

<https://doi.org/10.69639/arandu.v11i2.343>

Demanda de agua para uso doméstico en Tlaxcala, México

Demand for water for domestic use in Tlaxcala, Mexico

José Luis Montesillo Cedillo

jlmontesillo@uaemex.mx

<https://orcid.org/0000-0001-9605-8001>

Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca - México

Miguel Angel Cruz Vicente

miguelcruz_vicente@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8401-0406>

Universidad Autónoma de Guerrero
Acapulco - México

Artículo recibido: 20 agosto 2024 - Aceptado para publicación: 26 septiembre 2024
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

El objetivo fue estimar la demanda de agua para uso doméstico de Tlaxcala para el periodo 2000-2021, en función del producto interno bruto, como proxy del ingreso, la precipitación promedio anual, la población total del estado y la tarifa del agua en pesos por metro cúbico. Metodología: Se estimó un modelo econométrico de series tiempo con en el programa E-views. La estimación nos permite afirmar que la elasticidad-ingreso de la demanda de agua fue del orden de 0.362; la elasticidad-población de -0.437; la elasticidad-precio de -0.077 y la elasticidad-precipitación de 0.178. Valor: los resultados permiten afirmar que la elasticidad-precio de la demanda de agua es inelástica al precio. Limitaciones del estudio: la muestra es reducida, pero los resultados obtenidos son consistentes con los principios de la teoría económica. La demanda de agua para uso doméstico en Tlaxcala es inelástica al precio, al ingreso, a la población y a la precipitación.

Palabras clave: elasticidad-precio, elasticidad-ingreso, elasticidad-precipitación y elasticidad-población

ABSTRACT

The objective was to estimate the demand for water for domestic use in Tlaxcala for the period 2000-2021, based on the gross domestic product, as a proxy for income, average annual precipitation, the total population of the state and the water rate in pesos per meter. cubic. Methodology: An econometric time series model was estimated with the E-views program. The estimation allows us to affirm that the income elasticity of water demand was of the order of 0.362; the population elasticity -0.437; the price elasticity of -0.077 and the precipitation elasticity of 0.178. Value: the results allow us to affirm that the price elasticity of water demand is inelastic

to price. Limitations of the study: the sample is small, but the results obtained are consistent with the principles of economic theory. The demand for water for domestic use in Tlaxcala is inelastic to price, income, population and precipitation.

Keywords: price-elasticity, income-elasticity, precipitation-elasticity and population-elasticity

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

La producción de agua es un proceso natural (ciclo hidrológico), que se realiza en los grandes reservorios de agua; es uno de los varios servicios ecosistémicos ofrecidos para la supervivencia. El agua tiene diferentes usos, los cuales suelen dividirse en: 1) usos consuntivos y 2) no consuntivos; los primeros se refieren al consumo del recurso hídrico en los diferentes sectores usuario e impactan negativamente su disponibilidad; mientras que los usos no consuntivos la utilizan y la retornan al ciclo hidrológico. Los usos consuntivos del agua en México se dividen en: agrícola, abastecimiento público (doméstico y público urbano), industrial integrado y electricidad; y los no consuntivos: hidroeléctrica y para la conservación ecológica.

En México, el agua para uso doméstico es un derecho social y se encuentra plasmado en la Constitución (Artículo 4^{to}) y el Estado (en sus tres niveles de gobierno) lo debe garantizar. En el Artículo 115 constitucional se determinan los servicios que debe brindar el municipio libre y soberano, entre ellos se encuentra el suministro de agua potable, aunque muchas de las veces las autoridades municipales por su incapacidad de ofrecer un buen servicio renuncian a esta función y lo delegan a un operador federal, a un organismo público descentralizado del gobierno estatal, a un privado (concesión) o se fusionan con la empresa privada (asociación pública-privada).

Conocer la demanda de agua para uso doméstico en las diferentes entidades federativas que conforman la República Mexicana, en el caso de Tlaxcala, es indispensable para una gestión eficiente y sostenible de sus recursos hídricos. Permite planificar el suministro, garantizando la continuidad y calidad del servicio; para la educación y concientización de la población sobre el uso responsable y eficiente, en la instrumentación de políticas tarifarias acordes al consumo real, analizando los factores que influyen en su demanda, comprender sus efectos y su proyección futura. Además, es clave para el desarrollo urbano y regional.

Ubicación geográfica

Tlaxcala es una de las 32 entidades federativas de la República Mexicana, se ubica en la mesorregión Centro; Tlaxcala de Xicohtécatl es su ciudad capital. Tiene una superficie territorial de 3 996.6 km² (representa el 0.2% de la superficie continental nacional), en este espacio geográfico están asentados los 60 municipios que integran la entidad federativa. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2024a), las 60 municipalidades están conformadas por 1 175 localidades (1 050 rurales y 125 urbanas, *infra*).

La entidad se localiza en las siguientes coordenadas geográficas: al este 97°37'31", al oeste 98°42'30" de longitud oeste, al norte 19°43'44" y al sur 19°06'18" de latitud norte. Colinda al oeste con Puebla, Estado de México e Hidalgo, al este y sur con Puebla, y al norte con los estados de Hidalgo y Puebla. La altitud oscila entre 2 230 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) a 4 438 msnm (Congreso del Estado de Tlaxcala, 2022).

Figura 1
Colindancia y división territorial de Tlaxcala



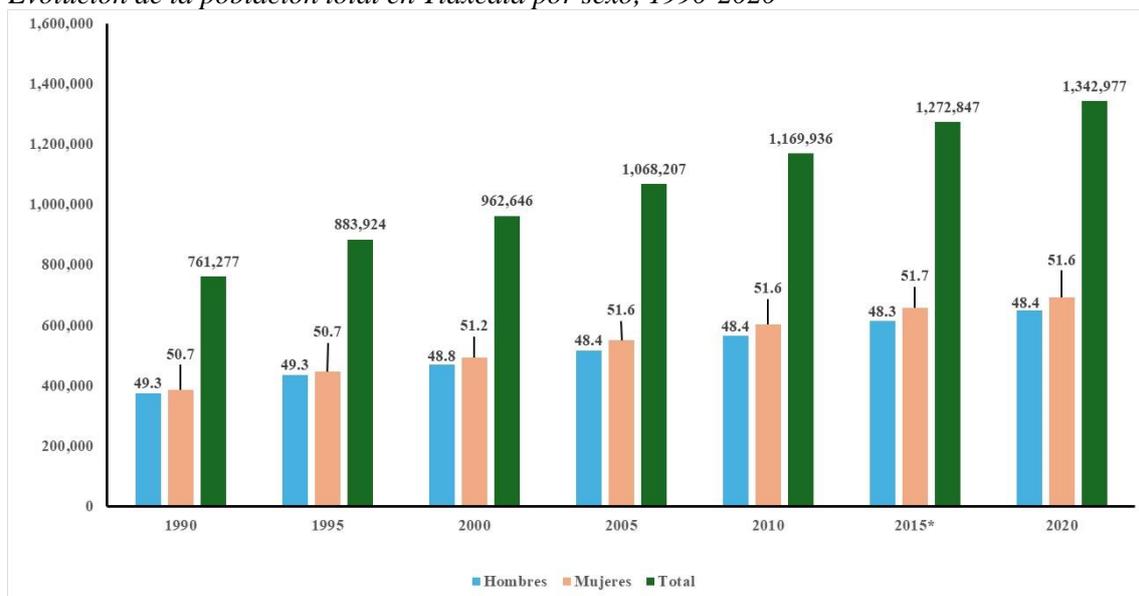
Fuente: INEGI (2024).

Aspecto demográfico

De acuerdo con la información arrojada por el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), la población de Tlaxcala ascendía a 1 342 977 habitantes, de los cuales 693 083 son personas del sexo femenino y el resto 649 894 son hombres, en porcentaje representan el 51.6 para las mujeres y el 48.4 son personas del sexo masculino. La relación hombres mujeres es de 93.7, es decir, por cada 100 mujeres, existen, aproximadamente, 94 hombres. El promedio de hijos e hijas nacidos vivos es de 2.1. La esperanza de vida se incrementó para ambos sexos, pasó de 70.9 años en 2023 a 71.1 años para 2024 en los hombres y para las personas del sexo femenino fue de 77.3 en 2023 a 77.6 años para 2024 (INEGI, 2024b).

