

Agotamiento de aguas superficiales, sobreexplotación de aguas subterráneas y lógicas de irrigación abajeñas (México), 1960-1990

YENIFFER CAMARGO BONILLA, PEDRO URQUIJO TORRES
Y MARÍA FERNANDA ONOFRE

PALABRAS CLAVE: aguas subterráneas, Bajío, irrigación, tejido agrario.

CÓDIGOS JEL: N56, O13, O18, Q15.

El artículo analiza los cambios en el manejo del recurso hídrico y su impacto en la estructura agraria del Bajío mexicano. Se plantea que la importancia de los mantos subterráneos fue resultado de un incremento en la disponibilidad de energía motriz y el agotamiento provocado sobre las aguas superficiales debido a la escasez de lluvias y la competencia con las ciudades y la industria para el uso del recurso. Los pozos fueron considerados una alternativa rápida para la recuperación y optimización de diferentes unidades productivas. A partir de informes geohidrológicos, datos estadísticos, registros meteorológicos y entrevistas a regantes, el trabajo ratifica que la sobreexplotación de las aguas del subsuelo, más allá del discurso restrictivo, demuestra la continuidad de los privilegios brindados por el gobierno y la ilegalidad en la apertura de las norias, lo mismo que una reconversión del tejido agrario hacia cultivos de exportación, como los hortofrutícolas.

Surface Water Depletion, Groundwater Overexploitation and Irrigation Logic in Abajeño (Mexico), 1960-1990

KEYWORDS: groundwater, Bajío, irrigation, agricultural development.

JEL CODES: N56, O13, O18, Q15.

The article analyses changes in water resource management and their impact on the agrarian structure of the Mexican Bajío. It suggests that groundwater became important as the availability of motive power increased and surface water depleted due to scarce rainfall and competition with cities and industry for use of the resource. Wells were considered a quick alternative for recovering and optimising various productive units. The study is based on geohydrological reports, statistical data, meteorological records and interviews with irrigators. This work confirms how overexploitation of subsoil water – despite the restrictive discourse – reflects the continuity of privileges granted by the government, illegality in the drilling of wells, and the reconversion of agriculture towards fruit and vegetable crops for export.

Recibido: 2024-07-25 · Revisado: 2024-11-14 · Aceptado: 2025-05-25

Yeniffer Camargo Bonilla [[orcid.org/ 0000-0002-0867-1111](https://orcid.org/0000-0002-0867-1111)] es Investigadora Posdoctoral en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la Universidad Autónoma de México. Dirección para correspondencia: Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta. C.P. 58190. Morelia Michoacán, México. C.e. yenis3033@gmail.com

Pedro Urquijo Torres [[orcid.org/ 0000-0001-9626-0322](https://orcid.org/0000-0001-9626-0322)] es Investigador titular en el área de Historia Ambiental, Poder y Territorio en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la Universidad Autónoma de México. Dirección para correspondencia: Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta. C.P. 58190. Morelia Michoacán, México. C.e. psurquijo@ciga.unam.mx

María Fernanda Onofre [[orcid.org/ 0000-0001-6020-4062](https://orcid.org/0000-0001-6020-4062)] es Científica Ambiental con más de cinco años de experiencia en investigación y vinculación académica-profesional en temas relacionados con la gobernanza ambiental. C.e. onofrem@pmip.unam.mx

1. INTRODUCCIÓN

El Bajío es una región agrícola e industrial ubicada en el Centro Occidente mexicano, caracterizada geográficamente por suelos ricos y niveles de precipitación entre los 600 y 1000 mm anuales, con una perdurabilidad histórica en materia agrícola que data del período novohispano. Se sitúa en la cuenca hidrológica Lerma-Chapala, cuyos afluentes principales son los ríos Turbio, Duero, Angulo, Silao y Laja, que alimentaron sistemas hídricos de aguas naturales y artificiales construidos o renovados a mediados del siglo xx (Camargo, 2023; García Martínez, 2008).

La condición regional del Bajío va más allá de los límites político-administrativos de las entidades que lo integran. Su cohesión territorial y económica transgrede la centralidad de unidades jurídicas y se ha configurado a partir de redes de articulación territorial que persistieron entre el sur del estado de Guanajuato, el noroeste michoacano y el suroeste de Querétaro (Fig. 1). En dicho espacio, el sistema de ciudades centrales se ha mantenido aprovechando la experiencia de núcleos agrarios y rurales que sostienen los procesos de modernización agrícola, diversificación productiva, integración entre sectores y uso de recursos, en particular, agua y suelo (Ramírez & Blanco, 2000; Unger, 2011).

Alrededor de las ciudades se concentró la mayoría de su población, la cual, además del vínculo laboral con el sector primario, ha sostenido flujos migratorios hacia los Estados Unidos de América desde los inicios del programa Bracero en 1941. Los núcleos agrarios estuvieron condicionados por dos fenómenos: la migración y la redefinición en la tenencia de la tierra, lo que dio origen a diversos actores y productores, quienes se articularon de manera diferenciada al modelo agrocomercial de décadas posteriores. El contexto modernizador y de cambio experimentado durante el lapso 1950-1980 potenció múltiples ventajas comparativas de la economía regional que justificaron el establecimiento de complejos agroindustriales y favorecieron el posicionamiento del Bajío en el mercado nacional (Camargo, 2020; Durand, 2007; Guzmán López, 2014)¹.

1. A diferencia de otros espacios, en el Bajío la población indígena no tiene mayor presencia en la estructura demográfica. Por lo cual los agricultores se han agrupado conforme al tamaño y régimen de propiedad de la tierra, su organización social y la disponibilidad de capitales para acceder a las tecnologías de la época. Ejidatarios y pequeños propietarios han sido dos grupos heterogéneos, que en principio no mantuvieron una disputa por los derechos del agua. Empero con el crecimiento de las unidades irrigables, el cambio en el patrón de cultivos y el incremento en el consumo del recurso para el escenario productivo local, desde 1960 los regantes argumentan fenómenos de acaparamiento y acceso restringido del agua, en tanto las concesiones de pozos tuvieron beneficios mayores sobre quienes dependían de las lluvias y los volúmenes captados en los sistemas de presas y canales (CAMARGO, 2024 ; GUTIÉRREZ, 2017).

de la explotación de los mantos del subsuelo. Se mostró un optimismo tecnológico en el manejo de los recursos naturales, ahora agentes esenciales de la transformación y perdurabilidad de la agricultura empresarial (Scott & Díaz, 2010).

El uso de aguas subterráneas fue una alternativa que se acentuó en el Bajío tras las iniciativas de integración vertical entre la actividad agropecuaria y la industria, en pro de un mayor aprovechamiento y valor agregado al excedente de la producción local. Se percibió la misma tendencia que en otras zonas del país, caracterizada por tres aspectos: a) concentración de los pozos y de las aguas en propietarios con capacidad de inversión para sostener el coste de extracción; b) asistencias de los gobiernos a este tipo de usuarios a través de subsidios y financiamiento inicial; y c) sobreexplotación acelerada del recurso subterráneo que supuso un marco legal de restricciones, mediciones y vedas con poca efectividad en su aplicación (Camargo, 2020; Marañón, 2006).

A escala nacional, la extracción de aguas subterráneas por pozos se inició hacia 1950, respondiendo a una nueva época de la historia agraria internacional enmarcada por la intensificación de la producción en función del mercado. Con ello, las instituciones, los actores y el modelo en sí mismo creyeron que los depósitos y espejos de agua, así como su capacidad de recarga, eran ilimitados. Sin embargo, el descenso del recurso evidenció mayores costos de extracción y un acceso restringido a la nueva tecnología de bombeo, especialmente dirigida a los grandes y medianos productores (Aboites, 2020; Moreno Vázquez, 2006; Rivas Sada, 2010)².

La respuesta regional frente al manejo de la infraestructura hidráulica fue diferente en función de su destino, de la estructura institucional y de las condiciones de su entorno físico. Así, analizar un caso como el Bajío aterriza un problema general de un área con tradición agraria regional, donde el manto superficial pareció llegar a sus límites en 1970, cuando el cambio tecnológico y las innovaciones pusieron a su disposición una solución que lo convirtió en pocos años en el llamado «queso gruyere» del país (Gómez Cruz, 1989; Marañón, 2000).

El contexto económico de la explotación del recurso en correlación con los sistemas agrícolas y las cadenas de valor generadas por la actividad, a partir de la década de 1960, ratificó su importancia, en tanto que gran parte de los mantos subterráneos se destinaron a la explotación del campo. Algunas organizaciones de productores dispusieron de

2. El caso mexicano cobra importancia, pues a principios de siglo era el país de América Latina con mayor número de bombas para riego; por tanto, el que enfrentaba más desafíos en calidad de agua, costos de explotación del recurso y niveles de recuperación de los acuíferos.

los capitales para absorber los costos relativos a la pequeña irrigación, ya que el nivel de rendimiento era considerablemente alto frente a la inversión en sistemas de conducción e infraestructura. Es decir, el desarrollo de ingeniería hidráulica direccionada por la apertura de pozos potenció cierta rentabilidad a un modelo agroempresarial, y evidenció un escenario gubernamental local que amparó el acceso y funcionamiento de las norias a un tipo de usuario, motivando con ello múltiples tomas y aprovechamientos clandestinos (Marañón, 2002)³.

El incremento de la producción y la expansión de la frontera productiva fue paralela al tránsito en el régimen de gobernanza del agua, en un primer momento centrado en la intervención del Estado (1940-1980) y, en un segundo momento, por el llamado «período mercantil» (1980-2020) en el que se priorizaron los intereses de los productores y las agroindustrias (Aboites, 2009). El artículo muestra cómo el desarrollo regional y la tradición agrícola abajeña no solo han dependido de la política gubernamental, su sistema productivo, el impulso de las tecnificaciones a lo largo del ciclo agrícola, las estrategias de los productores, la estructura de la tenencia de la tierra y la diversificación, sino también del manejo de su entorno agroecológico con apoyo de innovaciones tecnológicas, lo cual se ha convertido en un condicionante para asumir los cambios en el modelo de producción y, con ello, dar respuesta a los fenómenos del mercado⁴.

Ciertamente, la poca disponibilidad del recurso ha sido objeto de la falta de gobernanza, de los bajos niveles de capacitación de los usuarios en cuanto al manejo eficiente del agua y de la ausencia de una respuesta en los proyectos hidráulicos a la reducción continua de los mantos freáticos. Este trabajo sitúa desde una visión histórica los orígenes del problema y a las alternativas que se han formulado. Lo complementa dando voz a los agricultores y sus prácticas en un ámbito local. El artículo retoma la experiencia regional y sitúa al lugar a partir de los productores, las valoraciones del paisaje y la diversificación agrícola en el marco de los profundos cambios de la actividad primaria. Ello demuestra la heterogeneidad de estrategias, trayectorias y posicionamientos que se asumen ante la sobreexplotación y abasto (Urquijo *et al.*, 2017).

3. La apertura de pozos sin permiso o concesión fue una tendencia del agro abajeño, lo que provocó en corto plazo (1980 en adelante) prohibiciones generalizadas para el empleo de aguas del subsuelo, debido al grado de sobreexplotación registrado en los acuíferos. Desde esa década el Bajío ha ocupado los tres primeros lugares en abatimiento y baja calidad del agua, y el acelerado proceso de extracción ha puesto en riesgo el acceso y la condición del ciclo hidrosocial (SCOTT & SHAH, 2004).

