

DOI: 10.24850/j-tyca-2024-04-01

Artículos

## **Prácticas de ahorro de agua doméstica y su relación con la micromedición y la percepción del cambio climático en hogares mexicanos**

### **Domestic water saving practices and their relationship with metering and the perception of climate change in Mexican households**

América N. Lutz-Ley<sup>1</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7257-616X>

Pablo A. Reyes-Castro<sup>2</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3091-5530>

<sup>1</sup>Centro de Estudios del Desarrollo, El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, [alutz@colson.edu.mx](mailto:alutz@colson.edu.mx)

<sup>2</sup>Centro de Estudios en Salud y Sociedad, El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, [preyes@colson.edu.mx](mailto:preyes@colson.edu.mx)

Autora para correspondencia: América N. Lutz-Ley, [alutz@colson.edu.mx](mailto:alutz@colson.edu.mx)

## **Resumen**

Una de las consecuencias más importantes del cambio climático para México se relaciona con un menor acceso a cantidades y calidades de agua suficientes para los usos humanos y ambientales. El ahorro de agua



doméstica se enmarca en dicho contexto como una medida de adaptación frente el cambio climático. El objetivo de este trabajo es explorar los factores que afectan el ahorro de agua en hogares mexicanos. Para ello, se utilizan datos de más de 13 mil hogares de la Encuesta Nacional de los Hogares (ENH) desarrollada en 2017, y del Módulo de Hogares y Medio Ambiente aplicado ese año con la ENH. A través de análisis de regresión se prueba el efecto de factores sociodemográficos (edad, sexo, nivel educativo y tamaño de localidad), de gestión (forma de cobro del servicio) y climáticos (percepción de cambios en temperatura, precipitación y fenómenos extremos) como predictores de prácticas de ahorro de agua en hogares urbanos y rurales. Los hallazgos apuntan a un efecto estadísticamente significativo y positivo del cobro del agua a través de micromedición; así como efectos significativos, pero menores, de la percepción de mayor temperatura, cambios en la lluvia, e impactos de fenómenos climáticos en el hogar, como factores relacionados positivamente con prácticas de ahorro de agua doméstica.

**Palabras clave:** adaptación al cambio climático, agua doméstica, micromedición, ahorro de agua, localidades mexicanas.

## Abstract

Among the main consequences of climate change in Mexico are those related to less access to quantities and qualities of water necessary for human and ecosystems' use. In this context, domestic water conservation is framed as an adaptation strategy in face of climate change. The objective of this work is to explore the factors promoting water conservation in Mexican households. The study uses data from more than

13 000 households from the National Household Survey (ENH) developed by INEGI in 2017, and from the Household and Environment Module applied with the ENH. Through regression analysis, we found evidence of the effect of climatic (perception of changes in temperature, precipitation, and extreme climate phenomena), management (billing method to charge for the service), and sociodemographic factors (age, sex, education, and locality size) as predictors of water conservation practices in urban and rural households. The results point to a statistically significant and positive effect of metering consumption to charge for the cost of domestic water; as well as significant but minor effects of the perception of hotter temperatures, changes in rainfall, and impacts of climatic phenomena at the home, as factors related to water conservation practices.

**Keywords:** climate change adaptation, domestic water, micro-metering, water savings, Mexican localities.

Recibido: 03/08/2022

Aceptado: 04/12/2022

Publicado Online: 12/12/2022

## Introducción

El cambio climático es un problema de alcance planetario que, sin embargo, tiene efectos diferenciados a través de las distintas regiones de la Tierra. Estos efectos dependerán tanto de las características físicas de los eventos (calentamiento, fenómenos hidrometeorológicos extremos y

aumento en el nivel del mar, entre otros), como de las capacidades de adaptación de las poblaciones humanas y ecosistemas presentes en las regiones impactadas.

En agosto de 2021, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2021) publicó la primera parte de su Sexto Reporte de Evaluación (AR6 en inglés), que sintetiza la investigación científica más actualizada hasta el momento para ofrecer un diagnóstico de la situación del cambio climático en el mundo. Esta publicación indica, entre otras cosas, que las últimas cuatro décadas han sido progresivamente más calientes en la superficie terrestre que cualquier década desde 1850. También señala que las dos primeras décadas del presente siglo (2000-2020) muestran un incremento promedio de 0.99 grados centígrados (°C) en la temperatura de la superficie terrestre en comparación con el periodo de referencia 1850-1900. Finalmente, al comparar el calentamiento actual con los registros paleoclimáticos (el clima histórico), ahora se puede decir inequívocamente que la actividad humana es el principal factor impulsor o *driver* del actual calentamiento global.

En el caso de México, como en muchas regiones áridas y semiáridas de América Latina, entre los efectos más importantes del cambio climático se encuentran aquellos asociados con la temporalidad, calidad y cantidad de los recursos hídricos disponibles para uso humano y de los ecosistemas. Se han identificado varios estudios en el último decenio que presentan evidencias de cambio climático en cuencas de México utilizando distintas estrategias, algunas de las cuales incluyen el uso de modelos de circulación global (GCM en inglés) en el marco de los estándares del IPCC (Martínez-Austria, Patiño-Gómez, & Tamayo-Escobar, 2014; Martínez-

Austria, Bandala, & Patiño-Gómez, 2016; Mateos, Santana, Montero-Martínez, Deeb, & Grunwaldt, 2016; Montero-Martínez, Martínez-Jiménez, Castillo-Pérez y Espinoza-Tamarindo, 2010; Navarro-Estupiñan *et al.*, 2018). Prácticamente todos estos estudios coinciden en señalar una tendencia creciente de calentamiento a través del territorio mexicano. Al evaluar los cambios en la precipitación, los resultados no son tan concluyentes y presentan mayores niveles de incertidumbre que las proyecciones de temperatura, pues se dificulta modelar la influencia de los factores regionales y locales sobre la lluvia. Recientemente, un estudio reportó que el norte del continente americano, y en especial la región del norte de México y sur de EUA, ha enfrentado en los últimos 22 años el periodo más seco comparable con cualquier periodo similar desde el año 800 d.C.; es decir, la sequía más aguda en los últimos 1 200 años (Williams, Cook, & Smerdon, 2022). Dicha sequía ya ha generado problemas incluso a escala internacional entre México y EUA, como las manifestaciones de otoño de 2020 en torno a la presa La Boquilla, en el norteño estado de Chihuahua, donde participaron agricultores del distrito de riego Delicias, que se oponían a la entrega de volúmenes de agua a EUA para cumplir con el Tratado de Aguas de 1944; y quienes fueron enfrentados por la Guardia Nacional, con el resultado de una manifestante muerta en el conflicto (Kitroeff, 2020).

En nuestro país se ha explorado sistemáticamente cómo el cambio climático se traducirá en impactos sobre la precipitación en las cuencas hidrológicas, y cómo esto, a su vez, cambiará el comportamiento de dichas cuencas, como se señala en los estudios reportados en el párrafo anterior. Sin embargo, hay menos estudios científicos sobre cuál será el

efecto de tales cambios sobre los recursos hídricos disponibles para uso humano en las localidades; y cuál será el impacto combinado de tal cadena de cambios sobre los retos y capacidades de gestión de los organismos operadores municipales para dotar de agua en suficiente cantidad y calidad a los hogares. A pesar de la incertidumbre y de los faltantes de conocimiento sobre los efectos del cambio climático en el ciclo que inicia con la lluvia y termina hasta que se abren los grifos (y todavía después, al gestionar el agua residual), existen suficientes elementos como para asumir que los problemas y conflictos sociales relacionados con la disponibilidad y el acceso al agua para uso doméstico tenderán a incrementarse de modo significativo, con los consecuentes impactos sobre el desarrollo, bienestar y salud humana, y de los ecosistemas (McCord, 2021; Conagua, 2018).

En México, hasta 2018, el sector público urbano era el segundo mayor concesionario de agua después de la agricultura, con 14 y 68% del volumen total concesionado para usos consuntivos, respectivamente (Conagua, 2018: 76). En un contexto de cambio climático y progresiva urbanización, los sectores usuarios se verán enfrentados a condiciones de escasez más agudas, orillando a gobiernos, productores y habitantes a encontrar modos alternativos de suplir esta brecha hídrica. Existen enormes oportunidades de gestión sustentable del agua en los sectores productivos, y particularmente en la agricultura, que en México y en otros países en desarrollo es señalada por su gran ineficiencia hídrica, y por el hecho de que la producción agrícola se exporta hacia países desarrollados; es decir, se exporta agua virtual en forma de alimentos (Hoekstra & Mekonnen, 2012; Lutz-Ley, Lee, Peralta, & Scott, 2018). Sin

embargo, ante escenarios de variabilidad significativa en las precipitaciones y aumentos notables en las temperaturas, todos los sectores usuarios de agua requerirán identificar e implementar, en diferentes grados, estrategias para adaptarse a los retos hídricos impuestos por el cambio climático combinado con la alta demanda de las poblaciones urbanas.

En tal sentido, las estrategias para el ahorro de agua en cualquier sector constituyen en sí mismas estrategias de adaptación ante los impactos hídricos del cambio climático. El IPCC define la adaptación como:

“(...) el proceso de ajuste al clima actual o esperado y a sus efectos. En sistemas humanos, la adaptación busca evitar o moderar los impactos negativos o explotar oportunidades y beneficios” (IPCC, 2014: 118).

En un sentido más social, Berkes y Jolly (2002) definen las estrategias de adaptación como aquellas formas en que las personas, sus hogares y comunidades modifican sus actividades, las reglas y las instituciones para asegurar sus modos de vida. Es decir, la adaptación se refiere a cualquier estrategia o acción, ya sea individual o colectiva, para enfrentar las consecuencias presentes o esperadas de los procesos de cambio climático en las distintas escalas de organización espacial y temporal de la vida humana. En contraste, la mitigación se refiere a cualquier estrategia o acción para eliminar o limitar las causas del cambio climático; es decir, aquellas acciones enfocadas en la reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero y/o de sus efectos. Podría decirse en términos muy simplificados que la mitigación atiende las



causas del cambio climático, mientras que la adaptación atiende sus consecuencias. En muchas circunstancias, la conservación del agua para uso doméstico (o uso público urbano, de acuerdo con las categorías de la Comisión Nacional del Agua, Conagua) también puede representar una oportunidad de mitigación del cambio climático, porque cuando se reduce el consumo de agua también disminuye el consumo energético que implica su obtención, tratamiento y distribución, sobre todo si la energía empleada se genera con combustibles fósiles (Maas, 2009).