Figura 2

Evolución de la población total en Tlaxcala por sexo, 1990-2020



Fuente: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal [INAFED] (2023).

Del total de la población el 1.3% (18 094 personas) se considera afroamericana o afrodescendiente y el 5.1% (67 824 habitantes) es la población en hogares censales indígenas. La Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), realiza la cuantificación de los indígenas en función de su hogar bajo el principio de identidad étnica en el ámbito doméstico (CDI, 2015, p. 10).

El 83% de la población (1 114 671 personas) se encuentra asentada en localidades urbanas y el 17% (228 306 habitantes) en rurales. En México la diferencia entre lo urbano y rural está en función del número de habitantes. Se considera rural cuando la localidad tiene menos de 2 500 habitantes y urbana todo lo contrario, es decir, es aquella donde habitan más de 2 500 personas. Además, dada la extensión territorial y conocida la población total, Tlaxcala es una de las entidades federativas con mayor densidad poblacional (por debajo de la Ciudad de México y de los estados de México y Morelos), la cual asciende a 336 personas por km².

En el territorio tlaxcalteca confluyen dos zonas metropolitanas: 1) Puebla-Tlaxcala y 2) Tlaxcala-Apizaco. La zona Puebla-Tlaxcala está formada por 39 municipios (19 corresponden al estado de Puebla y 20 a Tlaxcala), integrados en una superficie territorial de 2 392.4 km², agrupando, en el año 2020, una población cercana a 3 199 530 habitantes. La zona metropolitana Tlaxcala-Apizaco está conformada por 19 municipios (todos ellos corresponden a Tlaxcala), abarca un área de 708.1 km², con una población de 570 308 personas (Congreso del Estado de Tlaxcala, 2022).

Aspecto social

De acuerdo con Midgley (1999), el desarrollo social es un proceso de promoción del bienestar. En Navarro (2006), se identifican diferentes modelos y regímenes de bienestar social.

Se evocan dos modelos sobre la medición del bienestar, por un lado, se ubica la iniciativa para una vida mejor (en inglés, Better Life Initiative), realizada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2011) y por el otro lado la propuesta planteada dentro del paradigma del Buen Vivir (León, 2015); ambos modelos integran variables económicas, sociales, ambientales y de convivencia social.

En México la construcción del estado de bienestar comenzó a gestarse con la promulgación de la Constitución Política de 1917; reafirmada con la aprobación de la Ley General de Desarrollo Social y ratificada con las adiciones realizadas en mayo de 2020 al Artículo 4^o de la Constitución. El bienestar económico, en México, es uno de los componentes para la medición de la pobreza multidimensional, los otros se circunscriben al aspecto territorial (cohesión social) y a los derechos sociales (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL], 2019), y se asocia al desarrollo social (Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], 2012). El desarrollo social está conformado por cuatro indicadores: 1) rezago social, 2) marginación, 3) pobreza y 4) desarrollo humano.

Tabla 1
Indicadores del Desarrollo Social de Tlaxcala, 2000-2020

Año/Indicador	Rezago Social	Marginación	Pobreza	Desarrollo Humano
2000	0.01916	-0.1849	39.7	0.774
2005	0.04523	-0.1292	31.8	0.790
2010	-0.05134	10.036	60.3	0.732
2015	-0.17366	15.920	52.2	0.749
2020	-0.04053	19.871	58.3	0.738

Nota: el indicador de pobreza para los años 2000 y 2005 es el promedio aritmético de la pobreza alimentaria, de capacidades y patrimonial. El Índice de Marginación de 2010, 2015 y 2020 fueron calculados a partir del Método de Distancia de Pena Trapero (método DP2), desarrollado para hacer comparaciones intertemporales y espaciales (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2020).

Fuente: Rezago Social para 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020 (CONEVAL, 2020). Marginación para 2000 (CONAPO, 2001), para 2005 (CONAPO, 2006) y para 2010, 2015 y 2020 (CONAPO, 2022). Pobreza para 2000 y 2005 (CONEVAL, 2024a) y para 2010, 2015 y 2020 (CONEVAL, 2024b). Desarrollo humano para 2000 y 2005 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2009) y para 2010, 2015 y 2020 (PNUD, 2022).

En los derechos sociales (educación, salud, seguridad social, alimentación y vivienda) –la información de los derechos sociales corresponde al año 2020, en otro caso se indica el año correspondiente– están inmersas una serie de variables que miden la calidad de vida y las características del objeto de estudio (en este caso particular corresponde al estado de Tlaxcala).

- **Educación:** el grado promedio de escolaridad es de 9.8 años (primer año de educación media superior), con una tasa de analfabetismo de 3.3% (población de 15 años y más que no saben leer ni escribir un recado) y alrededor de 84 de cada 100 personas (83.9%) no presentan rezago educativo.

- **Salud:** el 71.8% de la población está afiliada a los servicios de salud. El mayor número de la población está registrada en el Instituto de Salud para el Bienestar (55.1%) y el 1.6% se atienden en instituciones privadas.
- La seguridad social se plantea como medio de subsistencia ante accidentes o circunstancias sociales (vejez, embarazo) de los individuos y su exclusión vulnera su nivel de vida (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2006). En este contexto, el 25.3% de la población de 65 años y más reciben ingresos por jubilación contributiva (pensión, atención a la salud y seguridad social). Además, durante el año 2017, el 15.8% de la población de 15 años o más cotizó en alguna institución de seguridad social y 38 de cada 100 (38.1%) no se considera en situación de carencia por acceso a la seguridad social (CONEVAL, 2024c).
- **Alimentación:** 26 de cada 100 (26.1%) personas residen en un hogar donde el ingreso es igual o mayor al valor de la línea de pobreza por ingresos (valor de la canasta alimentaria y no alimentaria). El 53.8% de la población reside en un hogar con seguridad alimentaria (comida suficiente) y 77.3% es la población sin carencia por acceso a la alimentación nutritiva y de calidad.
- **Vivienda:** el 91.9% de la población habita en una vivienda sin carencia por acceso a servicios básicos, 71 de cada 100 (71.3%) habita en viviendas propias que cuentan con escrituras.

Aspecto económico

La estructura económica de Tlaxcala muestra que el sector terciario tiene el mayor porcentaje con un 55% (tres puntos porcentuales por debajo del promedio nacional que ascendió al 58%), seguido por las actividades del sector secundario con el 36.5% (3.2% por arriba del promedio nacional) y el sector primario participó con el 3.4% (ligeramente menor al promedio nacional de 3.9%) (INEGI, 2023a).

Durante el año 2022 el Producto Interno Bruto (PIB) de Tlaxcala registró una variación incremental a tasa anual de 2.3%; sectorialmente las actividades primarias tuvieron un crecimiento anual de 3.4%; las secundarias un incremento del 4.1% y el sector terciario de 1.2% (INEGI, 2023b). En términos absolutos, el PIB nominal ascendió a 175 098 millones de pesos. Un dato relevante es la caída del PIB de Tlaxcala durante la pandemia por covid-19 (2020) que fue del 12.13% en términos reales (Congreso del Estado de Tlaxcala, 2022, p. 287).

De acuerdo con el INEGI (2020), 638 352 es la población de 12 años y más económicamente activa (PEA), donde el 59.5% son hombres y el resto (40.5%) son personas del sexo femenino. Del total de la PEA 97 de cada 100 personas (97.4%) se encuentran ocupadas. Del total de las personas ocupadas el 40.8% son mujeres y 59 de cada 100 (59.2%) son personas del sexo masculino. En el cuarto trimestre de 2023 la PEA de Tlaxcala fue de 1.34 millones de

personas. La fuerza laboral ocupada alcanzó 1.3 millones de personas (41.5% mujeres y 58.5% hombres) con un salario promedio mensual de 4 650 pesos. Se registraron 400 200 persona desempleadas, equivalente a una tasa de desempleo del 3% (Data México, 2024).

De la Población No Económicamente Activa (405 251 personas), 70 de cada 100 (70.7%) son mujeres y el 29.3% corresponde a los varones. De este grupo de la población el 37.6% son estudiantes, 46 de cada 100 (46.4%) son personas que se dedican a los quehaceres del hogar, el 5.1% son pensionados o jubilados y 3 de cada 100 (3.4%) son personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar (INEGI, 2020).