4. La problemática de estrés hídrico que inició en 1960 y se acentuó en 1980 ha permanecido hasta el siglo XXI. Se muestra en noticias de los últimos años que la crisis del agua, los altos índices de sequía y el abatimiento del mundo rural o la puesta en riesgo de la actividad agraria se sostienen sin una solución clara en corto y mediano plazo.

El uso intensivo de las aguas del subsuelo, su concentración en el acceso y la exclusión en su manejo responden a fenómenos de escala planetaria, pues su papel para la agricultura de riego y empleo a gran escala se ha transformado en pieza clave de las economías rurales en la segunda mitad del pasado siglo. Al ser parte de un ciclo hidrológico invisible, han recibido poca atención y en las últimas décadas muestran un colapso dado el descenso del nivel freático y la infiltración cada vez más recurrente hacia el suelo. Desde la década de 1970, en el mundo este recurso tuvo un auge debido a los avances tecnológicos, la caída en los precios de las bombas y la dotación mayoritaria de electricidad. No se contemplaron, en principio, las dificultades implícitas en la reversión del déficit de dichos acuíferos. La producción y comercialización de cultivos de alto valor ha provocado más adjudicaciones de aguas de las cuencas, así como ilegalidad en el bombeo y mayores gastos de extracción (Wester & Hoogesteger, 2009: 8-10).

La demanda al subsuelo se convirtió en una fuente convencional, aún más en áreas de temporal que lograron mejorar su productividad y con ello ampliar el patrón de cultivos. El Bajío guanajuatense se ha ubicado desde 1980 en los primeros puestos nacionales en número de pozos, demanda de energía agrícola, instalación de equipos y políticas favorables acordes a las condiciones de la producción y los flujos de mercado, así como en el éxito relativo en materia de restricciones oficiales (Scott & Shah, 2004).

En la presente investigación, se pretende responder a las siguientes preguntas: ¿Cómo operó el régimen de explotación del agua subterránea en el Bajío? ¿Cuál fue el impacto de la estructura agraria regional? Lo anterior problematiza planteamientos historiográficos sobre el uso excesivo de los mantos subterráneos como parte de un nuevo escenario productivo marcado por alta presencia. Para ello, el trabajo utiliza diversos tipos de fuentes, especialmente primarias, entre ellas censos agrícolas, registros e informes de los distritos de riego, datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) y de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), así como algunos estudios de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) encontrados en acervos estatales y nacionales. En conjunto el acervo documental, en complemento con las entrevistas realizadas a productores, permite matizar el estrés hídrico de la región.

El artículo se divide en tres secciones. En la primera, se evidencia el contexto socioproductivo abajeño articulado a la transición de la producción agraria hacia cultivos más rentables y el nuevo paisaje agrario (uso del suelo y tierras) a partir de los años setenta. En la segunda sección se brinda el contexto sobre el manejo y la disposición del agua subterránea, las vedas y la ilegalidad en torno a su explotación, articulando el ámbito nacional con las medidas impulsadas por los gobiernos locales y el origen

del agotamiento que mostraron los mantos, dado el nivel de profundidad de los pozos. Finalmente, la tercera sección expone la respuesta de los agricultores ante el estrés hídrico de la región y las alternativas en las prácticas de riego que han implementado.

2. LA NUEVA APUESTA DE LOS PRODUCTORES ABAJEÑOS: ¿CULTIVOS RENTABLES Y DE MENOR PRESIÓN HÍDRICA? CONDICIONES DEL AGRO LOCAL

A principios de los años setenta, el carácter agrícola y pecuario del Bajío se fortaleció: la magnitud de las obras de riego de las décadas previas y la creciente tendencia del sector industrial caracterizaban la cuenca hidrológica Lerma-Chapala-Santiago. La agricultura mostraba una trayectoria positiva, pero con ciertos rasgos que vale la pena destacar: el recurso hídrico estaba sobreexplotado, la tradición en la producción de granos transitaba hacia el cultivo de frutas y hortalizas destinadas al mercado exportador y los pequeños propietarios se vincularon a la economía rural a través de un sistema de contrato y arrendamiento, para así garantizar precios, distribución del producto y un eslabón en la cadena productiva impulsada por la instalación de empresas vinculadas al sector agroalimentario.

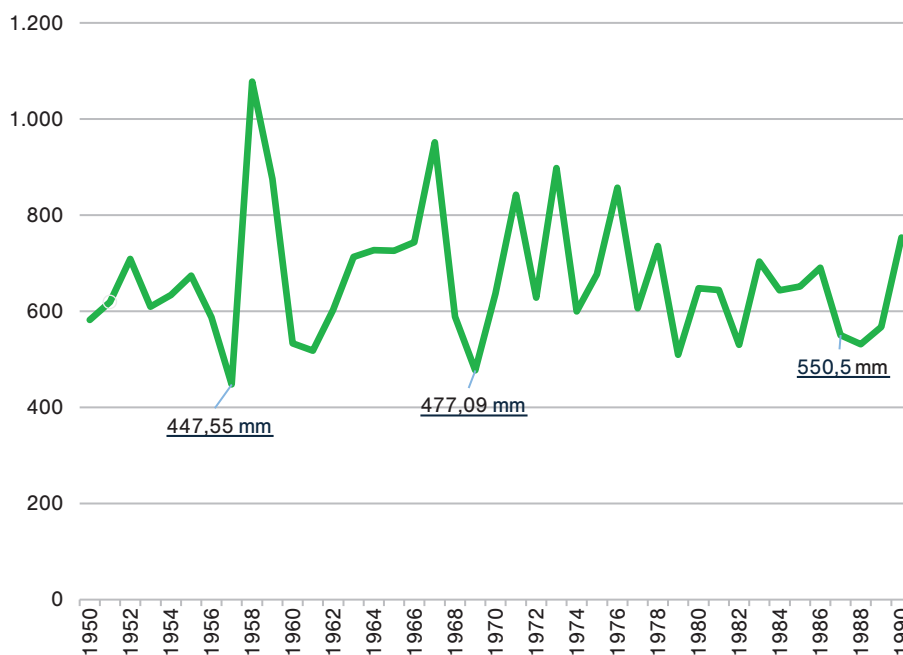
La agricultura sufrió un proceso de reestructuración debido a las nuevas relaciones entre lo urbano y lo rural. Se intensificó el proyecto de cambio tecnológico y productivo por el auge de la horticultura de exportación, que acrecentó la desigualdad de los productores, pues no todos accedieron a ese modelo. En el campo y en la política económica se arraigó la idea de apostar por cultivos más competitivos, con un mayor impacto en la integración de la economía mexicana en los nuevos regímenes alimentarios y circuitos globales. El énfasis en productos frescos de tipo suntuario, destinados a mercados selectos y con altos índices de calidad, marcaron el orden agropecuario nacional y regional (Martínez Borrego & Hernández, 2019). De igual manera, en el ámbito agrario el gobierno redujo su intervención en recursos económicos, de capital y tecnologías, posibilitando una mayor participación del sector privado (Pedroza Ortega, 2018).

El Bajío, como región tradicionalmente agrícola, mostró hasta mediados de siglo una perdurabilidad en algunos de sus rasgos productivos: la disponibilidad de unidades irrigadas, la sustitución o complementariedad de cultivos básicos (granos) por comerciales y el desarrollo diversificado del sector. Sin embargo, las tendencias de las últimas dos décadas evidencian modificaciones importantes en la estructura agraria cercanas al patrón agroalimentario internacional. Por un lado, se convirtió en la zona con mayor aportación de congelados exportables, así como ajo, espárrago verde y brócoli, por men-

cionar algunos cultivos predominantes. Ejemplo de ello ha sido la gran oferta hortícola que confiere dicha región para incorporarse al sistema global en busca de una mayor rentabilidad a través de cadenas de valor (Marañón, 2002).

La reconversión productiva del agro, acentuada en las últimas décadas del siglo xx, vislumbró la expansión de cultivos sin ninguna tradición en la zona. El principal comprador del rubro agroalimentario ha sido Estados Unidos, con un flujo promedio del 80% de los productos agrícolas. Las ciudades que mayor participación han mantenido en el mercado agrícola exterior fueron: Silao, Celaya, San Francisco del Rincón, Irapuato y Querétaro. Los productos con más demanda fueron hortalizas frescas y congeladas (brócoli, coliflor, coles, espárragos, pimientos, lechugas), con un promedio de aportación del 64% sobre el valor total generado por dicho sector (Echánove, 2000; Tarrío & Ruíz, 2000).

FIGURA 2
Niveles de precipitaciones promedio, 1950-1990



Fuente: elaboración propia con datos de Conagua, Normales Climatológicas por Estado, 1950-1990.

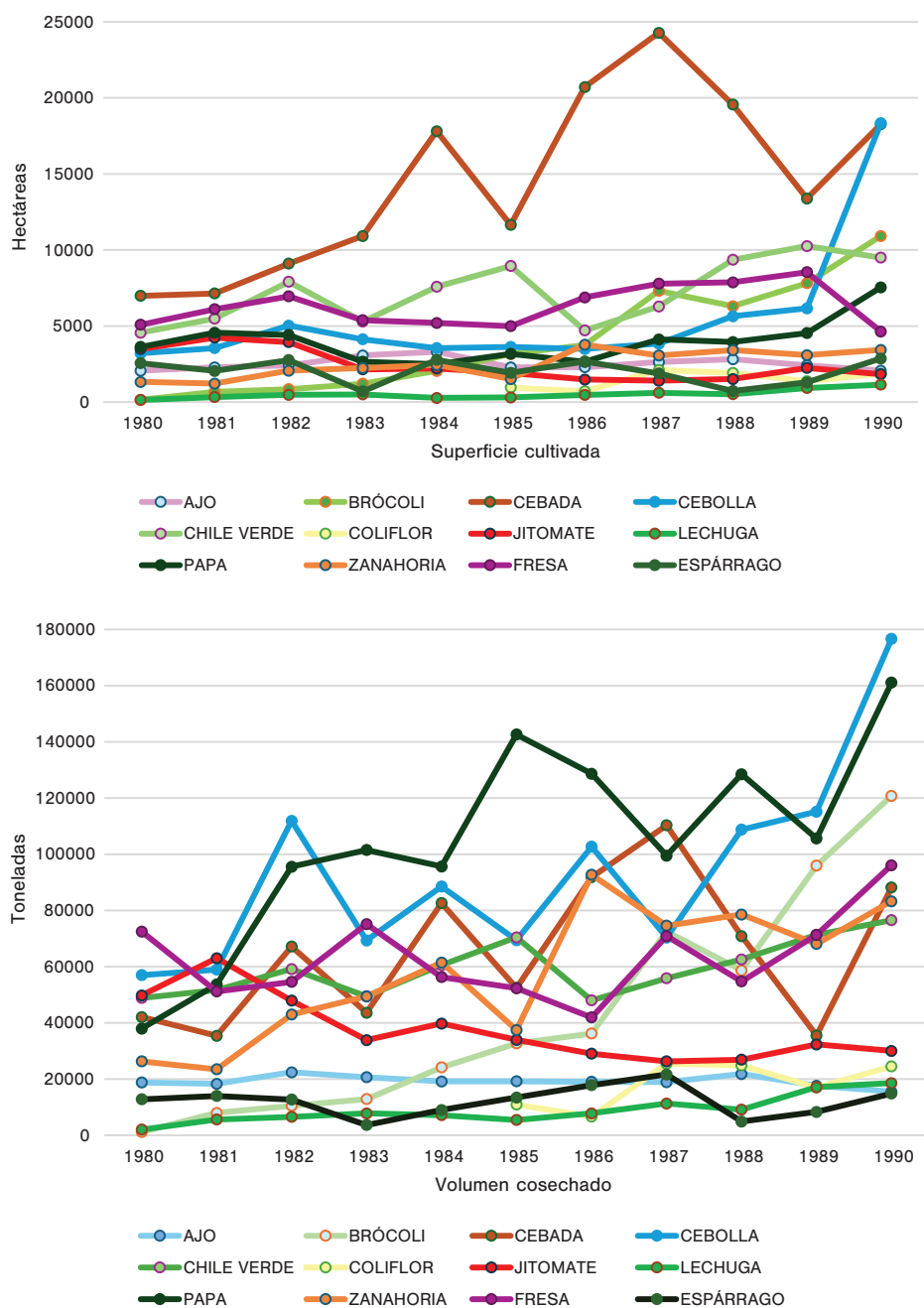
¿Cómo explicar este nuevo escenario agrario en las décadas con mayores sequías? Las condiciones ambientales de la región muestran que entre 1970 y 1990 se presentaron los años con menores registros de precipitaciones (Gutiérrez, 2023), lo que afectó a centros