Un tema retador para las ciencias sociales y comportamentales ha sido cómo impulsar cambios perdurables en la conducta humana hacia formas de vida más sostenibles, y ahora más adaptables y resilientes ante el cambio climático. En el caso de los recursos hídricos, este asunto nos lleva a cuestionarnos sobre las motivaciones e incentivos de las personas para involucrarse en acciones de gestión sustentable del agua en distintas escalas de organización socio-temporal. Disciplinas desde la economía en sus múltiples vertientes (clásica, institucional, ecológica), hasta la antropología, sociología, psicología ambiental y gestión pública, por mencionar solo algunas, han propuesto distintos enfoques y factores clave para explicar e incidir en estas dinámicas, como se señala en la siguiente sección. En México, en particular, se carece de estudios sistemáticos a gran escala que identifiquen los factores que promueven la conservación de agua en los hogares; aunque sí se encuentran algunos que analizan los factores que afectan la demanda doméstica de agua a nivel nacional (ver, por ejemplo, Salazar-Adams & Pineda-Pablos (2010) en la siguiente sección). Del mismo modo, los estudios de caso o regionales que existen en la literatura limitan su análisis a solo uno o dos tipos de variables.



Junto con la existencia de estas brechas en el conocimiento para México, la reducción en la disponibilidad y acceso al agua para uso público urbano continúa perfilándose como uno de los grandes problemas de este siglo, e incluso algunas ciudades del país ya se han acercado peligrosamente a la “hora cero” en materia hídrica (Paredes, 2018). Esto ocurre a pesar de que aún faltan por verse los efectos más severos del cambio climático, que se proyectan para mediados y finales de este siglo (IPCC, 2021).

Considerando lo anterior, el objetivo general del presente trabajo es explorar el efecto conjunto de factores climáticos, de gestión y sociodemográficos sobre las prácticas de conservación de agua en los hogares de localidades mexicanas urbanas y rurales, a fin de establecer un diagnóstico que pueda orientar la formulación de políticas de adaptación ante los impactos hídricos del cambio climático. Este análisis se desarrolla a partir de los datos de la Encuesta Nacional de Hogares (ENH) de 2017, y su Módulo de Hogares y Medio Ambiente (MOHOMA), ambos producidos por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en México (INEGI, 2017a; INEGI, 2017b). Los objetivos específicos que guían este análisis son: 1) examinar la distribución de las prácticas de ahorro de agua en los hogares; 2) explorar las percepciones sociales sobre el cambio climático asociadas con cambios en la precipitación y la temperatura en las localidades mexicanas; 3) examinar el efecto que variables de diversa naturaleza tienen sobre la realización de prácticas de ahorro de agua doméstica, y 4) probar la factibilidad del uso de bases de datos amplias y construidas sistemáticamente (en este caso, por INEGI) para probar relaciones entre factores de interés que respondan a los grandes retos nacionales presentes y futuros.

El artículo se estructura de la siguiente manera: después de esta introducción se ofrece una revisión sintetizada de los estudios recientes realizados en dicho campo, sus principales variables y enfoques de interés, así como sus hallazgos. En la tercera sección se describe el procedimiento metodológico que llevó a la obtención de los resultados que se presentan y discuten en el cuarto apartado. Finalmente, la quinta sección recoge las conclusiones del estudio y desarrolla una serie de recomendaciones para tomadores de decisiones y otros investigadores, mismas que pueden ser aplicables no solo al entorno mexicano sino, con sus debidas adaptaciones, a países de América Latina en general.

## Ahorro de agua en los hogares

Los estudios científicos sobre el consumo y ahorro de agua en los hogares tienen una larga historia que se remonta, al menos, a inicios de la década de 1980, particularmente en países desarrollados de Europa y Norteamérica. Sin embargo, el tipo de variables incluidas, así como los enfoques analíticos aplicados, han variado con el tiempo. La investigación en el segundo de estos temas (el ahorro de agua) durante los últimos veinte años muestra mayor desarrollo de análisis y metaanálisis de literatura, con el objetivo de identificar y comparar grandes grupos de variables que podrían tener un efecto sobre el ahorro de agua doméstica. Por ejemplo, Campbell, Johnson y Larson (2004) evaluaron la efectividad relativa de distintos tipos de instrumentos de política pública para la conservación de agua: primero, aquellos relacionados con dispositivos tecnológicos para mejorar la eficiencia y el ahorro; segundo, las políticas

basadas en la comunicación y cooperación del público; tercero, los mecanismos económicos y de mercado, como precios y tarifas; y cuarto, las regulaciones o mecanismos institucionales o legales. Ellos hicieron un análisis de regresión múltiple, que involucró 41 variables en dichas categorías referidas a los hogares de la ciudad de Phoenix, Arizona, EUA, con datos entre 1990 y 1996. Los autores encontraron distintos tipos de resultados por grupo de variables, mismos que apuntan a la importancia y efecto positivo de los mecanismos de precio y el diseño tarifario sobre el ahorro de agua; el potencial efecto negativo de la introducción de dispositivos ahorradores (la gente tiende a consumir más si cree que está ahorrando en el proceso); el efecto positivo de la comunicación personalizada con los usuarios (respecto a sus estrategias de ahorro y retroalimentación sobre su consumo); y el efecto positivo y generalizado de los mecanismos institucionales (esto es, las reglas, aunque solo si son bien diseñadas).

Inman y Jeffrey (2006) (citado en Moglia, Cook, & Tapsuwan, 2018) mediante un metaanálisis también abordan la eficacia de cuatro grandes categorías de variables de intervención, y además evalúan los ahorros asociados con dichas estrategias en los distintos estudios incluidos en su análisis: 1) campañas en medios y programas de educación y concientización ciudadana reportan reducciones entre 2 y 20% en el consumo; 2) mecanismos de medición volumétrica en hogares (micromedición) asociados con esquemas tarifarios entre 16 y 56%; 3) mecanismos de medición inteligente y retroalimentación a las personas sobre su consumo entre 3 y 20%; y 4) dispositivos para ahorro y uso eficiente de agua señalan ahorros entre 12 y 80%, dependiendo de su

tipo y extensión. Destaca aquí un estudio hecho en Australia (Khastagir & Jayasuriya, 2010), donde se alcanzó hasta un 80% de ahorro en el consumo de agua de la red pública gracias a la implementación de sistemas domésticos para la captura de agua de lluvia.

Olmstead y Stavins (2009) aplican un enfoque de economía ambiental para comparar estrategias basadas en el precio contra estrategias no tarifarias en términos de cinco dimensiones: la habilidad de las estrategias para lograr eficazmente el ahorro de agua, su costo-efectividad, la equidad distributiva de las medidas, los retos del monitoreo y el cumplimiento, y su factibilidad política. Entre sus hallazgos destacan que el uso de medidas basadas en el precio es más costo-efectivo para el ahorro de agua doméstica que la implementación, monitoreo y seguimiento de estrategias no basadas en el precio. Además, considerando la elasticidad precio-demanda del consumo de agua, señalan que un aumento de precio del 10% en el largo plazo puede representar reducciones de hasta 6% en el consumo de agua doméstica en promedio, demostrando la eficacia de este tipo de medidas. Tales resultados varían dependiendo del contexto geográfico y socioeconómico de las localidades. Por ejemplo, Salazar-Adams y Pineda-Pablos (2010) reportan un estudio de los determinantes de la demanda de agua doméstica en 134 localidades mexicanas con más de 30 mil habitantes. De acuerdo con sus resultados, un aumento del 10% en el precio significaría una reducción de apenas 3.3% en el consumo per cápita, manteniendo el resto de las condiciones iguales. Dichos resultados apuntan a que la demanda de agua es relativamente inelástica (esto es,

disminuye proporcionalmente menos de la proporción en la que aumenta el precio).

Por otra parte, para que las medidas basadas en el precio funcionen, necesariamente debe haber medición volumétrica (micromedición) del consumo en los hogares, de modo que los usuarios puedan establecer una conexión entre su consumo y el incentivo económico para ahorrar agua (o no hacerlo) (Olmstead & Stavins, 2009; Salazar-Adams & Pineda-Pablos, 2010). Por último, aunque las medidas basadas en el precio pueden ser eficaces y eficientes en términos de sus costos de implementación, también pueden dar lugar a problemas distributivos en perjuicio de aquellos con menores ingresos, lo cual obliga a repensar estructuras tarifarias que sean sensibles socialmente. También pueden emerger conflictos relacionados con la inconformidad del público con el pago de tarifas más altas; por ello el tipo de políticas más implementadas globalmente por los organismos proveedores de agua municipal tienden a ser medidas no basadas en el precio, pues el incremento de tarifas puede ser políticamente muy costoso (Olmstead & Stavins, 2009).

La medición volumétrica del consumo de agua como medida para promover su conservación también fue analizada más recientemente por Tanverakul y Lee (2015) en el contexto de la sequía y las restricciones de agua en tres localidades de California, EUA. Mediante la comparación entre hogares que entraron por primera vez a un programa de cobro basado en la medición volumétrica del consumo, contra hogares que ya tenían este esquema previamente establecido, encontraron un efecto positivo y significativo de la medición volumétrica asociada con un esquema tarifario basado en el consumo medido, hasta estabilizarse en

los niveles de consumo similares a aquellos hogares que ya eran parte del esquema de cobro basado en medición volumétrica. A modo de reflexión, y reconociendo la complejidad de este asunto, Staddon (2010) indica en su trabajo que no es la micromedición por sí misma la que logra ahorros de agua significativos, sino la combinación entre medidas de precio y otras estrategias basadas en la educación, información y comunicación pública, y mejoras en la infraestructura. Existen incluso otros factores contextuales más generales que afectan el consumo y ahorro de agua en los hogares, y que son difíciles de aislar y analizar en la escala temporal y espacial requerida por los estudios de consumo doméstico de agua; por ejemplo, los factores de tipo climático.