Tabla 2

Población Económicamente Activa, No Activa, ocupada y desocupada, por sexo 1990-2020

Años	PEA		Ocupada		Desocupada		No PEA	
	H	M	H	M	H	M	H	M
1990	164 020	39 888	157 949	38 660	164 020	39 888	83 067	220 843
2000	232 964	99 869	229 702	98 883	232 964	99 869	95 297	255 807
2010	306 633	150 416	288 888	145 635	17 745	4 781	108 275	308 066
2020	379 794	258 558	367 935	254 030	367 935	254 030	118 565	286 686

Nota: PEA (Población Económicamente Activa), No PEA (Población No Económicamente Activa), H (Hombre) y M (Mujer).

Fuente: Para 1990, 2000 y 2010 (INAFED, 2024) y para 2020 (INEGI, 2020).

La Secretaría de Economía (SE, 2024) tiene registradas 82 700 empresas, las cuales se encuentran distribuidas de la manera siguiente: *i*) 96.3% son microempresas, *ii*) 3.1% pequeñas y *iii*) 0.5% son medianas empresas. Además, tenía registrados en el año 2023 seis parques industriales, señalando que las telecomunicaciones es el sector con un gran potencial de crecimiento.

La Inversión Extranjera Directa (IED), promedio, durante el periodo 1999-2023 fue de 170 133 989.4 Millones de Dólares (MDD), la cual se dirigió al sector secundario y terciario; y fueron las que generaron el mayor volumen y valor de la producción, olvidándose del sector primario, el cual, según el Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAE), en el tercer trimestre de 2021 tuvo un retroceso del 5.1% (Congreso del Estado de Tlaxcala, 2022).

Tabla 3

Inversión Extranjera Directa en Tlaxcala, 2023

País de origen	Inversión (dólares)	Porcentaje
Alemania	2 274 053.81	2.43
España	15 824 499.13	16.88
Estados Unidos	75 599 838.26	80.65
Brasil	35 472.24	0.04
Total	93 733 863.44	100.00

Fuente: Data México (2024).

Las ventas promedio durante el periodo de 2006 a 2023 ascendieron a 831 874 250.3 MDD, su principal socio comercial son los Estados Unidos de América. Las ventas de Tlaxcala con el país del norte de América fueron, en 2023, 1 264 824 311.0 MDD, equivalente al 90.8 por ciento de las ventas totales. Los tres principales sectores exportadores son: 1) Máquinas, aparatos y material eléctrico, y sus partes (363 MDD), 2) Muebles; mobiliario médico quirúrgico; artículo de cama y similares (266 MDD) y 3) Máquinas, aparatos y artefactos mecánicos, y sus partes (261 MDD) (SE, 2004).

Figura 3

Ventas y compras internacionales de Tlaxcala, 2006-2023



Fuente: Data México (2024).

Aspecto hidrológico: oferta y demanda de agua

En México la oferta (disponibilidad) de agua se integra por las escorrentías de las cuencas hidrológicas (agua superficial, lagos y lagunas) y las aguas subterráneas (acuíferos), la cual depende de los servicios ecosistémicos (ciclo hidrológico [precipitación]) fundamentales para la supervivencia y bienestar de la población (aprovisionamiento de agua), y la infraestructura construida (presas) para el acopia de agua (almacenamiento). La demanda de agua se compone por los usos consuntivos y no consuntivos, la cual está en función de los diferentes sectores usuarios (agrícola, industria, abastecimiento público, electricidad e industria autoabastecida), y para fines de gestión se han creado una serie de organismos de participación ciudadana dependiendo del tipo de usuarios de las aguas nacionales (consejo de cuenca, comité de cuenca, comité técnico de aguas subterráneas, entre otros).

En base al Sistema Nacional de Información del Agua (SINA, 2024), Tlaxcala (para fines de gestión y política del agua) se ubica dentro de dos Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA): 1) Balsas (RHA IV) y 2) Aguas del Valle de México (RHA XIII). En tres Regiones

Hidrológicas (RH): 1) RH 18 Balsas, 2) RH 26 Pánuco y 3) RH 27 Norte de Veracruz; y cuatro acuíferos: 1) 2901 Alto Atoyac, 2) 2902 Soltepec, 3) 2903 Huamantla y 4) 2904 Emiliano Zapata.

El escurrimiento medio superficial (oferta de agua en Tlaxcala) durante el año 2022 ascendió a 8 089 hm³/año, con una recarga media de acuíferos de 371 hm³/año y una precipitación promedio anual (2000-2022) de 702.5 milímetros (mm), presentando una máxima precipitación en el año 2014 con 885.0 mm y una mínima en 2022 con 498.8 mm. Además, se adiciona el agua acumulada en la infraestructura construida (presas) para este fin, la cual es de 54.5 hm³ de NAMO (Nivel de Aguas Máximas Ordinarias) (SINA, 2024). Cabe señalar que el 25% del agua utilizada es superficial y el resto (75%) proviene de fuentes subterráneas (Universidad Autónoma de México [UNAM], 2024).

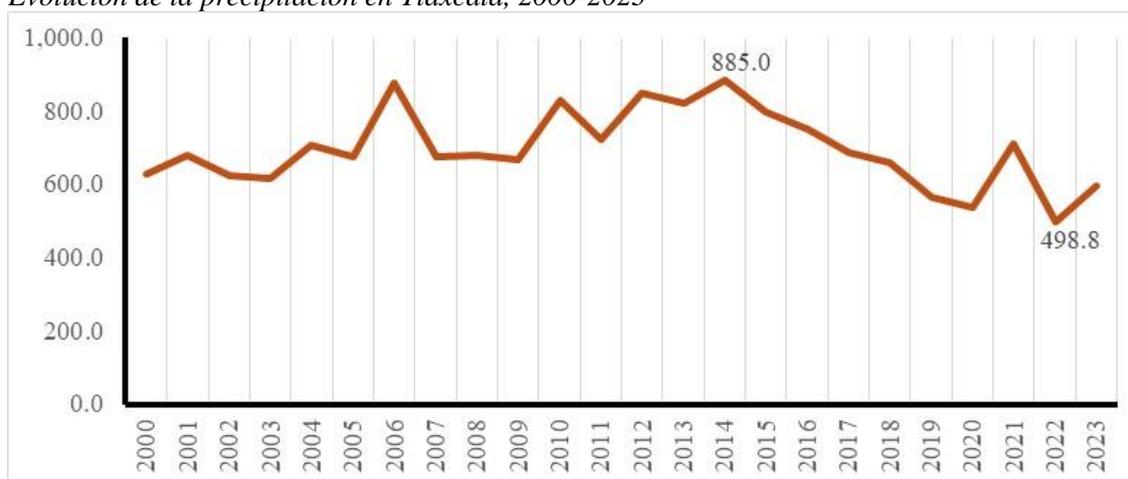
Por el lado de la demanda (año 2022) se identifican los usos consuntivos exclusivamente; los cuales dispusieron de 284 hm³/año, utilizados de la manera siguiente: agrícola (172.7), abastecimiento público (92.3) e industria autoabastecida (19.8); en porcentajes representan 60.6, 32.4 y 7.0, respectivamente. De acuerdo con el SINA (2024), el acuífero Emiliano Zapata es el que presenta la menor disponibilidad de agua para otorgar concesiones (338 110 m³ anuales); esto implica una disponibilidad y un volumen considerado de aguas subterráneas.

De acuerdo con la información de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional del Agua (SEMARNAT/CONAGUA, 2022, p. 18), el recurso hídrico renovable per cápita en Tlaxcala durante el año 2020 fue de 657 m³/habitante/año, muy por debajo del promedio nacional que ascendía a 3 663 m³/habitante/año; y con un alto grado de presión sobre los recursos hídricos en la RHA IV y muy alto en la RHA XIII (SINA, 2024); aunque la entidad federativa tiene un grado de presión medio (32.3%), esto es resultado de las bajas precipitaciones, por ejemplo, el promedio nacional en 2022 fue de 743.4 mm, mientras que en Tlaxcala ascendió a 498.8 mm, además, presentó una baja en el agua renovable per cápita durante el año 2022 con 639 m³/habitantes/año, considera como una escasez hídrica.