agrícolas importantes como Celaya, Irapuato, La Piedad y Cortázar. Durante el período analizado, en el régimen de lluvias se encontraron diferentes años con registros por debajo de la precipitación media histórica anual de la región (592 mm), conforme a los datos capturados por las estaciones meteorológicas a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En los lapsos 1956-1957, 1968-1970 y 1988-1990 se evidencia un comportamiento similar con los fenómenos de sequías a nivel nacional (Méndez & Magaña, 2010). Además, los mínimos de humedad reportados por Conagua en el siglo xx coinciden con la tendencia y apuesta por cultivos de mayor integración comercial e industrial y de mayor demanda hídrica (Fig. 2).

El comportamiento en materia de superficie muestra que a partir de los años ochenta la frontera agrícola se mantuvo, los cultivos se ubicaron en las zonas productivas ya especializadas; sin embargo, los rendimientos aumentaron y con ello el posicionamiento del Bajío en la producción agrícola mexicana. En estos años se registró como el principal productor de ajo, brócoli, cebolla y papa; el segundo en sorgo; el tercero en cebada, espárrago, chile y fresa. La mejora en la productividad y la incursión en diferentes productos obedeció a la necesidad de aprovechar la capacidad industrial instalada en sus principales corredores. Las empresas han ejercido históricamente un control en la estructura agraria. Los tiempos de cultivo y su disposición en el mercado y su apuesta por la diversificación se posibilita, ya que disponen de zonas geográficas óptimas en el acceso a agua subterránea como condicionante primordial para el manejo de este tipo de productos (Fig. 3).

La especialización productiva fue de la mano de la concentración económica y geográfica de las regiones, así como de la organización agraria, la reasignación de los recursos y las posibilidades que los nuevos mercados brindaron a los territorios y actores. Los circuitos internacionales definidos por el comercio con el vecino país del norte impactaron las ventajas comparativas de un cultivo u otro (Solís & Carbajal, 2022). El Bajío ha destacado desde 1970 por la diversificación de su estructura productiva en función de los mercados y la introducción de nuevas tecnologías hidráulicas y de cultivo. En lo relativo a los cultivos comerciales dominantes en su paisaje agrario, su aportación al volumen nacional cosechado se sostuvo entre el 5% y el 90%, dependiendo del tipo de producto; su contribución a la actividad agraria no ha sido marginal y se ha convertido en una región que ocupa los primeros lugares en materia hortofrutícola. En el caso del espárrago aportó entre el 31% y el 50% a la producción nacional; sus primeros registros datan de 1972, concentrados en el área del valle de Celaya y el acuífero de Irapuato, introducidos por un empresario italiano dedicado a su envase y exportación a mediados de siglo, para fines experimentales, y cultivado a escala comercial por la compañía del Monte (Campos, 1976).

FIGURA 3
Tendencias de volumen y superficie en cultivos hortofrutícolas, 1980-1990



Fuente: elaboración a partir de datos del SIAP, Anuario estadístico de la producción agrícola, 1980-1990.

TABLA 1
Participación abajeña en la producción nacional
de cultivos hortofrutícolas, 1980 y 1990

Cultivos	1980			1990		
	Bajío	Nacional	%	Bajío	Nacional	%
Ajo	18.750	41.884	44,0	15.462	41.225	38,0
Brócoli	1.152	4.208	30,0	120.769	155.064	78,0
Cebolla	56.945	282.548	21,0	176.637	681.600	26,0
Chile verde	48.844	569.532	8,5	76.533	763.593	10,0
Coliflor	Sin datos	Sin datos		24.480	63.554	38,0
Espárrago	12.775	19.447	68,0	14.826	43.019	35,0
Fresa	72.496	77.969	93,0	96.066	106.848	90,0
Jitomate	49.738	1.209.349	4,1	32.307	1.716.330	2,0
Lechuga	2.015	51.294	4,5	18.529	116.027	16,0
Papa	37.950	464.204	8,0	161.083	915.322	18,0
Zanahoria	26.298	56.778	47,0	83.251	176.116	48,0

Fuente: elaboración a partir de datos del SIAP, Anuario estadístico de la producción agrícola, 1980 y 1990.

El caso de la cebada se convirtió en una alternativa para compensar la caída de precios en el mercado de granos ante la reducción de las medidas proteccionistas del Estado hacia el agro mexicano. A partir de 1975 se intensificó su producción debido al crecimiento en la demanda de la industria cervecera, de la certidumbre de los productores ante los convenios con agroindustrias y las ventajas agronómicas, pues exigía menores cantidades de agua y tenía un ciclo vegetativo más corto (Echánove & Steffen, 2005). Esto se relaciona con las condiciones productivas y la cantidad de lámina aplicada a los cultivos de cebolla, jitomate, lechuga y coliflor, los cuales emergieron en el paisaje agrario abajeño desde 1980 con superficies relativamente pequeñas, pero rendimientos altos, entre 11 a 15 toneladas por hectárea cosechada. En la década de 1980, los datos de volumen mostraron cierta estabilidad a pesar de los problemas de escasez hídrica; aunado a ello, los niveles de concentración espacial de los cultivos parecen sostenerse a lo largo del tiempo en tres corredores: Valle de Santiago-Salvatierra, Celaya-Querétaro e Irapuato-Salamanca⁵.

5. V. RUIZ (2021, 10 de mayo). «Guanajuato es principal productor de Lechuga». *El Sol del Bajío*. <https://www.elsoldelbajio.com.mx/local/guanajuato-es-principal-productor-de-lechuga-crece-produccion-de-la-lechuga-en-guanajuato-6694922.html>; Z. CESSA (2018, 5 de abril). «México, quinto productor mundial de brócoli». *El economista*. <https://www.economista.com.mx/opinion/Mexico-quinto-productor-mundial-de-brocoli-I-20180404-0116.html>; L. VÁZQUEZ (2013, 28 de junio). «Guanajuato líder nacional en producción hortícola». *El financiero*. <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/guanajuato-lider-nacional-en-produccion-horticola/#:~:text=A%20la%20fecha%2C%20Guanajuato%20se,la%20mayor%20cantidad%20de%20br%C3%B3coli>.

La crisis hídrica ha dado lugar a múltiples debates sobre la política del agua en México. La gestión integral del recurso ha discrepado de las realidades, intereses y conflictos en localidades y regiones. Aunque existen esfuerzos gubernamentales, las formas de organización productiva se han contemplado de manera tangencial en los diseños institucionales. El cambio operativo a regulatorio en los roles del Estado, en cuanto al manejo del agua, supone en el orden parcelario poca planificación, afectando con ello la distribución del líquido y el mantenimiento de la infraestructura. En otras palabras, se percibe un aforo y acceso inequitativo de los mantos del subsuelo, áreas con muy baja densidad de extracción y otras zonas con márgenes de explotación excesivos (Kloster, 2017). La cartografía del riego por bombeo manifiesta que la tierra irrigable se concentró en las mismas unidades de diversificación de la estructura agraria hacia cultivos relativamente nuevos.

TABLA 2

Lámina de riego y volumen utilizado según cultivo, 1976-1977

Cultivo	Superficie	Lámina	Volumen mm³	Número de riegos
Ciclo invierno				
Ajo	445	56	2.493	3,5
Cebada	9.026	44	57.766	10,2
Frijol	473	53	2.522	4,3
Hortaliza	660	40	2.240	2,5
Jitomate	350	54	1.590	3,3
Papa	2.504	82	20.532	5,1
Ciclo primavera				
Chile	2.607	80	20.853	4,9
Maíz		32		
Sorgo	10.002	31	31.006	1,9
Perennes				
Alfalfa	2.375	82	19.475	5,1
Espárrago	253	34	558	3,1
Fresa	411	125	5.196	7,9

Fuente: elaboración propia con base en Biblioteca Ing. José Luis de la Loma y de Oteyza (BIJLO), *Boletín de Economía Rural*, anexos, 1978.

El tipo de cultivo y el acceso al recurso hídrico estuvieron ligados además a la geolocalización de corredores agroalimentarios. Medianas y grandes empresas potenciaron inversiones tecnológicas en infraestructuras de riego para mejorar los rendimientos y garantizar así un mercado de vegetales, hortalizas y cereales en función de sus demandas y lógicas de comercialización. Las preferencias por el agua de pozo en materia de eficiencia, calidad y disponibilidad también hicieron parte de los estándares de cultivo exigidos por las compañías (Tabla 2). En efecto, se percibe una diferencia en lámina de riego y volumen entre cultivos básicos (granos y cereales) con frutas como la fresa,

forrajes (alfalfa) y algunas hortalizas o vegetales (por ejemplo, el chile, la papa, entre otros). Esto ha dependido tanto del estándar del producto y su mercado como del total de riegos exigidos por la planta durante su ciclo de crecimiento. Así pues, la diversificación de la estructura agraria mostró de manera temprana una mayor presión sobre las aguas locales.

En la Tabla 3 se visibiliza una presencia generalizada del ramo de alimentos congelados y procesados, acentuada durante la década de 1970 debido al uso de vegetales de exportación que se integraron al panorama agrícola. Los cultivos fueron promovidos con la llegada de algunas empresas como Bird Eyes y Covemex, y la oferta de otro tipo de productos por compañías ya establecidas como Campbell's (verduras enlatadas, sopas y salsas) y MarBran (dedicada al empaque de fresa). Fue precisamente la experiencia del Bajío en la refrigeración y exportación fresera lo que posibilitó la apertura de negocios vinculados al enfriamiento de hortalizas y frutas (Gómez Cruz, 1989).

El complejo agroindustrial hortícola constituido en el Bajío muestra que el cultivo de frutas y legumbres dejó de ser secundario para el sector agrícola a partir de 1970, cuando creció su demanda en el mercado urbano y extranjero, mejorando sus precios y garantizando a los productores ganancias superiores en extensiones reducidas. El rubro fue potenciado vía productividad con la adopción de tecnologías, política pública y la apertura de cadenas de comercialización a través de diferentes eslabones: deshidratación, elaboración de derivados y congelamiento, siendo este último el de mayor éxito e inicio tardío (Avella Alaminos, 1998: 7-9).