Las variables relacionadas con el clima y su percepción han estado presentes desde el comienzo de estas investigaciones (p. ej., Campbell *et al.* (2004) introdujeron variables de precipitación y evapotranspiración en sus análisis de regresión, al igual que Salazar-Adams y Pineda-Pablos (2010), quienes también agregaron precipitación y temperatura máxima a sus análisis de elasticidad de la demanda reportados anteriormente en esta sección); pero solo en escasos estudios han adquirido centralidad este tipo de variables. Un ejemplo es el trabajo de Moglia, Grant e Inman (2009), quienes analizaron datos para 12 zonas urbanas de Sídney, Australia, y encontraron que la evaporación fue el factor más significativo en modelos de regresión para explicar la relación entre clima y consumo de agua. Además, descubrieron que la demanda de agua a nivel de hogar es más sensible a la evaporación y a la temperatura, y un poco menos sensible a la precipitación. En otro trabajo similar, Moglia *et al.* (2018) señalaron que, en Sídney, los cambios en la temperatura, el patrón de

lluvia y la evaporación tenían efectos moderados sobre el consumo de agua, y que hogares recientemente expuestos a la sequía y restricciones severas también tendían a usar menos agua que aquellos hogares con menos experiencia con este tipo de fenómenos hidrometeorológicos.

Si bien son escasos los estudios que colocan variables climáticas en el centro de la explicación sobre el consumo y ahorro de agua en los hogares, son aún menos frecuentes aquellos estudios que enfatizan las variables del cambio y la variabilidad climáticos, y no sólo variables climáticas en general. En este sentido, Moglia *et al.* (2009) concluían en su estudio que:

“en el caso de la respuesta individual en el comportamiento de uso de agua frente al cambio climático, existe poca información confiable (...) sin embargo, se reconoce que (...) distintos tipos de usos de agua tienen distintas sensibilidades al clima” (p. 82).

El cambio climático será un factor crítico para entender el uso de agua en el futuro.

En el contexto mexicano ha sido escasamente estudiada la relación entre cambio climático (o la percepción de éste) y el ahorro de agua doméstica. En el campo de los estudios sobre conservación de agua en México, se identifican de manera notable los trabajos de Corral-Verdugo, Bechtel y Fraijo-Sing (2003), y Corral-Verdugo y Frías-Armenta (2006), en los cuales, desde la psicología ambiental, se analizan los factores psicosociales que influyen en las conductas de conservación de agua residencial o doméstica en zonas áridas mexicanas. También se identifican desde un punto de vista econométrico y de gestión pública el



estudio de Salazar-Adams y Pineda-Pablos (2010) descrito previamente, y el de Jaramillo-Mosqueira (2005). En este último se evalúa el efecto de variables sociodemográficas, tarifarias y climáticas (temperatura y humedad, pero no indicadores de cambio climático) en el consumo de agua en hogares del Estado de México; sus hallazgos son similares a los obtenidos en otros estudios reportados en este apartado. También se encuentra el estudio de García-Salazar y Mora-Flores (2008) en Torreón y Gómez-Palacio, en la Comarca Lagunera, en el cual, entre otras cosas, confirmaron que la demanda de agua de las viviendas responde poco (es inelástica) a los cambios en las tarifas en ambas ciudades. Finalmente, Bigurra-Alzati, Ortiz-Gómez, Vázquez-Rodríguez, López-León y Lizárraga-Mendiola (2020) estudian estrategias de infraestructura verde para la conservación de agua en áreas habitacionales de una región árida de México; sin embargo, esto se analiza desde una visión de diseño e infraestructura urbana al nivel del hogar, y no con base en comportamientos de ahorro de agua.

Considerando tales antecedentes, la contribución más importante del presente estudio es analizar cómo un conjunto de variables sociodemográficas, de percepciones climáticas y de medición del consumo como mecanismo de cobro influyen en las prácticas de ahorro de agua doméstica en una muestra probabilística representativa de los hogares mexicanos ubicados en localidades urbanas y rurales. En este caso, la variable dependiente, el ahorro de agua, se mide a partir del autorreporte del informante de cada hogar encuestado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el marco de la ENH 2017 y su Módulo de Hogares y Medio Ambiente. Así, aunque existen limitaciones en la

forma de operacionalizar y medir algunas de las variables de interés, también se argumenta que la existencia de estos datos para una muestra de este tamaño y con representatividad nacional ofrece importantes oportunidades analíticas para entender la conservación de agua doméstica en el contexto del cambio y la variabilidad climáticos, aspecto que se volverá progresivamente más importante para México y otras regiones áridas del mundo.

## Métodos y procedimientos

### Datos

Se utilizan los datos de la Encuesta Nacional de Hogares (ENH) aplicada en 2017 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2017a). Además, se utilizaron datos del Módulo de Hogares y Medio Ambiente (MOHOMA), que se aplicó junto con esta edición de la ENH. La base de datos de la ENH 2017 consta de tres subconjuntos o tablas correspondientes a las tres unidades de análisis de la encuesta: a) vivienda (110 variables); b) hogar (13 variables), y c) persona (58 variables). Por su parte, la base de datos correspondiente al MOHOMA consta de 219 variables y 14 505 casos válidos en su tabla general. Para el análisis de regresión solo se incluyeron aquellos hogares cuyos informantes reportaron que la vivienda estaba conectada a la red pública de agua potable de la localidad ( $n = 13\ 038$ ).

Cabe destacar que el nivel de representatividad estadística del MOHOMA es nacional, por lo cual los hallazgos aquí encontrados son

representativos en este nivel de agregación espacial, y no son generalizables a casos locales o regiones en particular. Las dos bases de datos (ENH y MOHOMA) se unieron mediante el folio de hogar para formar un solo conjunto de datos en el paquete estadístico SPSS 25. Posteriormente se revisaron para asegurar su integridad. También se recodificaron algunas de las variables seleccionadas para utilizarlas en el análisis.

En este análisis exploratorio se utilizan ítems del MOHOMA concernientes a las prácticas de ahorro de agua como variables dependientes que indican la conservación de agua para uso doméstico reportada en los hogares mexicanos. Como factores climáticos que pueden incidir en la conservación de agua se usan los ítems de percepción de cambios en la temperatura y precipitación, así como el reporte de impactos por fenómenos climáticos en el hogar. Como factores de gestión o institucionales se utiliza el modo de cobro del agua de la red pública a nivel de hogar y las evaluaciones de distintos aspectos de la calidad del servicio de agua potable, aunque dichas variables de calidad del servicio resultaron excluidas de los modelos finales por no resultar significativas en ninguno de los casos, como se explica más adelante. También se incluyen variables sociodemográficas en el análisis (edad, sexo, nivel educativo de la persona representante del hogar y tamaño de localidad). Estas últimas se obtuvieron directamente de la ENH. En la Tabla 1 se resumen las variables del estudio.

**Tabla 1.** Variables incluidas en el estudio.

Conjunto de datos	Nombre de la variable en base de datos de INEGI	Descripción de la variable	Valores
ENH- Tabla de persona	Edad	Edad de la persona informante del hogar	Continua en su forma original y recodificada en seis categorías de edad para este análisis: 1 = 18-30 años 2 = 31-40 años 3 = 41-50 años 4 = 51-60 años 5 = 61-70 años 6 = 71 y más años
	Sexo	Sexo de la persona informante del hogar	1 = Hombre 2 = Mujer
	nivel_inst	Nivel educativo de la persona informante del hogar	Doce categorías en su forma original y recodificada en cuatro categorías para el análisis: 0 = ninguna escolaridad 1 = nivel básico (preescolar, primaria y secundaria) 2 = nivel intermedio (preparatoria, escuela normal y estudios técnicos) 3 = nivel superior (licenciatura, maestría y doctorado)
MOHOMA-general	tam_loc	Tamaño de localidad	1 = 100 000 y más 2 = 15 mil a 99 999 3 = 2 500 a 14 999 4 = menos de 2 500
	ap_1	El hogar tiene agua de la red pública	1 = sí 2 = no
	ap_1_1	Modo de cobro del agua de la red pública	1 = lectura de medidor 2 = cuota fija 3 = no pagan el agua

Conjunto de datos	Nombre de la variable en base de datos de INEGI	Descripción de la variable	Valores
	gp_1	Cambios percibidos en la temperatura en la última temporada de calor con respecto a los últimos cinco años	1 = más calurosa 2 = menos calurosa 3 = no ha cambiado
	gp_2	Cambios percibidos en la precipitación en la última temporada de lluvias con respecto a los últimos cinco años	1 = más intensa 2 = menos intensa 3 = no ha cambiado
	gp_3	Hogar afectado por fenómeno climático durante el año anterior a la encuesta	1 = sí 2 = no
	ap_6_1	Agua reutilizada de lavadora, fregadero, o del lavado de frutas y verduras	<p>1 = sí 0 = no</p> <p>En el formato de encuesta de INEGI se pregunta a la persona informante si cada una de estas acciones fue realizada durante la semana anterior a la aplicación del cuestionario</p> <p>Los puntajes de estas variables fueron agregados aritméticamente en una nueva variable de conteo con valores de 0 a 10</p>
	ap_6_2	Llaves cerradas al momento de lavarse los dientes o enjabonarse	
	ap_6_3	Llenar el fregadero o tarja para lavar los trastes	
	ap_6_4	Recolección de agua en la regadera	
	ap_6_5	Carga completa en lavadora o lavavajillas	
	ap_6_6	Alimentos descongelados sin utilizar chorro de agua	
	ap_6_7	Reparación de fugas y mantenimiento a llaves e instalaciones de agua	
	ap_6_8	Lavado de coche con cubeta	
	ap_6_9	Recolección de agua de lluvia	
	ap_6_10	Jardín o plantas regadas por la mañana o por la noche	

## Procedimiento de análisis

En una primera fase se obtuvo la estadística descriptiva univariada de todas las variables de interés, y se generaron tablas y gráficos con estos resultados iniciales. Posteriormente, a partir de las 10 prácticas de ahorro de agua que se incluyen en el MOHOMA, se creó una nueva variable de conteo con valores de 0 a 10 a través de la suma aritmética de las respuestas dependiendo de si se había realizado o no (1 = sí; 0 = no) cada práctica en el hogar durante la semana anterior a la aplicación de la encuesta de acuerdo con el reporte de la persona informante de dicho hogar. Esta nueva variable se utilizó como dependiente en regresiones de Poisson. Como predictoras se emplearon las variables de percepciones climáticas, de medición del consumo de agua y sociodemográficas en distintos modelos que se compararon hasta identificar los más adecuados. Los resultados del análisis de regresión se reportan mediante coeficientes exponenciados. Tales coeficientes representan la razón resultante del conteo de prácticas en determinada categoría de una variable respecto a la categoría de referencia de dicha variable. Se calcularon intervalos de confianza (I.C.) al 95%. Se consideraron asociaciones estadísticamente significativas cuando el rango del I.C. excluía el valor de 1.