En la primera quincena de junio de 2024, el monitor de sequía del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2024b), identificó y clasificó a los 60 municipios que integran el estado de Tlaxcala de acuerdo con la intensidad de su sequía de la manera siguiente: 1) 20% de los municipios presentan sequía moderada, 2) 70% se ubican dentro de una sequía severa y c) 10% tienen sequía extrema; lo cual limita el uso del agua para usos diferentes al doméstico, el cual se ofrece de manera tandeada.

Figura 4

Evolución de la precipitación en Tlaxcala, 2000-2023



Nota: valor máximo y mínimo de la precipitación en milímetros (mm).

Fuente: SMN (2024).

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG, 2024), el porcentaje de la población con agua entubada en la vivienda o predio, respecto de la población total en viviendas particulares en el año de 2020 fue de 97.55. Por otro lado, se tiene que el 90.4% de las viviendas particulares habitadas disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público (INEGI, 2024c).

Según el informe del año 2022 sobre la situación de pobreza y rezago social, en Tlaxcala había 9 400 personas habitando viviendas sin acceso al agua (Secretaría de Bienestar, 2024); es decir, el 91.9% de la población habita en viviendas que cuentan con agua entubada dentro de su vivienda o agua entubada dentro del terreno, sin embargo, solamente el 37.1% de la población, con respecto a la población total, tiene acceso al agua entubada todos los días dentro de la vivienda (CONEVAL, 2024c). Para el acopio de agua cerca de 83 de cada 100 (82.8%) viviendas particulares habitadas disponen de tinaco y el 28.8% tienen cisterna o aljibe (INEGI, 2024c).

En suma, dos son las RHA que se ubican dentro del territorio tlaxcalteca: 1) Balsas y 2) Aguas del Valle de México. Dentro de la RHA Balsas se ubican 56 municipios, con una población total de 1 257 476 personas en 319 986 viviendas particulares habitadas, de las cuales el 89.2% de estas (viviendas) disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público, además, el 24.1 y 82.2% almacenan agua en cisternas (o aljibe) y en tinacos, respectivamente. En la RHA Aguas del Valles de México son cuatro los municipios con una población de 85 501 personas habitando 21 591 viviendas particulares, de las cuales alrededor de 97 de cada 100 (96.8%) de las viviendas disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público, además, el 29.6% almacenan agua en aljibe (o cisterna) y 84 de cada 100 (84.4%) lo hacen en tinacos.

Por el lado de la inversión sectorial se tiene que durante el periodo 2000-2022 la inversión promedio realizada en el sector agua, para las zonas urbanas y rurales, fue de 117.9 Millones de Pesos (MDP); durante el mismo periodo solamente el 25.9% (30.6 MDP) se aplicó al subsector

agua potable, y el resto se dirigió a los demás componentes (alcantarillado, saneamiento, mejoramiento de la eficiencia, entre otros).

De acuerdo con la información plasmada y divulgada en el Segundo Informe de Gobierno (2023, p. 165-166), la inversión se aplicó para el funcionamiento de pozos de agua, líneas de conducción, drenaje, plantas de tratamiento, suministro y colocación de sistemas de cosecha de agua de lluvia, para mejorar el servicio de agua potable y saneamiento.

Figura 5

Aplicación de la inversión en el subsector agua, 2000-2022



Nota: El valor de 2017 se obtuvo a partir de una interpolación lineal entre los años 2016 y 2018.

Fuente: CONAGUA (2000), CONAGUA (2002), CONAGUA (2003), SEMARNAT/CONAGUA (2004), SEMARNAT/CONAGUA (2006), SEMARNAT/CONAGUA (2007), SEMARNAT/CONAGUA (2008), SEMARNAT/CONAGUA (2009), SEMARNAT/CONAGUA (2010), SEMARNAT/CONAGUA (2011), SEMARNAT/CONAGUA (2012), SEMARNAT/CONAGUA (2013), SEMARNAT/CONAGUA (2014), SEMARNAT/CONAGUA (2015), SEMARNAT/CONAGUA (2016), SEMARNAT/CONAGUA (2017), SEMARNAT/CONAGUA (2019), SEMARNAT/CONAGUA (2020), SEMARNAT/CONAGUA (2021), SEMARNAT/CONAGUA (2022), SEMARNAT/CONAGUA (2023).

Las inversiones dirigidas al funcionamiento de pozos de agua son para el aseguramiento de las actividades productivas y satisfacer la demanda de agua para uso doméstico, dado que el 91.3% del agua para el abastecimiento público (doméstico y público urbano) proviene de fuentes subterráneas; ya que las aguas superficiales presentan altos niveles de contaminación por aguas residuales (Vázquez, García y López, 2021), para lo cual la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH), realizó la recomendación No. 10/2017 por la violación a los derechos humanos por un medio ambiente saludable, saneamiento del recurso hídrico y el libre acceso a la información, en relación con la contaminación de los ríos Atoyac, Xochiac y sus afluentes. Por lo tanto, es relevante conocer la demanda de agua de uno de los sectores usuarios de aguas subterráneas, con el fin último de una gestión eficiente y sostenible.

De acuerdo con Hicks (1974), la teoría de la demanda ha transitado por cuatro estadios: 1) equilibrio parcial (teoría de Marshall), 2) equilibrio general (teoría de Pareto), 3) las aportaciones realizadas por W. E. Johnson y E. Slutsky, y 4) asociada a los Fundamentos del Análisis

Económico (P. A. Samuelson), donde la teoría de la demanda se analiza desde una de las herramientas del análisis económico: *la econometría*. Además, subraya que la econometría es la forma más perfeccionada de la investigación económica (p. 15). Nauges y Reynaud (2001) recalcan que, en la década de los ochenta del siglo pasado mucha literatura económica estadounidense se desarrolló en dos ejes: 1) la correcta especificación de la función de demanda de agua residencial y 2) los métodos econométricos apropiados para su estimación. Lo que ha provocado numerosos debates es la inclusión de variables climatológicas y de escasez de agua, constituyendo una importante área de estudio.

Por consiguiente, el objetivo de la presente investigación fue estimar la función de la demanda de agua para uso doméstico en función del producto interno bruto (PIB), como *proxy* del ingreso, la precipitación promedio anual (PRE), la población total del estado (P) y la tarifa de agua potable para consumo doméstico (TA) en pesos por metro cúbico (m³).

En este sentido, la demanda es fundamental en la teoría microeconómica y es esencial en la discusión de las aplicaciones de la econometría a las unidades familiares (Intriligator, 1990); además, el consumo de agua potable puede modelarse como la demanda de cualquier bien (Galindo y Montesillo, 1999, p. 28); aunque Ruijs (2007, p. 113-114), restringe a tres las funciones de demanda de agua para su estimación: 1) función lineal de demanda (derivada de una función cuadrática de utilidad), 2) función log-log (doble logarítmica) y 3) función derivada a partir de una función de utilidad Stone-Geary. Además, para la estimación de la demanda de agua para uso doméstico se han propuesto diferentes métodos, técnicas y especificaciones funcionales (Arbúes, 2006); utilizando datos de series de tiempo, transversales o en panel; y para comprobar la robustez del modelo se evalúan con diferentes pruebas estadísticas de aceptación o rechazo (Cassoni, 1991; Castro, Loría y Mendoza, 2000; Carrascal, González y Rodríguez, 2001 y Montesillo y Palacios, 2006); provocando la ampliación del debate sobre la demanda de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La estimación de la función de demanda de agua potable para el estado de Tlaxcala se realizó con base en los datos de la Tabla 4 y comprende el periodo 2000-2021. La dotación de agua potable en litros por habitante por día fue la variable dependiente (DAP); las variables independientes fueron el producto interno bruto (PIB), como *proxy* del ingreso, la precipitación promedio anual (PRE), la población total del estado (P) y la tarifa de agua potable para consumo doméstico (TA) en pesos por metro cúbico (m³).