TABLA 3
Capital (USD) destinado a diferentes sectores
de la agroindustria en la red de ciudades del Bajío, 1974

Rama/Ciudad	León	Irapuato	Salamanca	Celaya	Querétaro
Harina	1.800.000	1.200.000	80.000	2.048.000	2.100.000
Fresa congelada	80.000	1.200.000	-	-	-
Fertilizantes e insumos agrícolas	80.000	120.000	6.400.000	160.000	180.000
Maquinaria y equipo	80.000	200.000	40.000	160.000	5.100.000
Alimentos congelados o en conserva	-	2.640.000	1.200.000	160.000	
Pastas y aceites	248.000	104.000	-	-	
Refrescos	280.000	240.000	-	200.000	-
Forrajes y alimentos para ganado	80.000	120.000	-	280.000	1.200.000
Carnes frías y embutidos	240.000	88.000	-	80.000	
Lácteos y derivados	120.000	400.000	-	800.000	
Total	3.008.000	6.312.000	7.720.000	3.888.000	

Fuente: elaboración propia con base en BIJLO, Dirección de Fomento Industrial, Inversión por ramas industriales, 1974-1975.

A diferencia de la media nacional, la agricultura abajeña ha consumido un 15% más del recurso del subsuelo que otras zonas agrícolas, lo cual justifica la situación de sobreexplotación en el Alto y Medio Lerma. Diversos factores explican las ventajas del riego por bombeo frente al riego con aguas superficiales: eficacia en relación con las láminas de riego netas; disponibilidad y aplicación en el momento oportuno (cuando la planta lo requiera); calidad en conducción debido a las distancias del pozo o de los canales que derivan de la presa a la unidad de cultivo; el mal estado de la infraestructura del distrito y la sujeción que tienen los usuarios o agricultores a un orden asignado para recibir el agua en un tiempo y volumen específico (Aguilar, 1997). Sumado a lo anterior, los cambios en las cubiertas del suelo ha sido otro factor asociado a los procesos de transición en los sistemas de riego abajeños.

3. AGUA SUBTERRÁNEA: ¿UNA ALTERNATIVA PROMETEDORA?

A mediados del siglo xx el gobierno federal y los productores concibieron la adopción de equipos mecanizados en los procesos agropecuarios como una salida a la escasez hídrica. Ello representaba la introducción de motores eléctricos y la ampliación de las posibilidades de explotación, tanto en áreas ambientalmente adversas como en zonas con tradición agrícola, que alcanzarían una mayor estabilidad en la superficie cultivable. La difusión de equipos para bombeo y aprovechamiento del agua del subsuelo a través de un largo ciclo de electrificación rural obedeció a una transición económica y demográfica, la cual repercutió a su vez en el devenir de una agricultura cada vez menos extensiva y más intensiva (Rivas Sada, 2010).

El cambio agrario no fue la única causa que motivó el incremento en la demanda de los mantos del subsuelo. Desde principios de 1940 las necesidades del recurso por parte de la industria y las ciudades del Bajío ejercieron una mayor presión sobre los niveles de los acuíferos del sistema Lerma-Chapala. De igual forma, la ampliación del fluido eléctrico producido por plantas hidroeléctricas mitigó el recurso disponible para el campo. La opción más viable era retomar las propuestas de los años veinte en torno al agua del subsuelo mediante el empleo de pozos y bombas que operaban con energía eléctrica (Gutiérrez, 2017).

En esta sección abordaremos tres variables que explican la problemática de escasez hídrica, abatimiento de los acuíferos y reducción de los volúmenes disponibles para la agricultura. En primer lugar, la insuficiencia del recurso para la creciente demanda del riego agrícola justificó sin restricción alguna los aprovechamientos rápidos y viables del subsuelo; en segundo lugar, el apoyo gubernamental para disponer de agua

conforme el modelo productivo lo requería; y, por último, los efectos de la falta de gestión y gobernanza en materia de sobreexplotación, contaminación e insostenibilidad hídrica.

3.1. El recurso del subsuelo: una salida rápida y «efectiva» para el modelo impulsado por el Estado

La tecnología de pozos floreció con apoyo del gobierno y se acrecentó a partir de la década de 1970 cuando se puso en marcha el Plan Nacional de Obras de Pequeña Irrigación⁶. El *boom* agrícola experimentado por el Bajío se aceleró con el empleo generalizado del agua subterránea, y fue el sector primario su mayor beneficiario. El acceso a este tipo de aguas, consideradas el «oro líquido abajeño», se ha organizado de tres formas diferentes: pozos privados de propiedad individual, pozos privados de propiedad comunal y pozos oficiales. Los resultados y la remuneración de la producción han sido factores más apremiantes que la escasez de agua; por lo tanto, se visibiliza un incremento mayor en el número de pozos privados (Krupp, 2022).

La falta de atención y las dificultades para el estudio de los recursos subterráneos no permitió un aprovechamiento integral. Desde finales de 1960 el descenso de los niveles hidrostáticos año con año era alarmante, por lo que se pasó de bombeos de 80 metros a más de 120 en promedio⁷. La idea ilimitada del líquido no contemplaba el aforo y la naturaleza del ciclo hidrológico en cuanto a la circulación y el origen de la recarga de los mantos freáticos, dependientes de las corrientes naturales y la precipitación pluvial. Los trabajos de perforación carecían de técnicas especializadas y pruebas de capacidad, por lo cual muchos eran inutilizados y abandonados en corto tiempo. En principio, la cuestión no era el volumen extraíble, sino el diseño y la estructura interna del pozo (Fig. 4)⁸.

6. A principios de 1990 este sistema aportó más del 75% del agua extraída para el agro, debido a sus menores requerimientos de escala y capital.

7. Biblioteca de Aguas Subterráneas (BAS), Inventario de aprovechamientos superficiales y subterráneos para riego en Guanajuato, clave 1735, 1969.

8. Ejemplo de ello fue el acuífero de la ciudad de Celaya, donde se explotaban 470.000.000 m³ anuales frente a un abatimiento de 1 a 2 metros en los dos ciclos agrarios (GUZMÁN RAMÍREZ, 1975). También el valle de León ha sido un caso representativo de agotamiento hídrico, pues entre 1948 y 1982 los pozos pasaron de una profundidad de 85 m a 250 m, siendo cada vez menos redituables para el sector agro. La carencia en los niveles dinámicos y en su potencialidad se manifestaba en los riesgos productivos y la búsqueda de nuevas zonas de sondeo. BAS, Informe Final del Estudio de la Cuenca Grande del Río Laja, clave 0502, ID 5678, 1971; Actualización del Estudio Geohidrológico del Valle de León, clave 0510, ID 5259, 1982.

La rentabilidad de los pozos del Bajío en comparación con otras áreas agrícolas mexicanas fue uno de los primeros inconvenientes señalados por los ingenieros, quienes destacaban que zonas más áridas, como Baja California y la costa de la ciudad de Hermosillo, tenían índices de aprovechamientos superiores debido al equipamiento, diseño y manejo de las perforaciones. La innovación tecnológica, la dotación y la localización de los pozos determinó el caudal aforado (litros) en proporción a las hectáreas beneficiadas o superficies sembradas. El escurrimiento original de agua disminuía como resultado de la suspensión y apertura inmediata, y de las distancias próximas de las nuevas norias⁹.

La demanda de agricultores fue justificada por el imperativo marco de desarrollo estatal (la agricultura comercial era una pieza clave para la industrialización y la consolidación del mercado externo) y los avances incipientes del conocimiento hidrogeológico que en los primeros años desconocía la naturaleza misma de los mantos freáticos¹⁰. Las preocupaciones por la conservación eran pocas frente al creciente impulso agrario y el entusiasmo de los pequeños propietarios y ejidatarios ante el establecimiento de las primeras agroindustrias. La apertura de pozos se convirtió en una necesidad para lograr la productividad y la economía rural. Si bien las solicitudes en el Bajío provenían en un 70% de ejidatarios, el uso per cápita del agua era mucho mayor en el productor privado (Castillo, 1956)¹¹. Los municipios que aglomeraron la superficie irrigable en propiedades privadas detentaron un número mayor de equipos de bombeo (Silao, León, Irapuato, Celaya, Abasolo), que dados sus costos y los mecanismos de financiamiento dominantes no era una alternativa factible y generalizada para todos los productores (Tabla 4).

La expansión del riego por bombeo se infiere por el número de peticiones realizadas ante los agentes gubernamentales para autorizar perforaciones y acceder a los subsidios y equipos, así como por las acciones llevadas a cabo por los agricultores privados a través de contratos con empresas para realizar estudios de pozos y porte de electricidad; por ejemplo, se encuentra la Compañía Mexicana Perforadora de Pozos de Agua. También en la magnitud del proceso regional, es decir, el registro de al menos un equipo en todos los municipios. El creciente número de hectáreas favorecidas por el aprovechamiento de mantos subterráneos se convirtió en mecanismo de recuperación y garantía del recurso para el dinámico sector agropecuario (Barbosa, 1973; Comisión Nacional, 1975).

9. BAS, Estudio Cuantitativo de la Cuenca Alta del Río Turbio, clave 0499, ID 5258, 1982.

10. BIJLO, Informe de labores de SARH, México: Talleres de la Nación, 1975-1976.

11. Archivo Histórico General del Estado de Guanajuato (AHGEG), fondo Secretaría de Gobierno, Tercer Departamento, serie 3.53 Aguas, Guanajuato, exp. 1, 10 de febrero de 1968.

La importancia del empleo de las aguas del subsuelo fue paralelo al detrimento de la infraestructura y los grandes sistemas hidráulicos modernos de la región. Los distritos de riego para 1940 y 1950 representaron la apuesta del Estado en política de riego, empero mostraron a corto plazo varios problemas que impidieron un uso eficiente de las aguas superficiales. No se trataba entonces de la construcción de presas, vasos y redes de canales (Tabla 5), sino de su mantenimiento, revestimiento y ampliación con sistemas secundarios parcelarios que evitaran tanto la filtración del agua o pérdida hídrica como su mala distribución y concentración en ciertas unidades productivas beneficiarias por ubicación.

TABLA 5
Presas, captación y sistemas hidráulicos abajeños, 1940-1980

Vaso de abastecimiento	Estructura y material	Volumen máximo	Uso agropecuario (%)
Tepuxtepec		361.000	40
Solís		782.000	75
Yuriria		128.300	100
La Purísima		30.000	80
Allende		251.000	60
Vaso derivador	Estructura y material	Volumen máximo	Uso agropecuario
El Palote	Mampostería		
El Conejo	Mampostería		
Loma de Toro	Concreto		
Santa Julia	Mampostería		
Markazuza	Mampostería		

Fuente: elaboración propia con base en BIJLO, Informe de Labores de la SRH del 1 de septiembre de 1974 al 31 de agosto de 1975; Archivo Histórico del Agua (AHA).

En la década de 1970 los programas de rehabilitación y los estudios hidrológicos realizados por la SRH evidenciaron que, pese al incremento de las partidas para inversión en obras, construcción de vasos derivadores y la ampliación de drenes o canales, la capacidad útil de las presas se encontraba muy por debajo del nivel máximo almacenable, incluso en años de lluvias regulares. Además, la falta de recuperación de los proyectos imposibilitaba la retención adecuada de los escurrimientos y mantener el volumen de agua requerida por la actividad agrícola en crecimiento. Es decir, el número de predios irrigados aumentaba y la cantidad de agua disponible parecía estancada, lo cual justificó la difusión e importancia de la pequeña irrigación y los sistemas de bombeo como pieza medular de las tecnologías de manejo y control del agua en el Bajío (Camargo, 2024).