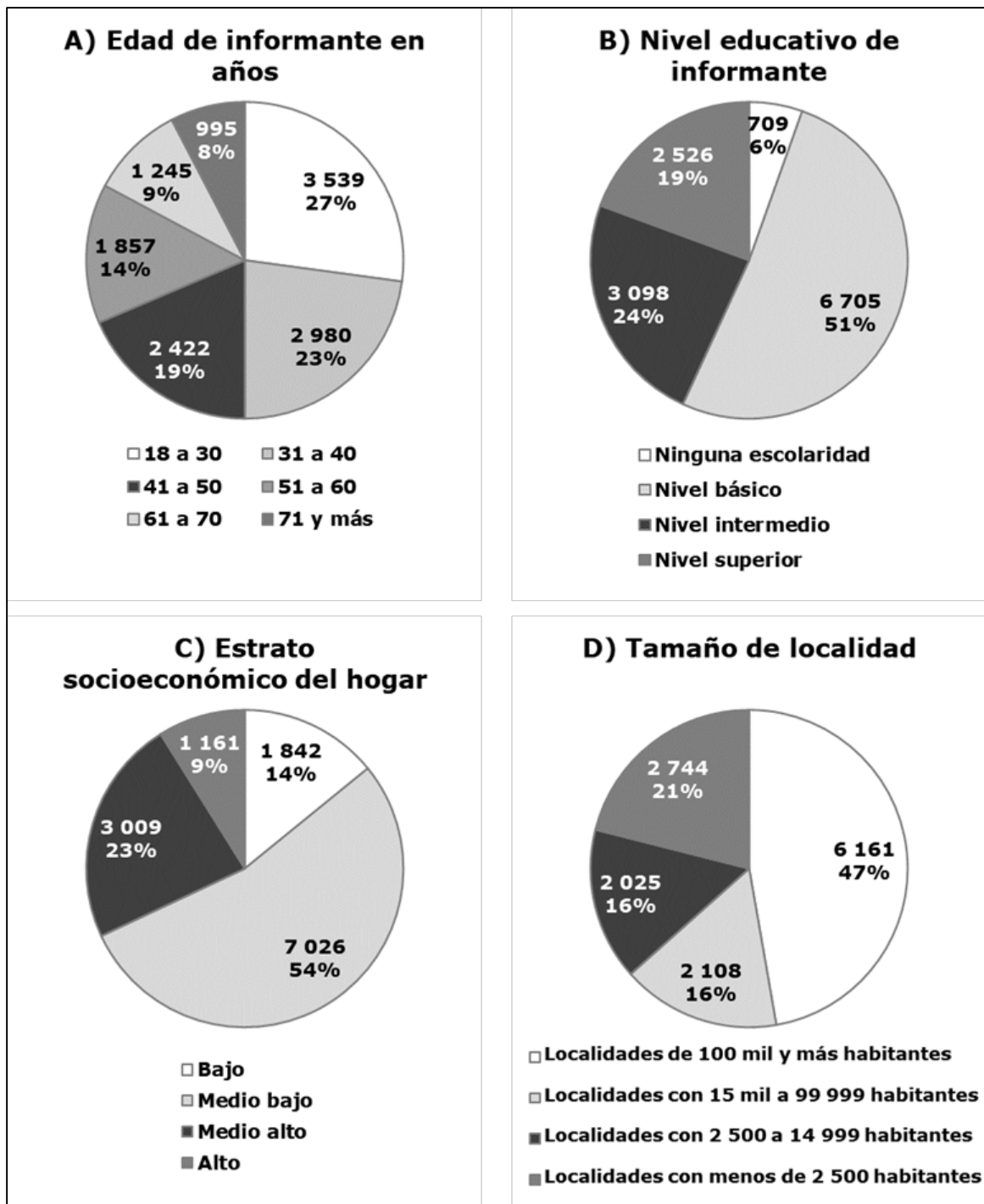
## Resultados y discusión

### Caracterización de la muestra

El Módulo de Hogares y Medio Ambiente de la Encuesta Nacional de los Hogares 2017 se aplicó a un total de 14 505 hogares. Sin embargo, para el análisis que se presenta aquí, se incluyeron solo aquellos hogares que reportaron estar conectados a la red pública de agua potable; es decir, 13 038 o el 89.9% del total de hogares encuestados en el MOHOMA.

Una persona adulta representante por hogar se encuestó; 46% (6 001) eran hombres y 54% (7 037) mujeres. La edad promedio de las personas informantes fue de 43 años (desviación estándar de 16.84). Esta variable se recodificó en grupos de edad y las frecuencias por categoría pueden verse en el inciso A) de la Figura 1. En el inciso B) se observa también el nivel educativo de las personas informantes. En este caso, la variable también se recodificó en cuatro grupos: ninguna escolaridad; nivel básico (incluye preescolar, primaria y secundaria); nivel intermedio (preparatoria, escuela normal básica y estudios técnicos o comerciales); y nivel superior (licenciatura, maestría y doctorado). Más de la mitad de la muestra tenía nivel educativo básico.





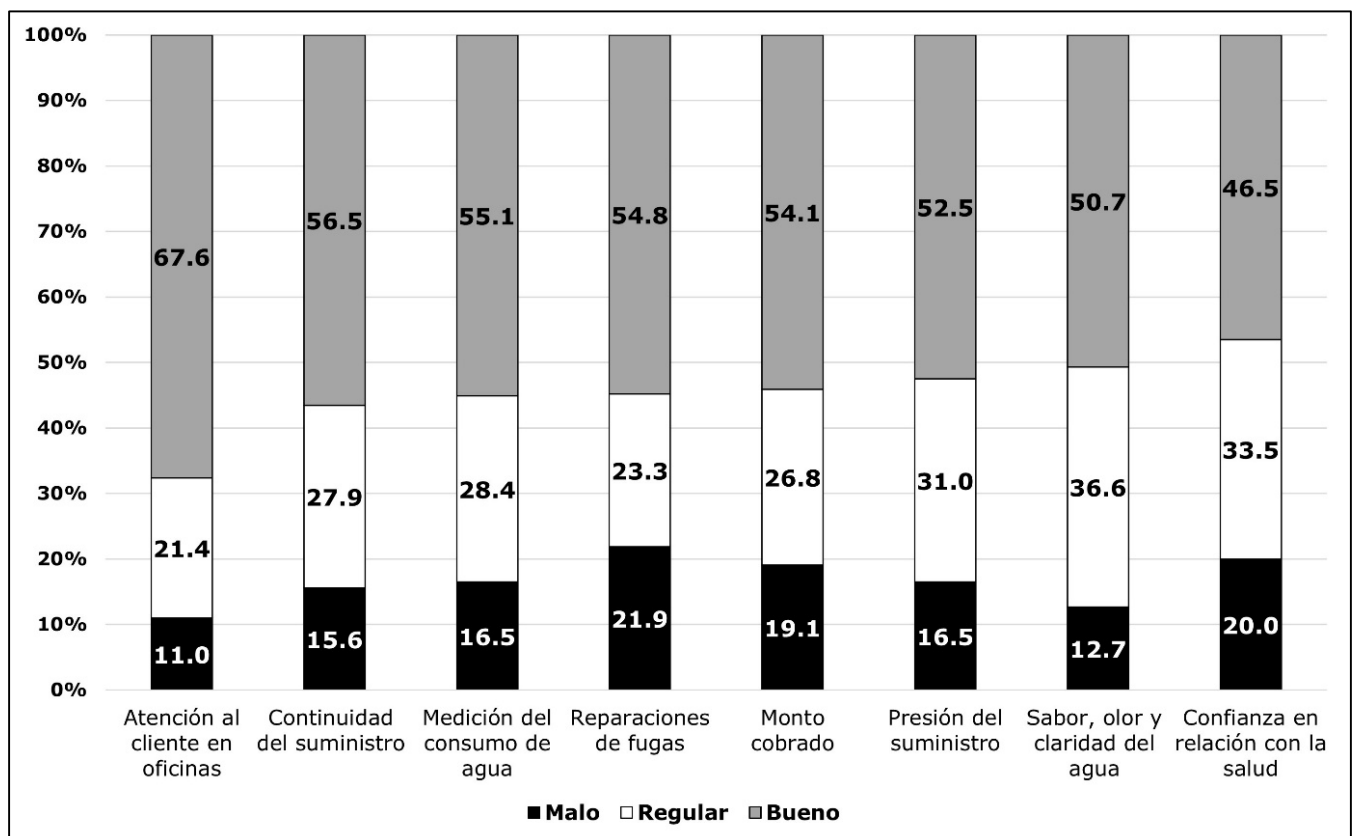
**Figura 1.** Características de la muestra. Fuente: elaboración propia con datos de la ENH 2017 y MOHOMA.

Los hogares encuestados se distribuyen entre cuatro estratos socioeconómicos predefinidos por el INEGI; esta variable se describe aquí para caracterizar de forma más adecuada la muestra, aunque no se incluyó en los análisis de regresión debido a problemas de colinealidad con la variable de tamaño de localidad y a la falta de control de los autores sobre los indicadores que utiliza el INEGI para construir este índice. Según se observa en el inciso C) de la Figura 1, el 54% de los hogares se ubica en el estrato socioeconómico medio bajo. En el inciso D) se observa que el 63% de la muestra corresponde a hogares ubicados en dos tamaños de localidades urbanas: desde 15 mil hasta 99 999, y aquellas con 100 mil o más habitantes, de acuerdo con la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

## Servicios de agua potable en los hogares

De los 14 505 hogares de la muestra, 89.9% (13 038 hogares) estaban conectados a la red pública de agua potable, 8.6% no lo estaban y además se tuvo 1.6% de los casos como valores perdidos en la base de datos para esta pregunta. De los 13 038 hogares conectados a la red pública, el 46% pagaba una cuota fija por su consumo de agua potable; mientras que en 44%, el consumo se cobraba a través de un medidor volumétrico (micromedición). El 9% reportó que el hogar no pagaba el agua, aunque en el cuestionario no se preguntó el motivo. Hubo 170 datos perdidos en esta pregunta (1%).