Tabla 4

Dotación de agua potable en litros/habitante/día, producto interno bruto (PIB) población total y tarifas de agua potable para consumo doméstico

Años	Dotación de agua potable (l/h/d)	PIB. Millones de pesos, 2013 = 100	Población Total (habitantes)	Tarifas de agua potable para consumo doméstico (pesos/m ³)
2000	182	51 220	962 646	0.88
2001	184	53 561	997 423	0.94
2002	185	59 585	1 015 106	1.27
2003	185	83 254	1 031 821	4.58
2004	182	89 790	1 048 336	4.68
2005	184	79 279	1 072 332	5.42
2006	182	77 890	1 085 367	5.86
2007	187	79 020	1 102 012	5.99
2008	183	83 247	1 116 945	3.54
2009	176	81 740	1 131 664	4.29
2010	170	88 810	1 180 152	4.71
2011	168	86 032	1 200 585	4.90
2012	183	89 919	1 215 066	5.11
2013	180	87 658	1 232 830	5.31
2014	176	90 363	1 250 374	5.52
2015	176	96 459	1 272 847	5.64
2016	177	96 860	1 272 847	6.73
2017	177	95 585	1 272 847	9.33
2018	177	98 882	1 272 847	10.29
2019	170	103 565	1 272 847	10.08
2020	150	91 087	1 342 977	10.08
2021	150	94 889	1 342 977	10.10

Fuente: CONAGUA (2000), CONAGUA (2002), CONAGUA (2003), SEMARNAT/CONAGUA (2004), SEMARNAT/CONAGUA (2006), SEMARNAT/CONAGUA (2007), SEMARNAT/CONAGUA (2008), SEMARNAT/CONAGUA (2009), SEMARNAT/CONAGUA (2010), SEMARNAT/CONAGUA (2011), SEMARNAT/CONAGUA (2012), SEMARNAT/CONAGUA (2013), SEMARNAT/CONAGUA (2014), SEMARNAT/CONAGUA (2015), SEMARNAT/CONAGUA (2016), SEMARNAT/CONAGUA (2017), SEMARNAT/CONAGUA (2019), SEMARNAT/CONAGUA (2020), SEMARNAT/CONAGUA (2021), SEMARNAT/CONAGUA (2022), SEMARNAT/CONAGUA (2023).

Para que el modelo proporcionara los mejores resultados posible se utilizaron variables ficticias (*dummy*), denotadas por D, para las variables independientes PIB, PRE y P, toda vez, que el modelo estimado así lo manifestó, tal y como puede observarse en la Tabla 5.

Tabla 5*Variables ficticias para cada una de las variables independientes del modelo estimado*

Años	D PIB	D P	D PRE
2000	0	0	1
2001	0	0	1
2002	0	0	1
2003	1	0	1
2004	1	0	0
2005	0	0	1
2006	0	0	0
2007	0	0	1
2008	1	0	1
2009	1	0	1
2010	1	0	0
2011	1	1	0
2012	1	1	0
2013	1	1	0
2014	1	1	0
2015	1	1	0
2016	1	1	0
2017	1	1	1
2018	1	1	1
2019	1	1	1
2020	1	1	1
2021	1	1	0

Fuente: elaboración propia.

El modelo se estimó por medio de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con las variables ficticias (D) (*supra*). De forma que el modelo estimado se planteó de la forma siguiente:

$$AP = c + c_1*PIB - c_2*P - c_3*TA + c_4*PRE + c_5*PRED + c_6*PD - c_7*PIBD$$

La estimación del modelo se realizó con el paquete econométrico *Eviews 11*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del modelo propuesto fueron:

$$AP = 202.97 + 0.000974*PIB - 0.000127*P - 2.3325*TA + 0.0619*PRE + 0.0231*PRED + 0.000012*PD - 0.00011*PIBD$$

Los resultados obtenidos son consistentes con los postulados de la teoría económica en relación con los signos de cada una de las variables explicativas consideradas. Así, el signo del ingreso es positivo desde el umbral de 83 254 miles de millones de pesos y negativo para valores inferiores a dicho umbral; el de la población negativo a partir de 1 200 585 –dada la reducida disponibilidad natural de agua que registra el estado de Tlaxcala– y positivo cuando la población

es menor a dicha cantidad; el de la tarifa es negativo –como corresponde a una curva de demanda– finalmente, el de la precipitación es positivo.

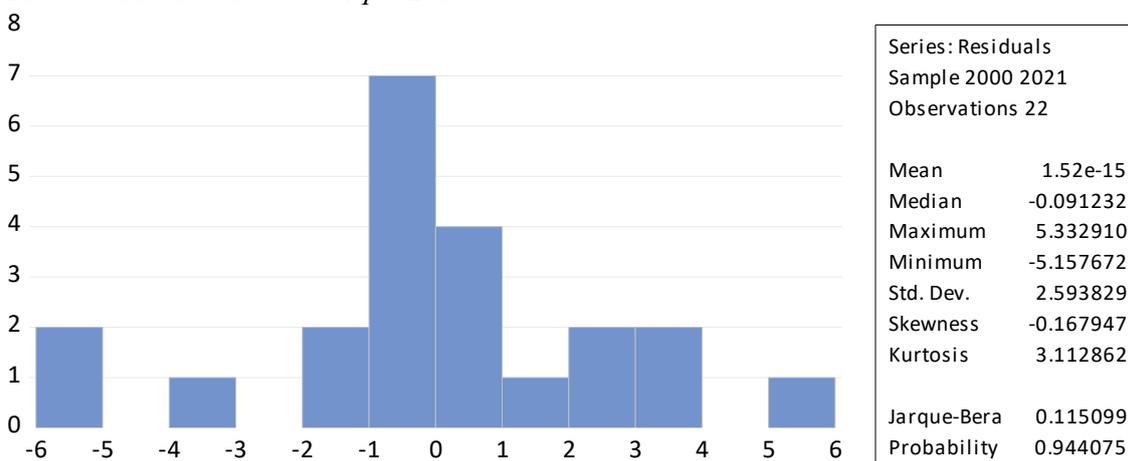
La bondad de ajuste, representada por la R^2 , fue de 0.9334 y el R^2 ajustado ascendió a 0.899. Por su parte, el estadístico F arrojó un valor de 27.974, con un valor probabilístico de 0.000, y el estadístico de *Dubin-Watson* a 2.356, el cual se considera alto, pero se corrigió con base en el modelo propuesto por *Bartlett y Newey* (*HAS errores estándar y covarianza*).

Por otro lado, la prueba de *correcta especificación funcional de Ramsey* arrojó un resultado probabilístico de 0.2508; la prueba de *Breusch-Godfrey, concerniente a la correlación o autocorrelación serial de primer orden*, ascendió a 0.100; la prueba referente a la *heteroscedasticidad de Breusch-Pagan-Godfrey* de 0.2974; la *prueba de Harvey* de 0.207 y la de *White sin términos cruzados* de 0.1409.

La Figura 6 representa el histograma de normalidad con la *prueba de Jarque-Bera*, por lo que se puede afirmar que los residuos tienen una distribución normal.

Figura 6

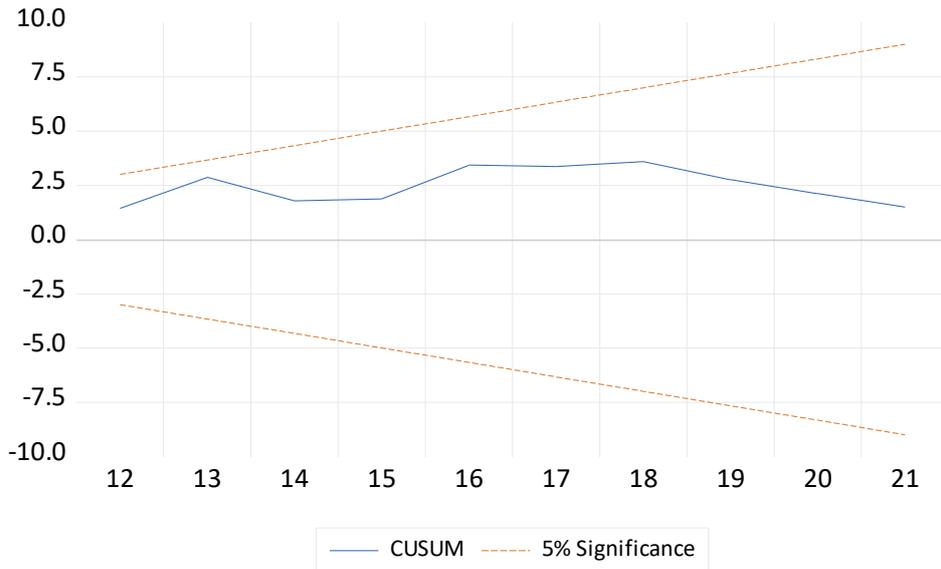
Prueba de normalidad de Jarque-Bera



Fuente: elaboración a partir del modelo econométrico estimado.