3.2. Los pozos como alternativa frente al agua requerida para el campo y la ciudad

El riego por pozos fue una alternativa que implicó un valor significativo sobre el gasto total de la producción. La perforación, equipo, líneas de transmisión y los canales de conducción sumaron para 1950 una erogación promedio de 4.000 a 5.000 USD por pozo, sin incluir el costo variable de la energía eléctrica o gasolina, y la cadena de inversión en su mantenimiento y operación eficiente (reparaciones y refacciones). El agua ha representado en promedio entre un 25% y un 30% del monto total destinado por ciclo productivo¹². Pese a ello, su rápida difusión representó una reconfiguración de los sistemas hidráulicos y el despliegue de otras innovaciones fomentadas a partir de los años sesenta. Los riegos auxiliares y oportunos modificaron el calendario agrícola y mejoraron la madurez y desarrollo de la planta conforme su ciclo vegetativo, puesto que el coeficiente y lámina de agua con la incorporación del bombeo se redujo frente al método de aniego o rodada.

En las cuencas se proyectaron estudios geohidrológicos de aguas del subsuelo a partir de 1969. Su objetivo era tanto valorar los aforos, regímenes de operación y valores de explotación como determinar la finalidad en su uso a nivel territorial. Es decir, delimitar las áreas de riego industrial, doméstico y agrícola conforme la capacidad del acuífero (Tabla 6). A través de un análisis desagregado por acuífero se advierte la inserción más temprana al riego por bombeo en unidades agrícolas donde la dotación de proyectos de gran irrigación fue más tardía, y la locación de agroindustrias y corredores empresariales más rápida; por ejemplo, Celaya, el valle de Silao, y el caso del valle del río Turbio, donde su análisis se direccionaba hacia la demanda urbana de la ciudad de León y la generación de reservas hídricas para su creciente desarrollo demográfico e industrial¹³.

TABLA 6
Uso sectorial del agua subterránea (%)

Década	Agrícola	Urbano/doméstico	Industrial
1960	86	10	4
1980	82	12	5
1990	75	14	11

Fuente: elaboración propia con base en BAS, clave 1630, Alto Río Lerma, 1979; Wester (2008).

12. AGHEG, Siglo xx, Tercer Departamento, Aguas e Irrigación, 3.43, Guanajuato, 3, 16 de febrero expediente relacionado con maquinaria para perforación de pozos 3.43, 2, 17 de junio de 1949.

13. BAS, claves 0499-0516, 0621-0642, 0762-0783, Guanajuato, Michoacán y Querétaro. Archivo Histórico del Agua (AHA), fondo Infraestructura Hidráulica, caja 522, exp. 14903, 1980.

Cabe preguntarse: ¿por qué no se utilizaron los acuíferos próximos a las ciudades para su propio consumo? Esto tiene relación con el direccionamiento de los volúmenes aprovechados desde mediados de siglo, cuando el riego por bombeo fue fundamental para las dinámicas agropecuarias. Entre 1950 y 1990 los mantos freáticos se destinaron entre un 65% y un 80% a irrigación del campo. Por tanto, fue reducido el volumen destinado a abasto de agua potable, lo que causó rápidamente una competencia entre el mundo rural y el urbano por la explotación del recurso. Competencia que provocó la proliferación de pozos y abatimientos piezométricos adicionales, los cuales incrementaron de manera gradual el costo e inversión en dotación de agua por hectárea.

La experiencia tecnológica de ciudades como Celaya, León e Irapuato motivó la construcción ininterrumpida de pozos, apoyada en los créditos otorgados por los bancos estatales y la oferta de equipos por parte de empresas norteamericanas, que proporcionaban insumos especializados y adaptados a diferentes condiciones geológicas (Wolfe, 2017). De igual forma, el presupuesto promedio para la rehabilitación de los pozos entre 1965 y 1970 se concentró en esas urbes, en función de la mayor cooperación de los productores, el tipo de cultivo, las hectáreas a irrigar y los encadenamientos establecidos¹⁴.

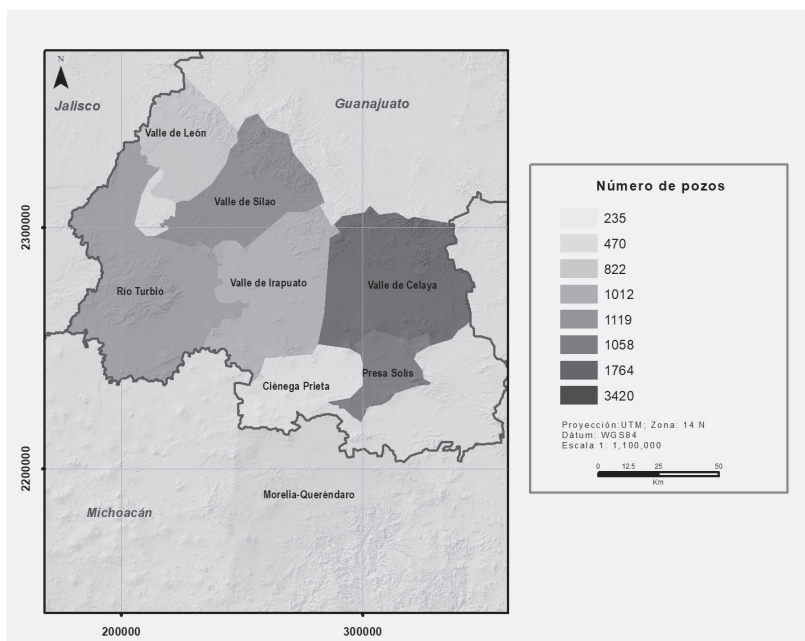
La extracción del recurso en el corredor de León-Salamanca-Celaya era abundante, con profundidades hasta de 182 metros, así que la explotación de los mantos freáticos fue rápida (Aguilar Sánchez, 1997). En diez años, el número de bombas pasó de 2.178 en 1950 a 55.350 equipos en 1960, lo que ubicaba al Bajío como el tercer espacio agrario con mayor registro a nivel nacional (Gutiérrez, 2017)¹⁵. Además de este indicador, las solicitudes a gobernadores por parte de agricultores privados y ejidatarios mantuvieron la misma tendencia. El problema de este incremento desaforado de explotaciones subterráneas fue que su aprovechamiento inició y se intensificó con un gran descono-

14. Según la SARH (1960-1975) se destinaba a la cuenca del Lerma conforme presupuesto fiscal un monto anual de 47.000 USD para rehabilitación y profundización de las perforaciones, de dicha suma el 56% eran costos cubiertos en cooperación. El costo de los pozos representó tanto para el gobierno como para los usuarios una alta inversión; en el Valle de Celaya y León se registraban los montos más altos debido al tipo de cultivo y el total de hectáreas irrigables. Biblioteca Ing. José Luis de la Loma y de Oteyza, Informe de Labores de la SARH, México: Talleres de la Nación, 1961-1976; AHGEG, fondo Secretaría de Gobierno, Tercer Departamento, serie 3.53 Aguas, Guanajuato, exp. 1 y 2, 10 de abril de 1969.

15. El total de equipos de bombeo en México para 1950 fue 26.340; en 1960 esta cifra se incrementó a 680.501 (Guanajuato concentró en promedio el 8% del valor nacional). En cuanto a número de pozos, el país registró en este último año 550.477 perforaciones, de las cuales en Guanajuato se ubicaron un 9% (46.275), por debajo de Coahuila, Chihuahua y Sonora. Dirección General de Estadística, Tercer censo agrícola ganadero y ejidal. Resumen General, México, DF, Secretaría de Economía, 1956; Dirección General de Estadística, IV censos agrícola ganadero y ejidal. 1960; Resumen General, México, DF, Secretaría de Economía, 1965.

cimiento sobre la magnitud de los mantos, su capacidad de recarga y sus circunstancias geológicas, lo que llevó a abatimientos tempranos y vedas en algunos municipios, como los de León y Celaya (Fig. 5).

FIGURA 5
Densidad de explotación y perforaciones por acuífero abajeño, 1970-1990



Fuente: elaboración propia con base en BAS y datos de Conagua.

Las irregularidades en el control de aguas del subsuelo se verificaron desde fechas tempranas, pues el problema no fue la perforación de norias en áreas altamente productivas, sino el descuido de las autoridades en su ubicación. Las quejas de los agricultores en 1960 eran acerca de la apertura de entre tres y cuatro pozos a distancias muy cortas (menos de 500 metros), generando así una sobrecarga natural del recurso y, con ello, el deterioro de los parámetros de calidad, intrusión y salinización del suelo. En aquel momento parecían ser más importante los cultivos y su rentabilidad dadas las condiciones de compra impuestas por las agroindustrias. Otro motivo de preocupación era la proyección y concesión de pozos en unidades agrícolas con suficiencia de aguas superficiales, pese a que la normativa prohibía el uso mixto de fuentes de agua¹⁶.

16. AHGEG, fondo Secretaría de Gobierno, Tercer Departamento, serie 3.53 Aguas, Guanajuato, exp.1, 10 de febrero de 1968; BIJLO, Informes de la SARH, 1970-1975.

En 1980 el promedio de pozos en funcionamiento era de uno por cada kilómetro, y la mayor concentración se situaba en el valle de Silao y León, el acuífero Ciénega Prieta, la cuenca del Turbio y la zona colindante a Celaya. Estos alumbramientos fueron las principales obras de extracción del agua subterránea. La densidad de los aprovechamientos y el incremento del volumen extraíble sirven como indicadores del agudo proceso de sobreexplotación, dependencia y contaminación que actualmente presenta la región. Aunque de manera temprana se reiteraba la obligación de usar métodos de riego más eficientes para preservar el líquido, la realidad del mundo rural muestra que las técnicas mencionadas tienen poco tiempo en su difusión y adopción (Tabla 7).

TABLA 7
Pozos y capacidad hídrica extraíble por acuífero, 1970 y 1990

Zona geohidrológica	Municipios	1970	Volumen extraído	1990	Volumen aprovechado
Celaya y La Laja	Apaseos, Celaya, Comonfort, Cortázar, Juventino Rosas y Villagrán.	2.341	241.000 mm ³	3.420	1.051.000mm ³
Río Turbio	Pénjamo, Cd. Manuel Doblado, Abasolo.	396		1.058	54.483 mm ³
Valle de Irapuato	Irapuato, Pueblo Nuevo y parte de Salamanca.	807		1.012	
Ciénega Prieta	Yuriria, Jaral del Progreso, Moroleón, y Santiago Maravatío	97	28.000 mm ³	235	79.044 mm ³
Presa Solís	Acámbaro, Tarimoro, Salvatierra y Valle de Santiago.	1.139	310.000 mm ³	1.764	618.000 mm ³
Valle de León	León, San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón.	749	173.320 mm ³	822	462.000 mm ³
Valle de Silao	Cuerámara, Romita, y Silao	945	157.000 mm ³	1.119	253.000 mm ³
Morelia-Queréndaro	Cuitzeo, Álvaro Obregón, Morelia, Queréndaro, Zinapécuaro.	303		470	90.597 mm ³
Total		6.777		9.900	2.628.124 mm ³

Fuente: elaboración propia a partir de BAS, Informes y estudios geohidrológicos de los acuíferos abajeños, 1979, 1985, 1990.

