansión del riego agrícola, en especial a partir de la segunda mitad del siglo XX, transformó radicalmente el paisaje y las relaciones sociales en el campo. La perforación masiva de pozos, el cambio de uso de suelo y la reconversión hacia cultivos de mayor valor comercial (como la alfalfa o el chile) incrementaron la presión sobre los acuíferos, circunstancia que ha ocasionado desequilibrios ecológicos que se manifiestan en el aumento de erosión, disminución en la infiltración del agua, pérdida de materia orgánica, entre otros. En ese proceso, el conocimiento técnico y la regulación estatal, lejos de garantizar una gestión sostenible, favorecen la concentración de los derechos de agua y la consolidación de lo que se ha denominado «los millonarios del agua».

Cabe advertir que la sobreexplotación de los acuíferos no sólo refleja un problema de administración o de eficiencia técnica, sino una expresión territorial del modelo de acumulación por desposesión. La gestión del agua, orientada por criterios políticos y administrativos más que por fundamentos hidrogeológicos, ha permitido el avance del capital agrícola, minero e inmobiliario sobre los bienes comunes. En esa perspectiva, el agua ha pasado de ser un bien público y comunitario a una mercancía regulada por la lógica del mercado.

Ante el escenario actual de crisis climática, resulta urgente replantear el modelo de desarrollo agrícola y los criterios de gestión hídrica en Zacatecas. Ello implica reconocer la interdependencia entre agua, suelo y ecosistemas, así como fortalecer las capacidades locales y comunitarias para su gestión. La reconversión de cultivos hacia opciones menos demandantes de agua, la revisión de las concesiones de uso de agua y la comprensión de los acuíferos como unidades vinculadas y no aisladas, son elementos clave que deben examinarse en la construcción de una nueva visión del manejo de las aguas subterráneas.