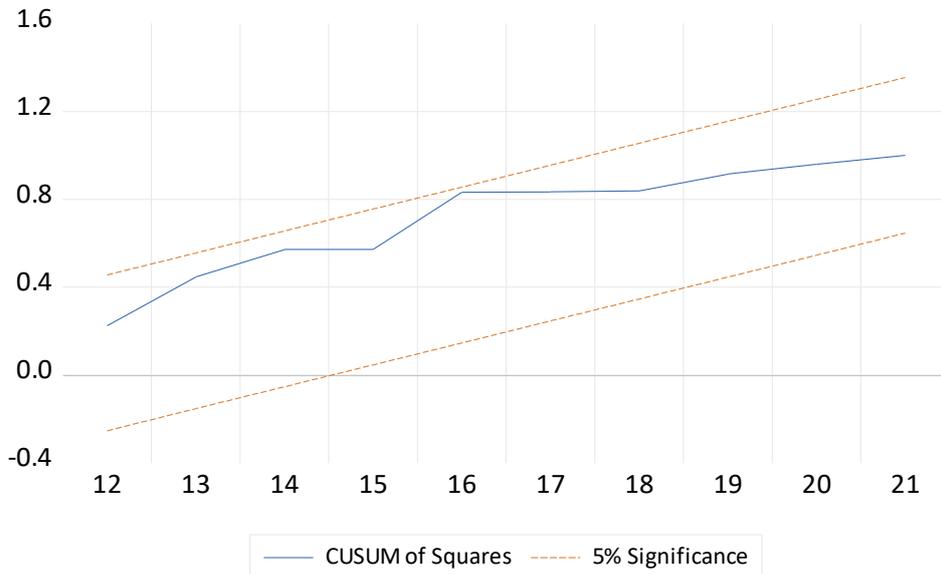
En las Figura 7 y 8 se presentan las pruebas de estabilidad paramétrica *Cusum* y *Cusum al cuadrado* al 5% de significancia.

Figura 7
Estabilidad paramétrica Cusum



Fuente: elaboración con base en el modelo econométrico estimado.

Figura 7
Estabilidad paramétrica Cusum al cuadrado



Fuente: elaboración con base en el modelo econométrico estimado.

Como el modelo se estimó en su forma lineal, las elasticidades (ϵ) no son constantes para el periodo considerado. De tal manera que las elasticidades se obtienen mediante la fórmula $\beta_i \cdot (X/Y)$, donde β_i se refiere al parámetro de la variable en cuestión; X a la variable independiente y Y a la variable dependiente. Por eso, a continuación, se presentan en la Tabla 6, al igual el promedio de dichas elasticidades para el periodo considerado, tal y como lo marcan los cánones al respecto.

Tabla 6

Elasticidades-precio (TA); elasticidad-ingreso (PIB); elasticidad-población (P) y elasticidad-precipitación promedio anual en milímetros (P)

Año	ϵ PIB	ϵ P	ϵ TA	ϵ PRE
2000	-0.031	0.065	-0.011	0.213
2001	-0.032	0.066	-0.012	0.229
2002	-0.035	0.067	-0.016	0.209
2003	0.438	0.068	-0.058	0.206
2004	0.481	0.070	-0.060	0.090
2005	-0.047	0.071	-0.069	0.228
2006	-0.047	0.073	-0.075	0.111
2007	-0.046	0.072	-0.075	0.224
2008	0.443	0.074	-0.045	0.230
2009	0.452	0.078	-0.057	0.235
2010	0.509	0.085	-0.065	0.113
2011	0.499	-0.908	-0.068	0.099
2012	0.479	-0.843	-0.065	0.107
2013	0.474	-0.870	-0.069	0.106
2014	0.500	-0.902	-0.073	0.116
2015	0.534	-0.918	-0.075	0.105
2016	0.533	-0.913	-0.089	0.098
2017	0.526	-0.913	-0.123	0.241
2018	0.544	-0.913	-0.136	0.232
2019	0.593	-0.951	-0.138	0.205
2020	0.591	-1.137	-0.157	0.222
2021	0.616	-1.137	-0.157	0.293
Promedio	0.362	-0.437	-0.077	0.178

Fuente: elaboración propia con base en los datos de la tabla 4 y los parámetros estimados.

Resulta pertinente aclarar que en Tlaxcala el porcentaje de la población con agua entubada en la vivienda o predio, respecto de la población total en viviendas particulares alcanzó el 97.55%, es decir, está por encima del promedio nacional (96.11%) de acuerdo con el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG, 2023). Sin embargo, se considera que en Tlaxcala el acceso al agua potable es un derecho vulnerado, porque de acuerdo con la CONAGUA en el año 2018 más de 10 000 personas carecían de dicho servicio al interior de su vivienda (Medrano, 2020, p. 12).

Si bien, las elasticidades estimadas varían año con año, tal y como se muestra en Tabla 6, el promedio del periodo considerado indica que la elasticidad-ingreso (ϵ PIB) fue del orden de 0.362. Lo cual concuerda con los principios de la teoría económica, porque aumenta la demanda conforme aumenta el ingreso, además es inferior a uno, lo cual pone de manifiesto que es un bien de primera necesidad.

Por su parte, la elasticidad-población es del orden de -0.437, cuyo signo negativo revela la escasez del agua en dicha entidad federativa de los Estados Unidos Mexicanos. En

consecuencia, a medida que aumenta la población el consumo *per cápita* se ve reducido, tal y como se infiere de los datos de la Tabla 6.

Por otro lado, la elasticidad-precio (ϵ TA) es negativa, tal y como lo apunta la teoría económica referente a la teoría de la demanda en general. Además, es cercana a cero, al alcanzan un valor de -0.077, lo cual revela que es un bien de primera necesidad, tal y como no cabe duda al respecto a escala planetaria.

Finalmente, en lo referente a los valores estimados, se obtuvo que la elasticidad-precipitación (ϵ PRE) fue de 0.178, lo cual revela que ante aumentos de la disponibilidad natural aumenta la demanda de agua potable, posiblemente derivado de la reducción de la disponibilidad *per cápita* de agua, tal y como se puede observar en la Tabla 4.

Los resultados obtenidos referentes a la elasticidad-precio para la entidad federativa de Tlaxcala son consistentes con algunos resultados obtenidos para otras entidades federativas de México. Así, Torres-Sombra, *et. al.*, (2013, p. 304) para la entidad federativa de Sinaloa estimaron una elasticidad precio de la demanda de agua para uso residencial de -0.087 (inelástica). Por su parte, en el sector residencial la elasticidad precio de la demanda de agua fue de -0.188 (Bautista-Mayorga, *et. al.* 2023, p. 286).

Por otro lado, Guzmán-Soria, *et al.*, (2013, p. 190) hallaron una elasticidad-precio del agua para el sector urbano de Guanajuato de -0.012. A su vez, para el caso de Hermosillo, Sonora, México, Salazar Adams y Pineda Pablos (2010, p. 116) estimaron una elasticidad precio de la demanda de agua para uso doméstico de -0.23 y una elasticidad-ingreso de 0.18, lo cual, en términos estadísticos, concuerdan con las estimaciones realizadas en la presente investigación para las variables mencionadas.

Para el caso de la entidad federativa de Sonora, México, Morales Ramírez, *et. al.*, (2017, p. 389) encontraron que la elasticidad-precio de la demanda de agua para consumo doméstico es inelástica, y una relación positiva entre la demanda del bien en cuestión y el ingreso, los cuales concuerdan con lo estimado para el caso de Tlaxcala.