3.3. ¿Restricciones para quién o para qué? Falta de gobernanza de los acuíferos

La localización de los pozos, las solicitudes elaboradas por ejidatarios y productores privados y la superficie beneficiada con mantos subterráneos indican que las vedas tempranas emitidas por el gobierno federal tuvieron poco efecto. En la región central de la cuenca del Lerma (el corredor comprendido entre León-Silao-Irapuato-Sala-

manca-Cortázar y Celaya), su uso se incrementó de manera acelerada en las unidades productivas, donde las restricciones eran muy rígidas. Esto conforme a las pretensiones legales del Estado mexicano, cuyo objetivo fue detectar los sitios con escaso contenido del recurso y así racionar su explotación¹⁷.

La iniciativa institucional en el caso del agua subterránea se puede resumir en cuatro marcos legales. Los dos primeros, de 1946 y 1948, definieron la exploración del subsuelo como un elemento tecnológico con libre derecho de ejercerse por parte de los productores. El de 1956 limitó el libre alumbramiento al interés público y las condiciones geológicas del acuífero, y concretó las zonas de veda y el conocimiento técnico para la apertura y manejo de pozos¹⁸. Sin embargo, su centralización y control no fue factible a causa de la dificultad de conocer la capacidad de los acuíferos y sus volúmenes máximos extraídos, así como por el discurso contradictorio del Estado, que privilegiaba la modernización agrícola y las iniciativas empresariales sobre la protección del recurso. Se promovió el uso intensivo de dichas aguas para abastecer a las unidades más tecnificadas en materia agronómica, química y mecánica (Domínguez, 2019; Domínguez & Carrillo, 2007; Marañón & Wester, 2000).

Aunque estas vedas se extendieron al área de Yuriria, Valle de Santiago y Acámbaro, no se limitó en la práctica agrícola el acceso a dichos mantos; por el contrario, se evidencian perforaciones clandestinas y a mayor profundidad en norias ya existentes, y un registro creciente de pozos a distancias menores de 500 metros en los campos abajeños, muchos avalados por los gobiernos locales, quienes accedían a los permisos presentados por productores (Tabla 8). Incluso en años posteriores a las vedas, los informes del Comité Lerma-Chapala demuestran que en menos de cinco años (1965-1970) se otorgaron 1280 permisos, de los cuales un 50% era para obras nuevas, un 25% para reposiciones de pozos y el otro 25% para profundizaciones¹⁹. La falta de una regulación se demuestra en el poco efecto que tuvieron las decenas de decretos promulgados entre 1948 y 1983, año en el cual todo el territorio del Bajío fue sometido a restricción (Guerrero, 1999).

17. AHGEG, fondo Secretaría de Gobierno, Tercer Departamento, serie 3.53 Aguas, Informes de Pequeña Irrigación, 1969-1970.

18. La última normativa fue la más clara en el tipo de restricciones: para el Bajío, los decretos enunciaron dos zonas, la uno en donde ya no es posible incrementar la extracción, pues se agotaba y ponía en riesgo los mantos freáticos, y la tres, que era más flexible en cuanto a la finalidad de la extracción.

19. Relacionados con perforación de pozos en zonas libres y restringidas. AGHEG, Siglo xx, Tercer Departamento, Agua e Irrigación, 3.53, exp. 1, 26 de enero de 1966.

A pesar de los esfuerzos para limitar el uso de aguas del subsuelo, el número de pozos se duplicó entre 1950 y 1990. La experiencia abajeña demuestra las contracciones entre la política y las transformaciones económicas impulsadas por los mismos gobiernos, o el conflicto de intereses presente por el marcado avance tecnocientífico del sector agrario, la consolidación de un Estado capitalista y la preocupación de los ingenieros sobre el volumen y ritmo del bombeo, así como sus consecuencias económicas y ecológicas en corto plazo (Moreno, 2000).

TABLA 8
Registro de vedas y características de las perforaciones
en mantos subterráneos, 1980

Nombre	Año de veda	Profundidad media	Abatimiento promedio anual
Valle de León	25 de octubre de 1948	200 m	1,3-4 m
Valle de Celaya	29 de octubre de 1952	150 m	
Ciénega Prieta	5 de junio de 1957		1,5-2,5 m
Irapuato	6 de diciembre de 1958		
Valle de Silao	12 de junio de 1958	100-120 m	1-3 m
Río turbio	1970	80-100 m	1-1,5 m
Presa Solís y Valle de Acámbaro	14 de noviembre de 1983	150-200 m	0,5-1,5 m
Morelia-Queréndaro		40-50 m	Sin registro
Valle de Querétaro y San Juan del Río	19 de diciembre de 1964		

Fuente: elaboración propia con datos de Conagua, Gerencia de aguas subterráneas.

La modernización agrícola marcada por las tendencias del mercado interno y externo repercutió en el deterioro de los acuíferos. La ampliación de la frontera agrícola y la modificación en el uso del suelo, visto desde el paisaje agrario imperante en la región, en donde subsiste un área cerealera, zonas de ganadería intensiva y demanda alta de cultivos forrajeros y unidades productivas destinadas a la agroexportación, fueron resultado de los niveles de irrigación aportados por los pozos. En estudios de la SARH en 1965 el 32% de la superficie regable (7.000 hectáreas) provenía de recursos del subsuelo, tres décadas después (1990) se incrementó a un 60% sobre el total de la agricultura de riego (Tabla 9).

El Bajío guanajuatense tuvo un coeficiente de riego de una hectárea por cada dos de temporal. Este parámetro cambió a partir de 1990 cuando la superficie irrigada fue equiparable a la de temporal. La distribución del agua se concentró en cultivos como maíz, sorgo, trigo y alfalfa, que ocuparon entre un 70% y un 80% del total de las hectáreas de riego. Las hortalizas y cultivos de exportación parecen marginales si centramos la atención en unidades productivas ocupadas, mas no si analizamos los rendimientos, así como el incremento de tierras cosechadas en la década 1980-1990, cuando el total

de hectáreas se multiplicó por cuatro, y la apuesta por los agricultores se justificó en la productividad (de tres a cinco veces mayor) y valor que representaban frente a cereales y forrajes básicos.

TABLA 9
Incremento de la superficie irrigable a base de pozos
en la cuenca hidrológica del Bajío, 1960-1990

Año	Superficie irrigada con bombeo	Superficie irrigada con presas	Área de riego total	Pozos perforados
1960	73.400	158.600	232.000	2.000
1980	105.000	195.000	300.000	9.500
1990	250.000	198.000	448.000	16.500

Fuente: elaboración propia con base en Marañón (2000) y Hootgester (2020).

TABLA 10
Agricultura de temporal y de riego:
superficie cosechada por tipo de cultivo, 1970-1990

Tipo de cultivo	1970		1980		1990	
	Temporal	Riego	Temporal	Riego	Temporal	Riego
Total	838.875	133.039	465.282	288.780	486.794	466.275
Granos	838.875	97.822	460.796	235.292	472.791	355.747
Forrajes		24.985		37.973		42.491
Hortofrutícola		10.226	4.486	15.520	14.003	68.037

Rendimiento promedio por cultivo (t/ha)

	Granos	Riego
Maíz		3,20
Sorgo		6,19
Trigo		3,70
Forrajes		
Alfalfa		71,00
Hortofrutícola		
Ajo		5,20
Cebolla		13,15
Chile Verde		7,19
Fresa		13,10
Jitomate		19,40

Fuente: elaboración propia con base en INEGI, Anuario estadístico de Guanajuato, t. III, 1984; INEGI, Anuario estadístico de Guanajuato, 1992.

Además de la ilegalidad, otra problemática de la región ha sido la eficiencia de los pozos. En 1980, el 30% requería con urgencia rehabilitar los equipos de bombeo y accesorios, pues el suministro de agua se encontraba muy por debajo del consumo promedio en las

unidades irrigables. A su vez, el costo de la energía en los sistemas de bombeo representaba un gran peso en el valor global de extracción, lo que repercutía en la rentabilidad agrícola. El uso eficiente ha dependido de la preparación técnica de los usuarios y de las diferencias considerables entre los niveles de recarga del acuífero y el volumen real explotado, tal como se observa en la Tabla 11 (García García, 1997).

Como en otras regiones del mundo, la crisis hidrológica y los conflictos socioambientales derivaron de la poca gobernanza y las carencias institucionales, que repercutieron en la mala cuantificación de las aguas, la falta de programas integrales en el manejo de los recursos, el desequilibrio entre la exigencia, consumo hídrico y el modelo productivo, y la centralidad de las aguas superficiales en el desarrollo de marcos legales (Kloster *et al.*, 2020).

TABLA 11
Diferencia entre el nivel de bombeo y recarga de los principales acuíferos, 1990

Zona	Recarga	Explotación	Déficit
Celaya y La Laja	518	641	123
Presa Solís	501	618	117
León	81	204	12
Silao	239	258	19
Río Turbio y Pénjamo	280	333	53
Ciénega Prieta	57	76	21

Fuente: elaboración propia con datos de BAS, Sinopsis geohidrológica del estado de Guanajuato, 1992.

4. EL RIEGO ABAJEÑO VISTO DESDE LAS VOCES CAMPESINAS

La crisis del recurso hídrico en la segunda mitad del siglo xx fue causada, en principio, por la explotación desmesurada de las fuentes superficiales, luego transitó al agotamiento y contaminación del recurso subterráneo. Los peligros de abatimiento estuvieron por debajo del impulso que se dio al bombeo, tanto por la iniciativa privada como por los gobiernos locales y la federación. La tecnología de extracción fue vista desde la oportunidad de negocio y el suministro a una producción agrícola en expansión (Seguin, 2006; Wolfe, 2014). En esta sección nos proponemos mostrar las considerables diferencias en el suministro y abasto del recurso, las vías legales e ilegales de las concesiones de pozos, la operatividad en la transferencia de agua hacia la parcela y las múltiples tácticas implementadas por los actores para hacer frente a la problemática. La idea es contrastar el escenario de estrés hídrico con la visión y experiencia de los regantes, quienes finalmente han asumido los desafíos causados por la sobreexplotación de los mantos y el control (renta) del agua.

En efecto, los productores señalan que, ante la carencia de agua en las presas, sus bajos niveles de recuperación, la urgencia en los tiempos de siembra y los requerimientos del ciclo agrícola, la perforación de pozos fue una alternativa eficaz para hacer frente a años de sequías: «[...] aunque pocos en principio, ayudaron a fortalecer la planta, minimizaban el riesgo, las pérdidas de dinero, alternaban tres fuentes distintas: la lluvia, la de la presa, y la del subsuelo, permitían brindar a la semilla el recurso necesario para su crecimiento» (Javier Valdez Ruíz, comunicación personal, ejido El Español, municipio de Acámbaro, 02/03/2024).

El uso de aguas de subsuelo vía perforaciones representó un instrumento rápido de acceso al agua para riego de las parcelas abajeñas. Sin embargo, la flexibilidad inicial en los permisos y el bajo nivel de regulación en cuanto a la estructura, profundidad y volumen de los pozos llevaron a su apertura indiscriminada. Las restricciones impuestas (vedas y trámites institucionales) no fueron un obstáculo para el aprovechamiento intensivo de nuevas corrientes. Los productores señalan que, a pesar de los costos y marcos legales paulatinamente establecidos tanto por la federación como por el Estado, muchos optaron por pozos clandestinos, incumpliendo con las condiciones de funcionamiento autorizadas: de 4 a 8 pulgadas en una distancia mínima promedio de 800 metros, con un caudal de bombeo aproximado de 40 a 50 litros por segundo en beneficio de una superficie de 40 a 50 hectáreas. Al respecto, un informante señaló:

«Yo he leído y he visto que a Guanajuato se le restringió mucho y desde muy temprano el uso de pozos. Sin embargo, se siguieron solicitando y se siguieron autorizando. Había cierta flexibilidad, sobre todo de los gobiernos locales, de los estados. Quienes gestionaban ante el federal el apoyo para que se pudiera perforar. La secretaria te pedía dejar algunos 500 metros de distancia entre uno y otro, para que no se le pegue a la corriente, pero, eso al igual que a los volúmenes no se les prestaba mucho caso, lo importante era pagar y comprar los metros cúbicos, incluso en pozos con concesiones máximas de 20.000 metros, uno iba y pedía ampliarlas sin problema alguno» (Pedro Marcos Martínez, comunicación personal, ejido San Nicolás de los Agustinos, municipio Salvatierra, 25/03/2024).