También se cuestionó a las personas informantes sobre su percepción en varios aspectos del servicio de agua potable de la red pública. En este caso, como se observa en la Figura 2, el aspecto mejor calificado globalmente es la atención a clientes en las oficinas, y los aspectos calificados como “malos” en mayor proporción son los relacionados con la reparación de fugas y la confianza que inspira el servicio en relación con la salud. Globalmente, más de la mitad de las personas informantes respondieron la opción “bueno” para calificar cada uno de los aspectos del servicio incluidos en el MOHOMA.



**Figura 2.** Aspectos del servicio de agua de la red pública. Fuente: elaboración propia con datos de la ENH 2017 y MOHOMA.

## Percepciones e impactos asociados con el cambio climático

Con respecto a las variables relacionadas con el cambio climático, en 81% de los hogares encuestados, la persona informante señaló que la temperatura fue más calurosa durante la temporada previa al levantamiento de la encuesta, en comparación con la temperatura de los últimos cinco años. Esto es coherente con los estudios y proyecciones de cambio climático hechos para México mediante modelos de circulación global y otras técnicas que no dependen de la percepción humana, y que indican un patrón general de calentamiento a través del territorio (Martínez-Austria *et al.*, 2014; Martínez-Austria *et al.*, 2016; Mateos *et al.*, 2016; Montero-Martínez *et al.*, 2010; Navarro-Estupiñan *et al.*, 2018). Por otra parte, el 11% señaló que la temperatura no ha cambiado y el 8% que le parecía menos calurosa.

En términos de la precipitación, en 57% de los hogares, la persona informante reportó que la lluvia de la última temporada previa a la aplicación de la encuesta fue menos intensa en comparación con los últimos cinco años. El 26% señaló que la lluvia le parecía más intensa, y para el 17% ésta no había cambiado. En este caso también se observa cierta coherencia con resultados de proyecciones y análisis estadísticos del cambio en la lluvia, que señalan menos certidumbre y más variabilidad, con efectos mixtos a través del territorio nacional.

Por último, el 12% de los informantes de la muestra reportaron que el hogar había experimentado el impacto de algún fenómeno climático

(sequía, inundación, helada, incendio, huracán o tormenta tropical) en el año inmediato anterior a la aplicación de la encuesta. Aproximadamente el 88% respondió de modo negativo, y hubo un caso perdido para esta pregunta en la base de datos obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Debe señalarse que el cambio climático se refiere a cambios de largo plazo en las variables y patrones climáticos; es una “importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un periodo prolongado (normalmente decenios o incluso más)” (IPCC, 2014: 120). Considerando esto, las preguntas del MOHOMA sobre la percepción de cambios en las temperaturas o la precipitación en la última temporada en comparación con los últimos cinco años no se refieren estrictamente al proceso global de cambio climático, que requiere una observación de periodos más largos. Sin embargo, el mismo INEGI ha agrupado estas preguntas en su encuesta dentro del “Apartado G. Cambio Climático”. Mientras que esta aclaración es pertinente, también es cierto que la literatura sobre percepción humana del cambio climático ha indicado el efecto de decaimiento de la memoria conforme pasa el tiempo (Böhm, Pfister, Salway, & Fløttum, 2019), lo que ocasionaría, para la mayoría de las personas, la imposibilidad de recordar con precisión el comportamiento climático de múltiples años, ya no se diga décadas.

Lo anterior es un reto importante para la investigación sobre las dimensiones humanas del cambio climático, pues mientras el periodo mínimo de datos que se usa como “normal climatológica” es de 30 años; en términos de la memoria humana es difícil recuperar narrativas o respuestas de la población que cubran de manera fidedigna un periodo de

esa magnitud. Por ello, se consideran adecuadas a esta realidad las preguntas contenidas en el MOHOMA, a modo de *proxy* de percepción de cambio climático, o al menos de sus efectos parciales. También al ser incorporadas al modelo explicativo pueden ofrecer una aproximación preliminar a las relaciones entre las prácticas de ahorro de agua y la percepción de cambio climático en localidades de México.

## Prácticas de ahorro de agua

En la Tabla 2 se observan las frecuencias en la realización de las 10 prácticas de ahorro de agua contenidas en el MOHOMA. Las tres prácticas más frecuentes son “cerrar la llave al lavarse los dientes o enjabonarse” (un 85% de las personas informantes reportaron que esto se había hecho en el hogar durante la semana anterior a la aplicación de la encuesta); “usar la lavadora o lavavajillas solo con la carga completa” (53%), y “reutilizar agua de la lavadora, el fregadero, o del lavado de frutas y verduras” (51%). Es notable que incluso para estas últimas dos prácticas, apenas poco más de la mitad de las personas informantes reportaron que se habían realizado en sus hogares durante la semana inmediata anterior al levantamiento de datos.

**Tabla 2.** Prácticas para el ahorro de agua en el hogar.

Núm.	¿Durante la semana pasada realizaron algunas de las siguientes prácticas para ahorrar agua en este hogar...?	<i>n</i>	%
1	Reutilizaron agua de la lavadora, el fregadero o del lavado de frutas y verduras	6 628	51
2	Cerraron la llave al lavarse los dientes o enjabonarse	11 054	85
3	Llenaron el fregadero o la tarja para lavar los trastos	4 601	35
4	Recolectaron el agua de la regadera hasta que sale caliente	2 519	19
5	Usaron la lavadora o lavavajillas solo con carga completa	6 916	53
6	Descongelaron alimentos sin usar el chorro de agua	5 266	40
7	Repararon fugas y dieron mantenimiento a llaves e instalaciones de agua	2 976	23
8	Lavaron el carro con cubeta	3 000	23
9	Recolectaron agua de lluvia	1 173	9
10	Regaron el jardín y las plantas temprano por la mañana o por la noche	4 916	38

Fuente: elaboración propia con datos de la ENH 2017 y MOHOMA.



El resto de las prácticas tiene frecuencias de 40% o menos, indicando importantes áreas de oportunidad para la gestión domiciliaria del agua. Destaca en este caso la baja incidencia de la recolección de agua de lluvia, con apenas el 9% de los hogares, la menor frecuencia entre todas las prácticas. Ello es importante en la medida que la investigación reciente en este campo ha demostrado la alta eficacia que dicha práctica tiene en la conservación de agua doméstica en entornos urbanos, al representar ahorros de hasta 80% en el volumen de agua que las personas utilizan de la red pública (Khastagir & Jayasuriya, 2010, citado en Moglia *et al.*, 2018). En general, se observa que existe mayor incidencia (al menos, autorreportada) de las prácticas que representan menor esfuerzo o inversión de tiempo y capital, y que existe mucho espacio para la mejora en el uso y conservación del agua doméstica en México.

## Análisis de regresión

Se creó una variable dependiente mediante la suma aritmética de las prácticas individuales de ahorro reportadas en la sección anterior (los valores van de 0 a 10 e indican el número de prácticas de ahorro reportadas por el o la informante del hogar). El promedio de prácticas reportadas en los 13 038 hogares de la muestra es de 3.76, con una mediana de 4 y desviación estándar de 1.99. Esto significa que, globalmente, más de la mitad de los hogares encuestados reportan cuatro o menos de las 10 prácticas de ahorro en la lista del MOHOMA.

En la Tabla 3 se presentan los tres modelos de regresión desarrollados como parte de este análisis exploratorio. El modelo 1 “SD + Gestión” incluye el grupo de cuatro variables sociodemográficas (SD) (sexo, edad y nivel educativo de la persona informante, y tamaño de la localidad donde se ubica el hogar) y la variable de gestión que se refiere al modo de cobro de agua en el hogar. El modelo 2 “SD + Clima” incluye las mismas cuatro variables sociodemográficas y tres variables relacionadas con el cambio climático (percepción de cambios en la temperatura, percepción de cambios en la precipitación, y si el hogar fue impactado o no por un fenómeno climático el año inmediato anterior a la encuesta). Finalmente, el modelo 3 “SD + Gestión + Clima” incluye todas las variables del modelo 2, más el modo de cobro de agua en el hogar. El tercer modelo resultó ser el más adecuado, con los menores valores de AIC y BIC entre los tres modelos.