Castro Rosales y Sisto (2015, p. 237) para México estimaron una elasticidad-precio de -0.18; por su parte, Briseño Ramírez y Declé Castro (2016, p. 20) para el consumo urbano en México hallaron una elasticidad-precio de la demanda de agua para uso doméstico de -0.21; una elasticidad-ingreso de 0.73 y la de población de -1.16.

A continuación, se exponen algunos de los resultados obtenidos para América Latina. Así, la estimación de la elasticidad-precio de la demanda de agua para uso doméstico en Manizales, Colombia, fue de -0.10; la elasticidad-ingreso 0.05 y la elasticidad-precipitación fue de -0.0003 (Jiménez, *et.al.*, 2017, p. 168-169). Para el caso de Chile, Acuña (2017, p. 1), estimo una elasticidad-precio de -0.12 y una elasticidad-ingreso de 0.20. Finalmente, la elasticidad-precio del agua para uso doméstico en España fue -0.759 y la elasticidad-ingreso ascendió a 0.056 (Gálvez, *et. al.*, 2016, p. 21).

Tal y como acaba de exponerse, los resultados de algunas estimaciones de la elasticidad-precio de la demanda; la elasticidad-ingreso; la elasticidad-precipitación y la elasticidad-población para algunas entidades federativas de México, para todo México, para algunos países de América Latina y para España, son similares a las obtenidas en la presente investigación.

Para concluir, el Foro Económico Mundial, en su Informe de Riesgos Mundiales 2019 (World Economic Forum, 2019, 14th ed.), reconoce al agua como uno de los retos con mayor presión social, política y económica en el ámbito global y deja claro que casi toda actividad humana está entrelazada con el agua.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, al igual que las presentadas para algunas entidades federativas de los Estados Unidos Mexicanos, para todo México, para algunos países de América Latina y para España, el agua para uso doméstico es inelástica respecto del precio o de la tarifa; al igual que para el ingreso; para la población y para la precipitación. De ahí la sugerencia de mejorar su gestión para garantizar la preservación del recurso en condiciones aptas para el consumo humano.

Por supuesto, se requieren más estudios a profundidad al respecto, para seguir analizando y avanzando en las propiedades económicas del agua para consumo humano y de esta manera transitar cada día en una mejor gestión del recurso hídrico.

REFERENCIAS

- Acuña, G. (2017). *Elasticities of water demand in Chile*. Munich Personal RePEc Archive (MPRA), Paper No. 82916, 1-16. Recuperado de: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/82916/1/MPRA_paper_82916.pdf
- Arbués G., F. (2006). *Herramientas y métodos para caracterizar la demanda urbana de agua*. Jornadas Internacionales sobre Modelos Hydroeconómicos y Herramientas para la Implementación de la Directiva Marco Europea del Agua.
- Bautista-Mayorga, F., García-Salazar, J. A., y Mora-Flores, J. S. (2023). Análisis econométrico de la demanda de agua en Tijuana, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 14(4), 268-304. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-14-04-06>
- Briseño R., H., y Decle C., J. (2016). Factores asociados al consumo urbano de agua en México: la importancia de la tarifa. *Revista Economía y Política*, (23), 11-24. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/5711/571176613001.pdf>
- Carrascal, U., González, Y. y Rodríguez, B. (2001). *Análisis econométrico con Eviews*. Editorial Alfaomega-Ra-Ma.
- Castro Q., C; Loría D., E. y Mendoza, M. A. (2000). *Eudoxio. Modelo Macroeconómico de la Economía Mexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México/Facultad de Economía.
- Cassoni, A. (1991). *Pruebas de diagnóstico en el modelo econométrico*. Documento de Trabajo. Centro de Investigación y Docencia Económica.
- Castro R., G. y Nicholas P., S. (2015). Precio y manejo del agua urbana en México. *Nóesis Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*. 24(47), 223-242. <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/noesis/article/view/65/4953>
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (2015). *Indicadores socioeconómicos de los pueblos indígenas de México, 2015*. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/239921/01-presentacion-indicadores-socioeconomicos-2015.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2006). *La protección social de cara al futuro: acceso, financiamiento y solidaridad*. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/1dc28c75-1be6-4864-8345-e24cc15529c8/content>
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos (2017). *Recomendación No. 10/2017 sobre la violación a los derechos humanos a un medio ambiente sano, saneamiento del agua y acceso a la información, en relación con la contaminación de los ríos Atoyac, Xochiac y sus afluentes*. Recuperado de:

https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/doc/Recomendaciones/2017/Rec_2017_010.pdf

Comisión Nacional del Agua (2000). *Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/614603/DSAPAS-2000.pdf>

Comisión Nacional del Agua (2002). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/614606/DSAPAS-a-2002.pdf>

Comisión Nacional del Agua (2003). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/614604/DSAPAS-2003.pdf>

Consejo Nacional de Población (2001). *Índices de Marginación, 2000*. Recuperado de:

http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/indices/pdfs/IM2000_docprincipal.pdf

Consejo Nacional de Población (2006). *Índices de Marginación, 2005*. Recuperado de:

http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/margina2005/IM2005_principal.pdf

Consejo Nacional de Población (2020). *Índice de Marginación por entidad federativa y municipio 2020. Nota técnico-metodológica*. Recuperado de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/634902/Nota_tecnica_marginacion_2020.pdf

Consejo Nacional de Población (2022). *Índices de Marginación, 2020*.

<https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2019). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*. Recuperado de:

<https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Metodologia-medicion-multidimensional-3er-edicion.pdf>

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2020). *Población total, indicadores, índice y grado de rezago social, según entidad federativa, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020*. Recuperado de la base de datos de CONEVAL del XII Censo de Población y Vivienda 2000, II Conteo de Población y Vivienda 2005, Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015 y Censo de Población y Vivienda 2020.

https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_de_Rezago_Social_2020_a_nexos.aspx

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2024a). *Pobreza por ingresos y errores estándares 2000 y 2005*. Recuperado de la base de datos de CONEVAL.

<https://www.coneval.org.mx/Medicion/EDP/MP/Paginas/Cambios-2000-2005.aspx>

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2024b). *Medición de la pobreza, Estados Unidos Mexicanos, 2010-2020. Indicadores de pobreza por entidad federativa*. Recuperado de la base de datos de CONEVAL del MCS-ENIGH 2010, Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015 y Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipio-2010-2020.aspx>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2024c). *Sistema de Información de Derechos Sociales (SIDS)*. <https://sistemas.coneval.org.mx/SIDS/Serie2016-2022/Acceso-efectivo-a-derechos-sociales>
- Congreso del Estado de Tlaxcala (2022). *Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027*. Periódico Oficial Número Extraordinario, marzo 28 de 2022. Recuperado de: <https://www.finanzastlax.gob.mx/DocsSF/SF/transparencia/normatividad/estatal/41-otras-plan-estatal-desarrollo-21-27.pdf>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, [CPEUM], Reformada, Diario Oficial de la Federación [D. O. F.], 22 de marzo de 2024, (México). Recuperado de: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Data México (04 de abril de 2024). *Tlaxcala*. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/tlaxcala-tl?timeNetTradeSelector=Year&yearCensus1=year2019>
- Galindo, L. M. y Montesillo C., J. L. (1999). La demanda de agua potable en México: Estimaciones preliminares. *Investigación económica*, 59(227), 27-43. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16671999000100027&lng=es&tlng=es.
- Gobierno del Estado de Tlaxcala (2023). *Segundo Informe de Gobierno*. <https://cgpi.tlaxcala.gob.mx/index.php/evaluacion/informes-de-gobierno/segundo-informe-de-gobierno>
- Guzmán-Soria, E., de la Garza-Carranza, M. T., Rebollar-Rebollar, S., Hernández-Martínez, J., y Terrones-Cordero, A. (2013). Modelo econométrico del consumo urbano e industrial de agua subterránea en Guanajuato, México: 1980-2011. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 4(3), 187-193. <https://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/373/333>
- Hicks, J.R., (1974). *Revisión de la teoría de la demanda*. Fondo de Cultura Económica.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (04 de abril de 2024). *Sistema Nacional de Información Municipal*. <http://www.snim.rami.gob.mx/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). *Panorama sociodemográfico de Tlaxcala: Censo de Población y Vivienda 2020*. Recuperado de:

https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198022.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (07 de diciembre de 2023a). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa (PIBE), Tlaxcala 2022, preliminar*. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/PIBEF/PIBEF2022_Tlax.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (07 de diciembre de 2023b). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa (PIBE) 2022, preliminar*. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/PIBEF/PIBEF2022.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (27 de marzo de 2024a). *Cuéntame de México*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tlax/default.aspx?tema=me&e=29>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (23 de abril de 2024b). *Esperanza de vida al nacimiento por entidad federativa según sexo, serie anual de 2010 a 2024*. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Mortalidad_Mortalidad_09_b87a4bf1-9b47-442a-a5fc-ee5c65e37648

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (23 de abril de 2024c). *Principales resultados por localidad (ITER) 2020*. <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>

Intriligator, M. D., (1990). *Modelos econométricos, técnicas y aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica.