Según la experiencia de los productores, la sobreexplotación de las aguas subterráneas obedeció a la ilegalidad, la clandestinidad y la falta de tecnologías que asistieran a un uso más eficiente del recurso hídrico en los núcleos rurales. A esto, le suman los problemas de corrupción y renta hídrica presentes en la región, derivados de la escasez e insuficiencia de agua para suplir la demanda anual, así como la falta de organización social. En comunicación personal, Gerardo Serrato Ríos dijo:

«El gobierno ha venido entregando por decirlo así el agua a nosotros, el problema no es ese, en realidad es la corrupción en la distribución y la falta de organización para hacer llegar el agua, un pozo tiene y un canal puede ir llenito, pero nosotros no nos ponemos de acuerdo para utilizarla de forma correcta, nos prestamos a los juegos del gobierno que beneficia a las ciudades, y no al campo, además echamos el agua rodada sin cuidar el terreno, donde se requiere más, sin tecnología o herramientas para regularla, se pierde mucha» (Gerardo Serrato Ríos, comunicación personal, ejido San Nicolás de los Agustinos, municipio de Salvatierra, 25/02/2024).

Además, consideran que el agotamiento de los mantos sumado a los nuevos regímenes de acceso al recurso a nivel parcelario han transformado el riego en un gasto considerable, ya sea por el precio unitario y global de la energía eléctrica, la inversión en el mantenimiento de los pozos, el costo promedio de hora o hectárea regada, o por las contribuciones de los regantes para la conservación de marcos, bordos y canales. Dicho escenario de dependencia hídrica y erogación conllevó desde 1970 y 1980 a una nueva reconfiguración del patrón de cultivos en los ejidos y propiedades agrícolas abajeñas. Al respecto, José García Coronas apuntó:

«Ya los cultivos no son los tradicionales de como antes, ahora ya se siembra mucha hortaliza, algunos optan por cebollas, otros zanahorias, chiles, brócoli, incluso por Cupareo melones y sandías. Ante la falta de agua de presa, y la difusión de los pozos todos dejamos de sembrar lo que manejaban los papas de nosotros como maíz, frijol, empezamos mejor con el trigo, los tomates, fuimos cambiando nuestras siembras y nuestras formas de producir evolucionaron, uno se copia mucho del vecino, con que una persona empezara, el otro también y así se fue ampliando, los cultivos se cambiaron para que rindiera más y así ganar mejor para sufragar los gastos, al principio esa era nuestra idea» (José García Corona, comunicación personal, ejido El Potrero, municipio de Salvatierra, 25/05/2024).

Estos nuevos productos en principio compensaron y justificaron la introducción del bombeo como principal fuente de agua local, pues mostraron ventajas comparativas, competitividad y rentabilidad para la actividad agraria regional a corto plazo. Empero, este ambiente provechoso y redituable entre pozos-cultivos hortofrutícolas fue reduciéndose, ya que el incremento de la demanda de agua no podía suplirse con la cantidad disponible, lo que provocó que la competencia de los regantes por el control del recurso fuera mayor y se emplearan sin control los mantos freáticos (nivel estático y profundidad de las perforaciones). Socorro Pérez Leyva en comunicación personal dijo:

«Con los nuevos cultivos aunque haya lluvia, los pozos están funcionando todo el año, por dos cosas, no es suficiente el agua para la humedad que necesitan las plantas (frutas, legumbres), eso hace que se gaste más dinero y agua, y otra porque con la creación de las agroindustrias que nos compran las cosechas, uno no puede usar agua de presa, solo te reciben si es con bomba, entonces eso nos obliga a pagar más para cumplir con todos los riegos que se necesitan durante el ciclo agrícola, entonces ahora consumimos más agua, invertimos más en ella y nos peleamos por ella, no es suficiente lo que llueve ni lo que tenemos» (Socorro Pérez Leyva, comunicación personal, ejido Xocoxtla, municipio de Yuriria, 10/06/2025).

Así pues, los ejidatarios coinciden que el contexto de escasez se mostró de manera temprana debido a varios factores: reducción en los registros pluviales que implicaron constantes sequías; mayores cantidades de recurso utilizadas por los regantes en función de nuevos cultivos y estándares del mercado nacional e internacional; manejo ineficiente por parte de los usuarios; y la visión rentística sobre el agua, lo planteado en otras regiones latinoamericanas como renta hídrica (Riera, 2021).

5. CONCLUSIONES

La infraestructura de riego, y en general la política de irrigación regional, atendió a intereses mancomunados de los gobiernos locales y la federación, centrados al principio en la promoción y desarrollo de grandes sistemas hidráulicos que atendieran las necesidades y demandas del sector agrario e industrial. En el periodo abordado, se refieren dos momentos y perspectivas de la política económica vinculada al agua y riego. El primero entre 1940-1980, y el segundo después de 1980 hasta nuestros días. Durante el primer momento el discurso nacionalista reivindicó la defensa de los recursos y legitimó la centralización institucional en el manejo hídrico. Mientras que la gestión e intervención estatal en la materia se basó en el presupuesto destinado a su administración, cuidado y distribución. Si bien la regulación respondió a diversos intereses, se mantuvo la lógica de aprovechamiento, otorgamiento y transmisión del agua, imponiendo así un modelo de uso y gobernabilidad que, a nivel del Bajío, presentó nulas expresiones de resistencia por parte de los usuarios.

En el segundo momento, a partir de 1980, la historiografía señala cómo se modificó el régimen jurídico del agua y la preocupación del Estado por su preservación, más allá de la definición de los derechos del agua y las convenciones formales en torno a su explotación. Se creó un mercado alrededor del recurso, derivado de la transferencia a los

regantes y la nula fijación de las condiciones sobre las cuales operarían. Dicho mercado ha conllevado la paulatina comercialización del agua, la mayor participación del sector privado y su fijación como un bien económico.

El agua subterránea no ha sido visible por las políticas de gestión y gobernanza; pese a ello, se evidencia la importancia para el devenir agrario y la necesidad de explicarla acorde a sus problemáticas, manejos parcelarios y estudios hidrogeológicos oficiales. El caso abajeño muestra la importancia de emprender investigaciones sociales sobre el agua desde el ámbito local, que ratifica el problema hídrico en disponibilidad y volúmenes explotados. Además, ejemplifica la existencia de experiencias heterogéneas y procesos y conflictos particulares alrededor del recurso hídrico. A su vez, expone las extendidas desigualdades en su acceso y consumo dentro de los núcleos urbanos y rurales.

El marco espacial de los acuíferos, sus restricciones y funcionamiento contrastan con las prácticas económicas, sociales y las justificaciones en el uso del agua del subsuelo. La perforación de pozos en el Bajío, así como en otras partes de México, estuvo ligada a la consolidación del modelo intensivo agrícola y las demandas de regímenes hidráulicos más eficientes en función de los procesos de tecnificación y diversificación agraria. Abordar la especificidad de los mantos subterráneos es fundamental dado el desconocimiento en diversas escalas en cuanto a usuarios, tipo de propiedad, derechos, usufructos y condiciones endógenas. Así pues, la justificación temprana (1950) en la explotación de dichos mantos se centró en el estrés hídrico, su impacto en materia de productividad y detrimento de los procesos de integración agro e industria, fundamentados en cultivos comerciales y nuevas prácticas agronómicas, genéticas y productivas.

La transición y la complementariedad entre las aguas superficiales y subterráneas constatan la delgada línea entre los términos formales, la figura jurídica de explotación y los registros privativos de ilegalidad, control y negocio en el aprovechamiento del recurso. Asimismo, evidencian un incremento excesivo en las cantidades extraídas, sobre todo en aquellas zonas con mayor número de restricciones, en donde se ha concentrado el desarrollo urbano, el dinamismo económico y la producción agrícola moderna de la región, que demanda altos volúmenes de agua conforme los estándares del mercado. La disponibilidad de los acuíferos y mantos del subsuelo para usos diferentes al riego y abasto agrario-rural también explica la crisis y contaminación de las aguas, dado su empleo desmedido, el aumento en los niveles de las perforaciones y la apertura justificada de pozos para cubrir las necesidades domésticas e industriales en una época de modernización abanderada por el Estado.

Los mecanismos de explotación de los mantos subterráneos en el Bajío se caracterizaron en principio por el desconocimiento tecnológico, de volumen y localización del pozo; el entusiasmo de los productores frente al agua del subsuelo visto desde las solicitudes y crecimiento en número de las perforaciones, equipos y aforos; la mejora en las condiciones de la planta y las posibilidades de implementar otro tipo de cultivos en dos ciclos al año derivados del riego oportuno; y el alto consumo del recurso como resultado de la nueva estructura agraria de la región, donde se percibe un suplemento de cereales con productos hortofrutícolas de exportación.

La tendencia hacia cultivos más rentables estuvo sujeta tanto a la oferta hídrica y el incremento en el número de pozos como al establecimiento de corredores agroindustriales, que crearon en su momento condiciones de mercado y áreas de negocio promotoras. El período abordado corresponde al inicio de una nueva tendencia y trayectoria agrícola en la región, marcada por los rendimientos, los cambios en el uso del suelo, un retroceso en calidad de los recursos naturales y mayores factores de riesgo para los agricultores. Aun así, se ha sostenido en cuanto a tipos de cultivo, fuentes de agua, secuencia de aplicación de innovaciones tecnológicas y cadenas o flujos comerciales.

Si bien los productores reconocen las ventajas y la competitividad que en su momento brindó el agua del subsuelo, también argumentan cómo su acceso y provecho ha estado determinado por solvencia de capitales, relaciones de poder, regímenes de control inequitativos y falta de organización en las redes de distribución y las prácticas de irrigación en los espacios rurales. Lo anterior supone un análisis más profundo de las alternativas y estrategias planteadas por los regantes para adaptarse y afrontar los retos y contextos de sequía, baja calidad del recurso dado el creciente abatimiento del nivel de los pozos y su efecto en el suelo y condición de las plantas, y las exigencias de los mercados agroindustriales en materia de patrones de cultivo.

Dichas estrategias han surgido en un escenario de exclusión de la mayoría de los ejidatarios a las fuentes y tecnologías de riego, y de privatización del agua por parte de los concesionarios de los pozos, más allá de su definición legal como un bien de la nación. Es decir, el control y los mecanismos de aprovechamiento de los mantos del subsuelo han agudizado las brechas productivas, y con ello han transformado el recurso hídrico en un eje de competencia económica de los actores inmersos en el paisaje agrícola regional. El acaparamiento de las tecnologías de riego y el acceso restringido al recurso, supeditado a capitales, rentas y estructuras de poder, ha provocado mayores desigualdades productivas al interior de los ejidos, lo cual ha motivado procesos migratorios y de terciarización de los campesinos, así como procesos de arrendamiento y sistemas de contrato de las parcelas a complejos agroindustriales que dominan

los patrones de producción local. Esto último es objeto de otra investigación, en la que se pretende demostrar los efectos del estrés hídrico regional en el tejido social y productivo; en particular, los procesos de desarraigo del campo y el abandono de las labores agrarias.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó como parte del programa de becas posdoctorales (DGA-PA-UNAM), en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la UNAM. Nuestro reconocimiento a los evaluadores anónimos y al equipo de redacción de *Historia Agraria* por su puntual seguimiento del texto. Nuestros agradecimientos a Magdalena Bonilla por su paciencia y cariño, a colegas y amigos que nos han acompañado a lo largo del trabajo.