**Tabla 3.** Modelos de regresión de Poisson.

Variables	Prácticas de ahorro (media)	Modelo 1: SD + Gestión		Modelo 2: SD + Clima		Modelo 3: SD + Gestión + Clima	
		Exp( $\beta$ )	IC 95%	Exp( $\beta$ )	IC 95%	Exp( $\beta$ )	IC 95%
Intercepto modelo	---	3.16	2.98, 3.35	3.40	3.21, 3.60	2.75	2.58, 2.95
Sexo							
Hombre	3.65	0.95**	0.93, 0.96	0.95**	0.93, 0.97	0.95**	0.93, 0.97
Mujer	3.85	Ref.	---	---	---	---	---
Edad							
18-30	3.77	1.02	0.98, 1.07	1.01	0.97, 1.06	1.02	0.98, 1.07

Variables	Prácticas de ahorro (media)	Modelo 1: SD + Gestión		Modelo 2: SD + Clima		Modelo 3: SD + Gestión + Clima	
		Exp( $\beta$ )	IC 95%	Exp( $\beta$ )	IC 95%	Exp( $\beta$ )	IC 95%
31-40	3.82	1.06*	1.02, 1.10	1.05*	1.00, 1.09	1.06*	1.02, 1.10
41-50	3.88	1.08**	1.03, 1.13	1.07*	1.03, 1.12	1.08*	1.03, 1.12
51-60	3.83	1.08*	1.03, 1.12	1.07*	1.02, 1.11	1.07*	1.03, 1.12
61-70	3.69	1.06*	1.01, 1.11	1.06*	1.02, 1.11	1.06*	1.01, 1.11
71 y más	3.25	Ref.	---	---	---	---	---
Escolaridad							
Ninguna	2.80	0.71**	0.67, 0.75	0.69**	0.66, 0.73	0.71**	0.68, 0.75
Básica	3.56	0.87**	0.85, 0.89	0.86**	0.84, 0.88	0.88**	0.85, 0.90
Intermedia	4.04	0.97*	0.94, 0.99	0.97*	0.94, 0.99	0.97*	0.95, 0.99
Superior	4.22	Ref.	---	---	---	---	---
Tamaño de localidad							
100 000 y más	3.95	1.04*	1.01, 1.07	1.09**	1.07, 1.12	1.05**	1.02, 1.08
15 000-99 999	3.81	1.04*	1.00, 1.07	1.08**	1.04, 1.11	1.05*	1.01, 1.08
2 500-14 999	3.61	1.02	0.99, 1.05	1.04*	1.00, 1.07	1.02	0.99, 1.06
Menos de 2 500	3.41	Ref.	---	---	---	---	---
Modo de cobro de agua							
Con medidor	4.03	1.30**	1.25, 1.35			1.30**	1.26, 1.35
Cuota fija	3.68	1.24**	1.19, 1.28			1.24**	1.19, 1.28
No pagan el agua	2.90	Ref.	---			---	---
Cambios en la temperatura							

Variables	Prácticas de ahorro (media)	Modelo 1: SD + Gestión		Modelo 2: SD + Clima		Modelo 3: SD + Gestión + Clima	
		Exp( $\beta$ )	IC 95%	Exp( $\beta$ )	IC 95%	Exp( $\beta$ )	IC 95%
Más calurosa	3.82			1.07**	1.04, 1.10	1.06**	1.03, 1.19
Menos calurosa	3.52			1.00	0.95, 1.04	1.00	0.96, 1.05
No ha cambiado	3.48			Ref.	---	---	---
Cambios en la precipitación							
Más intensa	3.95			1.10**	1.07, 1.13	1.10**	1.07, 1.13
Menos intensa	3.76			1.07**	1.04, 1.10	1.07**	1.04, 1.10
No ha cambiado	3.50			Ref.	---	---	---
Hogar afectado por evento climático							
Sí	3.91			1.07**	1.04, 1.10	1.08**	1.06, 1.11
No	3.74			Ref.	---	---	---
Diagnóstico	AIC	53310.68		54111.95		53196.57	
	BIC	53422.62		54246.51		53345.82	

Nota: "SD" significa "sociodemográficas".

\* $p < 0.05$ .

\*\* $p < 0.001$ .

La variable de "estrato socioeconómico" predefinida por INEGI se incluyó en los modelos preliminares, pero se eliminó de los presentados finalmente aquí porque mostraba alta colinealidad con la variable de tamaño de localidad; sin embargo, se considera que el conjunto de las cuatro variables sociodemográficas que se incluyeron provee información

en este sentido. También en corridas preliminares de los modelos se habían incluido dos variables de gestión sobre la percepción de calidad del servicio de agua potable en términos de la presión y continuidad del suministro. Sin embargo, fueron excluidas de los modelos porque no añadían poder explicativo significativo.

Los hallazgos más importantes en relación con estos tres modelos apuntan a la variable de modo de cobro como predictor importante de las prácticas de ahorro de agua. Esto es coincidente con los estudios de conservación de agua doméstica que se enfocan en variables económicas o de precio (Inman & Jeffrey, 2006; Koop, Van Dorssen, & Brouwer, 2019; Olmstead & Stavins, 2009; Salazar-Adams & Pineda-Pablos, 2010; Saurí, 2013; Tanverakul & Lee, 2015). La categoría de modo de cobro a través de la medición del consumo es la que indica el efecto más grande. Quienes se encuentran en esta categoría muestran un 30% ( $\text{Exp}[\beta] = 1.30, p < 0.001$ ) más de prácticas de ahorro reportadas en comparación con aquellos que no pagan el agua. Por otra parte, aquellos hogares donde hay un cobro fijo, independiente del volumen consumido, muestran un 24% ( $\text{Exp}[\beta] = 1.24, p < 0.001$ ) más de prácticas de ahorro en comparación con el grupo de referencia, que no paga el agua y que, por lo tanto, podría decirse que está fuera del marco normativo-administrativo que regula la relación consumo-cobro del agua. Esto prueba, al menos en parte, que conforme se fortalece o se formaliza la relación entre consumo y cobro a través de la medición volumétrica del consumo, las personas tienden a conservar más el agua en sus hogares, lo cual confirma hallazgos previos en otras partes del mundo (Tanverakul & Lee, 2015).

A nivel nacional, en el Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO) de la Conagua, se había estimado el porcentaje de micromedición del agua en los hogares de México entre 54 y 61% en el periodo de 2002 a 2012 (Hansen & Alcocer, 2013). Un par de años después, el porcentaje de hogares cuyo cobro del agua depende de un micromedidor es de apenas 44% de los hogares conectados a redes públicas de agua potable de acuerdo con los datos de la ENH 2017 y el MOHOMA aquí reportados. Esto significa que existe una importante brecha de gestión para el logro de la conservación de agua como medida adaptativa frente a los efectos hídricos y de temperatura del cambio climático. Esta brecha implica, por un lado, una falta de información a modo de retroalimentación para el propio usuario doméstico respecto a sus comportamientos de uso y conservación; y por otro, la ausencia de indicadores confiables que sirvan como base para el diseño de política pública en esta materia.

En segundo lugar, también los efectos de la percepción de cambios en la temperatura y precipitación, así como el impacto de algún fenómeno climático en el hogar se mantuvieron a través de los modelos; pero es importante señalar que dicho efecto fue pequeño para todas las variables de este conjunto, como se detalla a continuación.

Las prácticas de ahorro de agua tanto entre quienes perciben lluvias más intensas como menos intensas se diferencia de modo estadísticamente significativo con respecto a aquellos que no perciben ningún cambio en la lluvia. Sin embargo, la dirección de tales diferencias parece ser contraintuitiva, pues quienes perciben lluvias más intensas son aquellos que reportan la realización de mayor número de prácticas de

conservación. Quienes perciben lluvias más intensas tienden a mostrar un 10% más de prácticas de ahorro en el hogar con respecto a quienes no perciben ningún cambio en la lluvia ( $\text{Exp}[\beta] = 1.10, p < 0.001$ ). Quienes perciben lluvias menos intensas reportan en promedio un 7% más de prácticas de ahorro de agua ( $\text{Exp}[\beta] = 1.07, p < 0.001$ ). El hecho de que aquellos que perciben lluvias más intensas tiendan a reportar más prácticas de ahorro de agua podría relacionarse con la experiencia de inundaciones, pues en la base de datos del MOHOMA se observa que éste fue el fenómeno reportado con más frecuencia entre quienes dijeron que su hogar había sido impactado por un evento climático. Las inundaciones se asocian muchas veces con la afectación sobre el suministro de agua potable, lo cual apuntaría a un asunto de calidad del agua, más que de cantidad, como podría ser el caso para aquellos que perciben menos intensidad de las lluvias. Es necesario continuar explorando a detalle estos datos en el futuro para encontrar una explicación plausible a tales resultados, e incluir otro tipo de variables climáticas y poblacionales para controlar dichos efectos.

Con respecto a la percepción del cambio en la temperatura, aquellos que percibieron ésta como más calurosa en relación con los últimos cinco años realizaron en promedio hasta 7% ( $\text{Exp}[\beta] = 1.07, p < 0.001$ , modelo 2) y 6% ( $\text{Exp}[\beta] = 1.06, p < 0.001$ , modelo 3) más prácticas de ahorro de agua en comparación con aquellos que no percibieron ningún cambio. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre aquellos que no percibieron ningún cambio en la temperatura y aquellos que percibieron temperaturas menos calurosas. Este hallazgo confirma lo encontrado por Moglia *et al.* (2009) en Australia, al indicar una relación



positiva entre la temperatura y el ahorro de agua. Sin embargo, tales resultados contradicen parcialmente lo que señalan estos autores respecto a que el uso y ahorro de agua en los hogares es más sensible a los cambios en la temperatura y consecuente evaporación, que a los cambios en la precipitación. En los modelos 2 y 3, la percepción de cambio en la precipitación mostró efectos mayores que la percepción de cambio en la temperatura; aunque esto puede relacionarse con la forma en que estos indicadores han sido medidos en el MOHOMA a través de la percepción de las personas informantes y no con base en una medición instrumental sistemática de variables climáticas. Ello apunta a la importancia de la percepción humana como mediadora entre los cambios en los parámetros climáticos y las estrategias de adaptación practicadas.

Aquellos en hogares afectados por un evento climático en el año inmediato anterior a la encuesta mostraron un 7% ( $\text{Exp}[\beta] = 1.07$ ,  $p < 0.001$ , en el modelo 2) y 8% ( $\text{Exp}[\beta] = 1.08$ ,  $p < 0.001$ , en el modelo 3) más de prácticas de ahorro de agua en comparación con aquellos hogares que no experimentaron dichos impactos. Como ya se señaló, los dos fenómenos climáticos reportados con más frecuencia en la encuesta fueron las inundaciones y las sequías. Moglia *et al.* (2018) señalan que la experiencia reciente con la sequía puede promover la conservación del agua doméstica. Los datos particulares del tipo de fenómeno climático que afectó a los hogares mexicanos, aunque sí se reportan en el MOHOMA, no se incluyeron en este análisis debido a la menor calidad de los registros; sin embargo, en futuros estudios se busca incorporar una mayor variedad de factores relacionados con el cambio climático.

Por último, entre las variables sociodemográficas con los efectos más importantes, se encuentra que tener mayor nivel educativo y una edad productiva (de 31 a 70 años) se relaciona de forma positiva con el reporte de realización de prácticas de ahorro de agua, lo cual confirma lo que se ha observado en estudios previos (Corral-Verdugo *et al.*, 2003; Corral-Verdugo & Frías-Armenta, 2006). Por otra parte, la categoría “hombre” mostró menor incidencia de prácticas de ahorro de agua doméstica en comparación con la categoría “mujer”. Esto probablemente refleja ciertos roles domésticos de los que son responsables de forma usual las mujeres, y que implican uso y ahorro de agua en los hogares; pero tales resultados deben tomarse con cautela, pues el sexo de la persona, así como otras variables sociodemográficas individuales, se refieren al representante que respondió la encuesta en referencia a las prácticas en su hogar, y no en referencia a sus prácticas individuales específicas.