Jiménez, D. F., Orrego, S. A., Vásquez, F. A., y Ponce, R. D. (2017). Estimación de la demanda de agua para uso residencial urbano usando un modelo discreto-continuo y datos desagregados a nivel de hogar: el caso de la ciudad de Manizales, Colombia. *Lecturas De Economía*, (86), 153–178. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n86a06>

León, M. (2015). *Del discurso a la medición: Propuesta metodológica para medir el Buen Vivir en Ecuador*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Recuperado de: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/Buen-Vivir-en-el-Ecuador.pdf>

Medrano A., S. (2020). *Análisis de Costos y Tarifas para los Servicios, Tlaxcala*. Conagua, escuela del agua y asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México A.C. Recuperado de: <https://aneascapacitacion.com/wp-content/uploads/2020/10/7.-Presentacion-Curso-Tlaxcala.pdf>

Midgley, J. (1999). *Social Development. The developmental perspective in social welfare*. SAGE Publications Ltd. Recuperado de: https://ahmadrofai.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/08/james_midgley_social_development_the_development.pdf

- Morales R., D., Gracia G., M. D., Casanova, O. L., y Mar O., J. (2017). El impacto de la información y la conducta pro - ecológica sobre del consumo doméstico de agua. *Nova Scientia*, 9(18), 371-393. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.709>
- Montesillo C., J. L. y Palacios M., V. H. (2006). Precio del agua para riego en México en un contexto de eficiencia social. En: *Ingeniería Hidráulica en México*, V. XXI(4), 125-133. <https://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1073/991>
- Nauges, C. y Reynaud, A. (2001). Estimation de la demande domestique d'eau potable en France. *Revue économique*, (52), 167-185. <https://doi.org/10.3917/reco.521.0167>
- Navarro R., M. A. (2006). Modelos y regímenes de bienestar social en una perspectiva comparativa: Europa, Estados Unidos y América Latina. *Desacatos*, (21), 109-134. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2006000200008&lng=es&tlng=es.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2011). *How's Life?: Measuring well-being*. OECD Publishing. Recuperado de: <https://unstats.un.org/unsd/broaderprogress/pdf/How's%20life%20-%20Measuring%20well-being.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (2009). *Indicadores de Desarrollo Humano y Género en México 2000-2005*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Recuperado de: <https://www.inmujeres.gob.es/publicacioneselectronicas/documentacion/Documentos/DE1077.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (2022). *Informe de desarrollo humano municipal 2010-2020: una década de transformaciones locales para el desarrollo de México*. <https://www.undp.org/es/mexico/publicaciones/informe-de-desarrollo-humano-municipal-2010-2020-una-decada-de-transformaciones-locales-en-mexico-0>
- Ruijs, A. (2007). Demanda de agua en Sao Paulo: los efectos de las políticas de precios por bloque en la demanda y la equidad. En: Morales N., J. A y Rodríguez T., L. (Coord). *Economía del agua: escasez del agua y su demanda doméstica e industrial en áreas urbanas* (pp. 103-147). Cámara de Diputados/UAM/Miguel Ángel Porrúa. Recuperado de: <http://biblioteca.diputados.gob.mx/janium/bv/ce/scpd/LX/econagua.pdf>
- Salazar A., A. y Pineda P., N. (2010). Escenarios de demanda y políticas para la administración del agua potable en México: el caso de Hermosillo, Sonora. *Región y sociedad*, 22(47), 105-122. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252010000100005
- Secretaría de Economía (18 de junio de 2024). *Ventanilla Única para Inversionistas. Fichas Estatales: Tlaxcala*. Recuperado de:

https://ventanillaunica.economia.gob.mx/media/20240227_Tlaxcala.pdf

Secretaría de Bienestar (2024). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social, Tlaxcala*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/887118/29Tlaxcala2024.pdf>

Secretaría de Desarrollo Social (2012). *Indicadores de Desarrollo Social*. Recuperado de:

https://www.bienestar.gob.mx/work/models/Bienestar/bienestar/sppe/dgap/boletin_quin_cenal/boletin_45_SPPE.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2004). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/614605/DSAPAS-2004.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2006). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/614607/DSAPAS-2006.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2007). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108991/DSAPAS_2007.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2008). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108992/DSAPAS_2008.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2009). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108993/DSAPAS_2009.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2010). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108994/DSAPAS_2010.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2011). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108995/DSAPAS_2011.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2012). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108996/DSAPAS_2012.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2013). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108997/DSAPAS_2013.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2014). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de:

- https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/109705/DSAPAS_2014_1de2.compressed.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2015). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/108998/DSAPAS_2015.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2016). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184667/DSAPAS_2016_web_Parte1.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2017). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/614336/DSAPAS_2017_.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2019). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554702/DSAPAS_1-20.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2020). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680584/DSAPAS_2020.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2021). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/702445/SGAPDS-2-21-a_compressed.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2022). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/808461/SGAPDS-13-22-a.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2023). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/876087/Edici_n_c_2023.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua (2022). *Estadísticas del Agua en México 2021*. Recuperado de: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAM%202021.pdf>
- Sistema Nacional de Información del Agua (20 de abril de 2024). *Contexto geográfico y socioeconómico*. <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/>
- Servicio Meteorológico Nacional (2024a). *Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvia. Precipitación a nivel nacional y por entidad federativa*. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>

- Sistema Meteorológico Nacional (20 de junio de 2024b). *Categoría de Sequías*.
<https://smn.conagua.gob.mx/es/categorias-de-sequia>
- Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (21 de abril de 2024). *Catálogo Nacional de Indicadores*.
<https://www.snieg.mx/cni/escenario.aspx?idOrden=1.1&ind=6204642395&gen=10519&d=n>
- Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (31 de marzo de 2024). *Porcentaje de población con agua entubada en la vivienda o predio*.
<https://www.snieg.mx/cni/escenario.aspx?idOrden=1.1&ind=6204642395&gen=10519&d=n>
- Torres-Sombra, J., García-Salazar, JA, García-Mata, R., Matus-Gardea, J., González-Estrada, E., y Pérez-Zamorano, A. (2013). Respuesta de la demanda de agua a cambios en el precio: un estudio por tipo de consumidor en el norte de Sinaloa, México. *Agrociencia*, 47(3), 293-307. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30226978008>
- Universidad Nacional Autónoma de México (21 de abril de 2024). *Programa de Apoyo al Desarrollo Hidráulico de los Estados de Puebla, Oaxaca y Tlaxcala (PADHPOT)*.
<http://www.agua.unam.mx/padhpot/tlaxcala.html#:~:text=El%2075%20por%20ciento%20del,uso%20y%20re%C3%BAso%20de%20agua>.
- Vázquez J., S.; García C., P. M. y López Z., R. (2021). *Los servicios de agua potable, población y pobreza en el Municipio de Tlaxcala y sus localidades*. En: Martínez P., S. E., Sarmiento F., J. F. y Valles A., M. C. (Coords.). *Aproximaciones teórico-metodológicas para el análisis territorial y el desarrollo regional sostenible*. (Vol. I). Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto de Investigaciones Económicas/Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional. Recuperado de:
<https://ru.iiec.unam.mx/5419/1/219-V%C3%A1zquez-Garc%C3%ADa-L%C3%B3pez.pdf>
- World Economic Forum. (2019). *The global risks report 2019 (14th ed.)*. Recuperado de:
https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2019.pdf