REFERENCIAS

- ABOITES, Luis (2009). *La decadencia del agua de la nación: Estudio sobre desigualdad social y cambio político en México, segunda mitad del siglo XX*. El Colegio de México.
- ABOITES, Luis (2020). *La caída del algodón en México (1957-2020)*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- AGUILAR SÁNCHEZ, Genaro (1997). Cambios tecnológicos en la agricultura región Celaya, Guanajuato. *Revista de Geografía Agrícola*, (21), 79-88.
- AVELLA ALAMINOS, Isabel (1998). Los inicios de la agroindustria transnacional de frutas y legumbres en el Bajío. *Carta Económica Regional*, (62), 7-13.
- BARBOSA RAMÍREZ, René (1973). *El Bajío (uso de los recursos)*. Centro de Investigaciones Agrarias.
- CAMARGO, Yeniffer (2020). *El Bajío mexicano: La reconfiguración agrícola y pecuaria, redes y reconversión de su trayectoria productiva, 1940-1970*. Tesis doctoral inédita. Universidad Autónoma de Zacatecas.
- CAMARGO, Yeniffer (2023). La adopción del modelo de Revolución Verde en el Bajío mexicano: Fitomejoramiento y tecnificación 1940-1970. *Mundo Agrario*, 23(54), 1-17. <https://doi.org/10.24215/15155994e196>
- CAMARGO, Yeniffer (2024). El desarrollo agrario del Bajío, una visión regional de largo plazo: Tendencias y transiciones. *Oficio. Revista de historia e interdisciplina*, (19), 207-227. <https://doi.org/10.15174/orhi.vi19.11>
- CAMPOS, Agustín (1976). *El cultivo de espárrago en el Bajío del Estado de Guanajuato*. Tesis de ingeniería inédita. Universidad de Guadalajara.

- CASTILLO, Carlos (1956). La economía agrícola en el Bajío. *Problemas Agrícolas e Industriales de México*, VIII(3), 3-221.
- Comisión Nacional del Plan Hidráulico (1975). *Sobreexplotación del Agua Subterránea. Conferencias Internacionales*. Secretaría de Recursos Hidráulicos.
- DOMÍNGUEZ, Judith (2019). *La política del agua en México a través de sus instituciones, 1917-2017*. El Colegio de México.
- DOMÍNGUEZ, Judith & CARRILLO, José (2007). El agua subterránea como elemento de debate en la historia de México. En Alicia MEYER (Ed.), *México en tres momentos: 1810-1910-2010* (t. 2, pp. 177-203). Universidad Nacional Autónoma de México.
- DURAND, Jorge (2007). El programa Bracero (1942-1964). Un balance crítico. *Migración y Desarrollo*, (09), 27-43.
- ECHÁNOVE, Flavia (2000). La industria mexicana de hortalizas congeladas y su integración a la economía estadounidense. *Investigaciones Geográficas*, (43), 105-119.
- ECHÁNOVE, Flavia & STEFFEN, Cristina (2005). La sustitución del trigo por cebada en tierras ejidales de riego de Guanajuato, México: una alternativa efímera. *Cuadernos Geográficos*, (37), 135-151.
- GARCÍA GARCÍA, Eduardo (1997). El uso eficiente de la energía eléctrica en los sistemas de bombeo de agua subterránea en el Bajío. En *Memoria técnica XVIII Seminario sobre uso racional de energía* (pp. 629-637). Comisión Federal de Electricidad, FIDE.
- GARCÍA MARTÍNEZ, Bernardo (2008). *Las regiones de México: Breviario geográfico e histórico*. El Colegio de México.
- GÓMEZ CRUZ, Manuel (1989). Sistema agroindustrial de hortalizas congeladas en México. *Revista de Geografía Agrícola*, (13), 133-145.
- GUERRERO REYNOSO, Vicente (1999). Hacia una gestión integral, descentralizada y participativa del agua: Experiencia y propuestas del estado de Guanajuato. *Seminario sobre Enfoques Innovadores para el Manejo del Agua*. Comisión Estatal de Agua y Saneamiento de Guanajuato.
- GUTIÉRREZ, Netzahualcóyotl (2017). *Cambio agrario y revolución verde: Dilemas científicos, políticos y agrarios en la agricultura mexicana del maíz, 1920-1970*. Tesis doctoral. El Colegio de México.
- GUTIÉRREZ, Netzahualcóyotl (2023). La agricultura del maíz y el sorgo en el Bajío mexicano: Revolución verde, sequías y expansión forrajera, 1940-2021. *Historia agraria*, 91, 255-286. <https://doi.org/10.26882/histagrar.091e06n>
- GUZMÁN LÓPEZ, Miguel Ángel (2014). Guanajuato entre 1938 y 1949: Una década de crisis y cambio económico. *Oficio. Revista de historia e interdisciplina*, (2), 115-141.
- GUZMÁN RAMÍREZ, Hermas (1975). *Conservación y control de aguas subterráneas del Bajío, zona de veda Celaya, Guanajuato*. Tesis de licenciatura inédita. Universidad Nacional Autónoma de México.

- HOOGESTEGER VAN DIJK, Jaime (2004). *"The Underground": Understanding the Failure of Institutional Responses to Reduce Groundwater Exploitation in Guanajuato*. Tesis de maestría inédita. Wageningen University & Research.
- KLOSTER, Karina, TORREGOSA, María Luisa & BERTAIN, Beatriz (2020). El gobierno del agua subterránea. El caso del acuífero de Celaya. En David TAGLE & Alex CALDERA (Coord.). *Agua en el Bajío Guanajuatense* (pp. 107-138). Universidad de Guanajuato.
- KLOSTER, Karina (2017). Gobierno y lucha por el territorio político del agua en México. En María Luisa TORREGOSA (coord.) *El conflicto del agua. Política, gestión, resistencia y demanda social* (pp. 61-82). Flacso.
- KRUP, Samuel (2022). *The Uneven Role of Water Treatment in Responding to Environmental Injustice: Government-Funded Reverse Osmosis Facilities in Rural Northern Guanajuato*. Tesis de maestría inédita. The University of Arizona.
- MARAÑÓN PIMENTEL, Boris (2006). Tension between Agricultural Growth and Sustainability: The El Bajío Case, Mexico. *Human Development Report Office*, (49), 1-8.
- MARAÑÓN PIMENTEL, Boris & WESTER, Philippus (2000). Respuestas institucionales para el manejo de los acuíferos en la Cuenca Lerma-Chapala. *IWMI, Serie Latinoamericana*, (17), 1-45.
- MARTÍNEZ BORREGO, Estela & HERNÁNDEZ PÉREZ, Juan (2019). Integración comercial de los agricultores de la Zona Metropolitana de León, en Guanajuato. *Política y Cultura*, 52, 9-37. <https://doi.org/10.24275/MMJU7583>
- MÉNDEZ, Matías & MAGAÑA, Víctor (2010). Aspectos Regionales de las Sequías Meteorológicas Prolongadas en México y Centroamérica. *Revista del Clima*, 23(5), 1175-1188. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI3080.1>
- MORENO VÁZQUEZ, José Luis (2000). Conocimiento y estudios sobre el agua subterránea en la Costa de Hermosillo. *Región y sociedad*, XII(20), 75-110. <https://doi.org/10.22198/rys.2000.20.a745>
- MORENO VÁZQUEZ, José Luis (2006). *Por abajo del agua: Sobreexplotación y agotamiento del acuífero de la Costa de Hermosillo, 1945-2005*. El Colegio de Sonora.
- PEDROZA ORTEGA, Luis (2018). El Sistema Alimentario Mexicano: su acción en el campo y en la alimentación, 1980-1982. *Revista de Historia y Geografía*, (39), 21-48. <https://doi.org/10.29344/07194145.39.1691>
- RAMÍREZ VELÁZQUEZ, Blanca Rebeca & TAPIA BLANCO, José (2000). Tendencia regional de crecimiento urbano: el caso del Bajío. *Sociológica*, 15(42), 91-113.
- RIERA, Constanza (2021). La renta hídrica en el riego de cultivos extensivos en el norte de Buenos Aires (Argentina). *Revista CS*. (33), 275-299. <https://doi.org/10.18046/recs.i33.4044>

- RIVAS SADA, Eva (2010). *Cambio tecnológico, dinámica regional y reconversión productiva en el norte de México: La comarca lagunera 1925-1975*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- SCOTT, Christopher & DÍAZ, Rolando (2010). Derechos de Aguas Subterráneas en la Agricultura Mexicana: Distribución Espacial y Determinantes Demográficos. *El geógrafo profesional*, 62(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/00330120903375837>
- SCOTT, Christopher & SHAH, Tushaar (2004). Groundwater Overdraft Reduction through Agricultural Energy Policy: Insights from India and Mexico. *Water Resources Development*, 20(2), 149-164.
- SEGUIN TOVAR, Nathalie (2006). El riego por bombeo directo en el Distrito de riego 011, Alto Río Lerma. *Boletín del Archivo Histórico del Agua*, 11(34), 39-47.
- SOLÍS, Karol & CARBAJAL, María (2022). La Producción de Espárrago en Michoacán 2014-2020: Desconcentración Geográfica y Especialización Regional. *Paradigma económico. Revista de economía regional y sectorial*, 14(2), 133-161.
- TARRÍO, María & RUÍZ, Héctor (2000). Políticas agrarias y mercado de tierras: un estudio en el Bajío. En Concepción QUINTANAR & Jaime MATUS (eds.). *Estado, política y recomposición institucional en el sector rural en América Latina* (91-108). Colegio de Posgraduados.
- UNGER, Kurt, José, & Rafael GARDUÑO (2011). Especializaciones reveladas y ventajas competitivas en el Bajío Mexicano. *EconoQuanton*, 11(2), 41-74.
- URQUIJO, Pedro, BOCCO, Gerardo & BONI-NOGUEZ, Andrés (2017). New Rurality and the Experience of Place: The Small Rural Locality of La Niña, Buenos Aires, Argentina. *GeoJournal*, (83), 1301-1315. <https://doi.org/10.1007/s10708-017-9834-3>
- WESTER, Philippus (2008). *Derramando las aguas: Cambio institucional y control hídrico en la cuenca de Lerma-Chapala, México*. Wageningen University & Research.
- WESTER, Philippus & HOOGESTEGE, Jaime (2009). Uso Intensivo y Despojo del Agua Subterránea: Hacia una Conceptualización de los Conflictos y la Concentración del Acceso al Agua Subterránea. *Curso-Taller Justicia Hídrica*.
- WOLFE, Mikael (2014). Crisis del agua subterránea en México: Dinámica histórica: Recursos, lucro y conocimiento en La Laguna, 1930-1970. *Revista de Historia Iberoamericana*, 7(2), 167-194. <https://doi.org/10.3232/RHI.2014.V7.N2.08>
- WOLFE, Mikael (2017). *Watering the Revolution: An Environmental and Technological History of Agrarian Reform in Mexico*. Duke University Press.