El tamaño de la localidad donde se encontraba el hogar también mantuvo un efecto significativo y consistente a través de los tres modelos, indicando que las localidades urbanas en todos los casos tienden a reportar mayor cantidad de prácticas de ahorro en los hogares; y esta significancia se incrementa al pasar del modelo 1, que solo incluye la medición del consumo, a los modelos 2 y 3, que integran además variables climáticas. Esto podría deberse al efecto relativo de la urbanización y la concentración poblacional sobre una mayor probabilidad de escasez, o al menos de percepción de escasez de agua, en comparación con la que podría ocurrir en localidades rurales. También es necesario considerar que algunas de las prácticas de ahorro implicaban el

uso de implementos que son más frecuentes en hogares urbanos que en los rurales (p. ej., lavadoras, lavavajillas, automóviles, etc.). Esto también indica, en consonancia con lo señalado por Liu, Wang, Zhao, Ao y Yang (2020) para comunidades en China, la necesidad de distinguir los factores culturales, actitudinales, de infraestructura, y de gestión entre localidades urbanas y rurales. Una gran mayoría de los estudios científicos en este campo se ha enfocado en las primeras, en detrimento de las segundas, y México no es la excepción al respecto.

Finalmente, es necesario considerar estos resultados a la luz del contexto más amplio del uso y la gestión del agua doméstica en México, pues los hogares representan tan sólo una de las múltiples unidades sociales que serían responsables de su adecuada gestión. El artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos señala a los gobiernos municipales como los principales responsables de la prestación y gestión de los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado y tratamiento, y disposición de aguas residuales (Aboites, 2009; Pineda-Pablos, 2002). Sin embargo, la literatura ha evidenciado de modo consistente, con pocas excepciones, la baja capacidad y alta ineficiencia que tienen los organismos municipales para gestionar el agua de uso público urbano tanto en términos de su eficiencia física (cuánta agua producida llega en realidad a los usuarios y se factura) como comercial (cuánta del agua facturada llega a cobrarse de manera efectiva) y global (el producto de multiplicar la eficiencia física y la eficiencia comercial) (Hansen & Alcocer, 2013; Lutz-Ley & Salazar-Adams, 2011). También se ha analizado la eficiencia financiera de organismos operadores, aunque no para todo el país (Galindo-Escamilla, 2019).

En un contexto de organismos ineficientes, con grandes deudas, infraestructura envejecida o deficiente, pobremente financiados y muchas veces cooptados por factores políticos, establecer políticas efectivas de gestión de la demanda a nivel doméstico representa un reto importante. En un sentido más trascendente, las fallas en el desempeño se han asociado con una pérdida de confianza de la ciudadanía en sus instituciones y esto puede traducirse en un bajo involucramiento ciudadano en cualquier práctica de ahorro de agua, o más generalmente, en cualquier política gubernamental (Rivera, 2019). Es posible que muchos ciudadanos encuentren difícil involucrarse en el ahorro de agua en sus hogares si, además, la ciudad tiene altas pérdidas por fugas e ineficiencias.

Los resultados del análisis aquí presentado apuntan a la importancia de impulsar y financiar medidas de gestión basadas en el aumento de la micromedición y acompañadas de intervenciones para incrementar las capacidades ciudadanas sobre prácticas de conservación. Esto podría mejorar no solo nuestra capacidad adaptativa frente a los impactos hídricos del cambio climático, sino también otros indicadores de desempeño aquí señalados. A pesar de su influencia relativamente pequeña, la percepción cada vez mayor de los impactos climáticos podría tener efectos sinérgicos positivos en contextos donde las ciudades sean mejores gestoras de agua.

## Conclusiones

El objetivo general de este trabajo fue explorar, mediante análisis de regresión, el efecto relativo de tres tipos de variables sobre las prácticas de ahorro de agua doméstica en hogares mexicanos: variables sociodemográficas (sexo, edad, nivel educativo y tamaño de localidad); de gestión (modo de cobro del agua consumida de la red pública); y de cambio climático (percepción de cambios en la temperatura y la precipitación, y si el hogar fue impactado por un fenómeno climático). Estas relaciones se exploraron utilizando datos de 13 038 hogares participantes en la Encuesta Nacional de los Hogares, desarrollada por INEGI en 2017, junto con su Módulo de Hogares y Medio Ambiente. Entre las contribuciones más importantes de este trabajo se encuentra la inclusión en el análisis de variables asociadas con cambio climático y su efecto sobre la conservación de agua doméstica, así como cubrir una brecha importante en el conocimiento de este tema en México, gracias a un conjunto de datos que son representativos a nivel nacional y trastocan un tema crítico en las próximas décadas: los impactos del cambio climático global sobre los recursos hídricos del país.

A partir de los hallazgos de este estudio se encontró que más de la mitad de los hogares encuestados reportan cuatro o menos de las prácticas de ahorro de agua doméstica incluidas en el MOHOMA, lo cual indica un área de oportunidad importante en materia de política pública e intervenciones para la sostenibilidad hídrica en los hogares mexicanos. Es interesante ver que las prácticas disminuyen conforme se vuelven más complejas, costosas, o requieren ciertos conocimientos; tal es el caso de

la captura de agua de lluvia, que fue la menos reportada (apenas 9% de la muestra reportó su realización), a pesar de que estudios en otras partes del mundo indican la importante contribución de esta estrategia para reducir el consumo que los hogares hacen del agua de las redes públicas.

La variable de modo de cobro es un predictor importante de las prácticas de ahorro de agua en los hogares. La categoría de modo de cobro a través de medidor del consumo (micromedición) es la que muestra el efecto más grande en cuanto a la categoría de referencia (hogares que no pagan el agua), y éste se sostiene estadísticamente significativo aun incluyendo variables climáticas y sociodemográficas. Las variables climáticas asociadas con percepciones de cambios en temperatura, precipitación y haber experimentado impactos de un fenómeno climático en el hogar tienen efectos también positivos, pero más pequeños sobre las prácticas de ahorro de agua (de 7 a 10%), aunque igualmente significativos.

Estos hallazgos apuntan a la importancia de la gestión e institucionalización de la relación consumo-cobro del servicio mediante la micromedición volumétrica como un factor clave en la conservación de agua de uso doméstico en un contexto de cambio climático en México. También apunta a la importancia que podría tener la experiencia progresiva del cambio climático y sus efectos (mayores temperaturas, lluvias más variables, fenómenos extremos más frecuentes) sobre la disposición del público a establecer, y aceptar formas más institucionalizadas y regulares de la medición de su consumo y el cobro del servicio, y otras políticas de conservación en los hogares.

Sin embargo, esto también abre la discusión a dos temas centrales en la gestión del agua de uso doméstico en México: primero, las implicaciones de justicia socioambiental para aquellos incapaces de pagar el servicio y la necesidad de, aun así, garantizar el derecho humano al agua en el país. Segundo, es imperiosa la necesidad de abordar las relaciones de confianza y transparencia entre los organismos operadores de agua y sus comunidades de usuarios, para prevenir o aminorar el alto costo político que usualmente tiene cualquier intervención relacionada con la micromedición y los cambios en esquemas tarifarios que por lo general la acompañan. Aunque establecer una cobertura de micromedición generalizada no es de manera necesaria equivalente a establecer un esquema tarifario o un sistema de cobro más eficiente, definitivamente la primera permite que la segunda ocurra. La literatura revisada en este trabajo reporta que el uso de instrumentos económicos en la conservación de agua doméstica tiende a representar altos costos políticos para los gestores y tomadores de decisiones, haciendo de éste un factor limitante de la gestión hídrica eficiente para muchas ciudades, no solo las mexicanas. Sin embargo, en el contexto del cambio climático y sus efectos, la falta o disminución del acceso al agua de calidad y cantidad suficientes para el consumo en los hogares tendría un costo político aún mayor, sin considerar el costo social, ambiental y económico de dicha falta.

Entre las limitaciones del presente trabajo se encuentra que los datos han dependido del autorreporte de las personas representantes de los hogares, y esto no ha podido contrastarse con mediciones sistemáticas de variables climáticas o de fenómenos meteorológicos extremos. En



futuras investigaciones en este campo es necesario incluir otro tipo de indicadores climáticos y de gestión pública del agua a nivel local, no solo aquellos basados en la percepción, que son subjetivos y altamente relativos a las condiciones de cada hogar y persona. Con todo, los indicadores basados en la percepción son críticos en los estudios de las dimensiones humanas del cambio climático, pues percibir un problema es requisito necesario para que las personas respondan a él. El mismo caso existe con las prácticas de ahorro de agua, que son reportadas por la persona que responde en referencia a todo su hogar. Otro aspecto limitante es que el nivel de representatividad de los datos es nacional y ello dificulta utilizar otro tipo de datos socioeconómicos y de riesgo climático que son producidos por agencias como la Conagua a nivel municipal, o de cuenca.

En el futuro inmediato se plantea la necesidad de avanzar en este campo de estudios mediante la incorporación de otras variables de interés a partir del catálogo contenido tanto en las distintas ediciones de la ENH como en el MOHOMA, y que ampliaría las posibilidades de diagnóstico en materia de adaptación y mitigación del cambio climático (p. ej., en temas de uso de energía, movilidad, contaminación y salud). Una posibilidad analítica es utilizar estas bases de datos para regionalizar el territorio nacional mediante criterios hídricos, climáticos y socioeconómicos; y comparar cómo se diferencian las percepciones sobre el cambio climático, la realización de las prácticas de ahorro y el peso relativo que tienen sobre ellas tanto la micromedición como las variables de percepción climática. Existe un gradiente climático y ecológico importante en México, y es muy probable que el peso relativo de estas variables sea distinto para el norte



y sur del país. Por último, se recomienda la búsqueda de otro tipo de datos compatibles que den cuenta de aspectos de vulnerabilidad en materia hídrica, en desarrollo y en salud humana que estén disponibles en menores niveles de agregación espacial.

## Referencias

- Aboites, L. (2009). *La decadencia del agua de la nación. Estudio sobre desigualdad social y cambio político en México. Segunda mitad del siglo XX*. México, DF, México: El Colegio de México.
- Berkes, F., & Jolly, D. (2002). Adapting to climate change: Social-ecological resilience in a Canadian western Arctic community. *Conservation Ecology*, 5(2), 18. Recuperado de <http://www.consecol.org/vol5/iss2/art18>
- Bigurra-Alzati, C. A., Ortiz-Gómez, R., Vázquez-Rodríguez, G. A., López-León, L. D., & Lizárraga-Mendiola, L. (2020). Water conservation and green infrastructure adaptations to reduce water scarcity for residential areas with semi-arid climate: Mineral de la Reforma, Mexico. *Water*, 13(1), 45. DOI: 10.3390/w13010045
- Böhm, G., Pfister, H. R., Salway, A., & Fløttum, K. (2019). Remembering and communicating climate change narratives. The influence of world views on selective recollection. *Frontiers in Psychology – Environmental Psychology*, 10, 1026. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.01026

- Campbell, H. E., Johnson, R. M., & Larson, E. H. (2004). Prices, devices, people, or rules: The relative effectiveness of policy instruments in water conservation. *Review of Policy Research*, 21(5), 637-662. DOI: 10.1111/j.1541-1338.2004.00099.x
- Conagua, Comisión Nacional del Agua. (2018). *Estadísticas del agua en México. Edición 2018*. Ciudad de México, México: Comisión Nacional del Agua.
- Corral-Verdugo, V., Bechtel, R. B., & Fraijo-Sing, B. (2003). Environmental beliefs and water conservation: An empirical study. *Journal of Environmental Psychology*, 23(3), 247-257. DOI: 10.1016/S0272-4944(02)00086-5
- Corral-Verdugo, V., & Frías-Armenta, M. (2006). Personal normative beliefs, antisocial behavior, and residential water conservation. *Environment and Behavior*, 38(3), 406-421. DOI: 10.1177/0013916505282272
- Galindo-Escamilla, E. (2019). Buscando la eficiencia financiera en pequeños sistemas de agua potable. Una propuesta metodológica. *Tecnología y ciencias del agua*, 10(3), 219-248. DOI: 10.24850/j-tyca-2019-03-09
- García-Salazar, J. A., & Mora-Flores, J. S. (2008). Tarifas y consumo de agua en el sector residencial de la Comarca Lagunera. *Región y Sociedad*, 20(42), 119-132. DOI: 10.22198/rys.2008.42.a511

- Hansen, M. P., & Alcocer, V. H. (2013). *Indicadores de gestión prioritarios en organismos operadores. Informe final (HC1308.1)*. México, DF, México: Comisión Nacional del Agua. Recuperado de [http://www.pigoo.gob.mx/Informes/HC1308-1\\_IndicadoresdeGestionPrioritariosenOrganismosOperadores.pdf](http://www.pigoo.gob.mx/Informes/HC1308-1_IndicadoresdeGestionPrioritariosenOrganismosOperadores.pdf)
- Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(9), 3232-3237. DOI: 10.1073/pnas.1109936109
- Inman, D., & Jeffrey, P. (2006). A review of residential water conservation tool performance and influences on implementation effectiveness. *Urban Water Journal*, 3(3), 127-143. DOI: 10.1080/15730620600961288
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Encuesta nacional de los hogares 2017*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/enh/2017/>
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Módulo de hogares y medio ambiente de la encuesta nacional de los hogares*. Recuperado de [www.inegi.org.mx/programas/mohoma/2017/#:~:text=El%20pro%20p%20sito%20del%20M%20dulo%20de,adopc%20n%20de%20medidas%20ambientales%20y](http://www.inegi.org.mx/programas/mohoma/2017/#:~:text=El%20pro%20p%20sito%20del%20M%20dulo%20de,adopc%20n%20de%20medidas%20ambientales%20y)

- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Annex II: Glossary. In: Pachauri, R. K., Meyer, L. A. (eds.), & Core Writing Team. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, (pp. 117-130). Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policy makers*. Recuperado de [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf)
- Jaramillo-Mosqueira, L. A. (2005). Evaluación econométrica de la demanda de agua de uso residencial en México. *El Trimestre Económico*, 72(286), 367-390. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31340942005>
- Khastagir, A., & Jayasuriya, N. (2010). Optimal sizing of rainwater tanks for domestic water conservation. *Journal of Hydrology*, 381(3-4), 181-188. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.11.040

- Kitroeff, N. (2020). "Es una guerra": la lucha por el agua estalla en la frontera de México. *The New York Times-América Latina*. Recuperado de <https://www.nytimes.com/es/2020/10/14/espanol/america-latina/chihuahua-mexico-pago-agua.html#:~:text=5-,'Es%20una%20guerra'%3A%20la%20lucha%20por%20el%20agua%20estalla,recurso%20cada%20vez%20m%C3%A1s%20escaso>
- Koop, S. H. A., Van Dorssen, A. J., & Brouwer, S. (2019). Enhancing domestic water conservation behaviour: A review of empirical studies on influencing tactics. *Journal of Environmental Management*, 247, 867-876. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.06.126
- Liu, Y., Wang, Y., Zhao, H., Ao, Y., & Yang, L. (2020). Influences of building characteristics and attitudes on water conservation behavior of rural residents. *Sustainability*, 12(18), 7620. DOI: 10.3390/su12187620
- Lutz-Ley, A. N., Lee, R., Peralta, Y., & Scott, C. A. (2018). Water-exporting deserts: Food and water security in North America's transboundary Sonoran Desert. In: Allan, A., Bromwich, B., Keulertz, M., & Colman, A. (eds.). *Oxford handbook of water, food and society* (pp. 344-362). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Lutz-Ley, A. N., & Salazar-Adams, A. (2011). Evolución y perfiles de eficiencia de los organismos operadores de agua potable en México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 26(3), 563-599.

- Maas, C. (2009). *Greenhouse gas and energy co-benefits of water conservation. Research Report of POLIS Project on Ecological Governance*. University of Victoria. Recuperado de <http://dspace.library.uvic.ca/handle/1828/7966>
- Martínez-Austria, P. F., Bandala, E. R., & Patiño-Gómez, C. (2016). Temperature and heat wave trends in northwest Mexico. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 91, 20-26. DOI: 10.1016/j.pce.2015.07.005
- Martínez-Austria, P. F., Patiño-Gómez, C., & Tamayo-Escobar, J. E. (2014). Análisis de tendencias climáticas en la cuenca baja del río Yaqui, Sonora, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(6), 135-149
- Mateos, E., Santana, J. S., Montero-Martínez, M. J., Deeb, A., & Grunwaldt, A. (2016). Possible climate change evidence in ten Mexican watersheds. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 91, 10-19. DOI: 10.1016/j.pce.2015.08.009
- McCord, H. (11 de septiembre, 2021). A sinking, thirsty city: The water crisis in Mexico City. *Latin America Reports*. Recuperado de <https://latinamericareports.com/a-sinking-thirsty-city-the-water-crisis-in-mexico-city/6075/>
- Moglia, M., Cook, S., & Tapsuwan, S. (2018). Promoting water conservation: Where to from here? *Water*, 10(11), 1510. DOI: 10.3390/w10111510

- Moglia, M., Grant, A. L., & Inman, M. P. (2009). Estimating the effect of climate on water demand: Towards strategic policy analysis. *Australasian Journal of Water Resources*, 13(2), 81-94. DOI: 10.1080/13241583.2009.11465363
- Montero-Martínez, M. J., Martínez-Jiménez, J., Castillo-Pérez, N. I., & Espinoza-Tamarindo, B. E. (2010). Escenarios climáticos en México proyectados para el siglo XXI: precipitación y temperaturas máxima y mínima. En: Martínez-Austria, P., & Patiño-Gómez, C. (eds.). *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático* (pp. 39-63). Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Navarro-Estupiñan, J., Robles-Morua, A., Vivoni, E. R., Zepeda, J. E., Montoya, J. A., & Verduzco, V. S. (2018). Observed trends and future projections of extreme heat events in Sonora, Mexico. *International Journal of Climatology*, 38(14), 5168-5181. DOI: 10.1002/joc.5719
- Olmstead, S. M., & Stavins, R. N. (2009). Comparing price and non-price approaches to urban water conservation. *Water Resources Research*, 45(4), W04301. DOI: 10.1029/2008WR007227
- Paredes, A. (17 de octubre, 2018). El cambio climático: llegamos ya a la hora cero. *Forbes México*. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/el-cambio-climatico-llegamos-ya-a-la-hora-cero/>



- Pineda-Pablos, N. (2002). La política urbana de agua potable en México: del centralismo y los subsidios a la municipalización, la autosuficiencia y la privatización. *Región y Sociedad*, 14(24), 41-69. DOI: 10.22198/rys.2002.24.a698
- Rivera, S. (2019). Confianza y participación política en América Latina. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 64(235), 555-583. DOI: 10.22201/fcpys.2448492xe.2019.235.65728
- Salazar-Adams, A., & Pineda-Pablos, N. (2010). Factores que afectan la demanda de agua para uso doméstico en México. *Región y Sociedad*, 22(49), 3-16. DOI: 10.22198/rys.2010.49.a420
- Saurí, D. (2013). Water conservation: Theory and evidence in urban areas of the developed world. *Annual Review of Environment and Resources*, 38, 227-248. DOI: 10.1146/annurev-environ-013113-142651
- Staddon, C. (2010). *Do water meters reduce domestic consumption? A summary of available literature*. Working paper. Bristol, UK: Department of Geography and Environmental Management, University of the West of England.
- Tanverakul, S. A., & Lee, J. (2015). Impacts of metering on residential water use in California. *Journal of the American Water Works Association*, 107(2), E69-E75. DOI: 10.5942/jawwa.2015.107.0005
- Williams, A. P., Cook, B. I., & Smerdon, J. E. (2022). Rapid intensification of the emerging southwestern North American megadrought in 2020–2021. *Nature Climate Change*, 12(3), 232-234. DOI: 10.1038/s41558-022-01290-z