

Factores en la decisión de beber agua directamente de la red pública en tres Zonas Metropolitanas de México

Ismael Aguilar-Benitez. El Colegio de la Frontera Norte, Monterrey, México.

RESUMEN | La mayoría de la población urbana en México no bebe agua directamente de la red pública, a pesar de contar con este servicio en su vivienda. En este trabajo se analizan algunos aspectos clave que explican esa decisión en tres zonas metropolitanas: Valle de México; Monterrey, estado de Nuevo León; y Villahermosa, estado de Tabasco. Utilizando un modelo econométrico, se estima el efecto de la satisfacción con la calidad del agua y el servicio, y aspectos socioeconómicos y locales que inciden en la decisión de beber agua de la red pública. Los resultados permiten concluir: uno, que promover la ingesta de agua de la llave proveniente de la red pública requiere implementar una regulación efectiva de la calidad del agua suministrada e incentivar un mejor desempeño; y dos, que asegurar la calidad de este servicio debe ser una prioridad de política social, dado que la población con menores ingresos tiene una mayor probabilidad de beber agua de la red pública.

PALABRAS CLAVE | servicios urbanos, infraestructura urbana, política urbana.

ABSTRACT | *Most of the urban population in Mexico does not drink tap water despite having access to that service in their homes. This paper quantitatively analyzes key factors that explain this decision in three metropolitan areas: Mexico City; Monterrey, Nuevo León state; and Villahermosa, Tabasco state. Using an econometric model, the effects of satisfaction with the quality of water and service, and socioeconomic and local aspects regarding the decision to drink tap water are estimated. The results allow us to arrive at two conclusions: firstly, that promoting the intake of tap water requires the implementation of an effective regulation of the quality of the water supplied and the incentivization of better operating performance. Secondly, ensuring the quality of water service should be a social policy priority since the population with lower incomes is more likely to drink water from the public network.*

KEYWORDS | *urban services, urban infrastructure, urban policy.*

El uso de agua de la red pública para beber por la población urbana de México

Un objetivo central de los servicios de agua potable es proveer de agua segura para el consumo humano a la población. En México, el indicador principal que se utiliza para evaluar el cumplimiento de ese objetivo es la cobertura, reportada en porcentaje de viviendas o de la población con acceso al servicio. Según datos del Censo de Población y Vivienda 2020, en general el 96,1% de habitantes tiene acceso a agua entubada en el ámbito de la vivienda (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020a). De la población con acceso a este servicio, el 77,6% dispone de agua dentro de la vivienda y 18,7% cuenta con agua entubada en el patio o terreno. Si se toma solo este indicador como base del cumplimiento de acceso a agua potable, se podría considerar que es un dato suficiente para determinar que la mayoría de la población en México cuenta con agua segura para beber y mantenerse saludable. La ingesta de agua potable es recomendable para satisfacer casi todas las necesidades de líquidos de los individuos sanos (Rivera et al., 2008). No obstante, para poder concluir esto se debe asumir que los usuarios de esos servicios básicos realmente ingieren el agua que se les provee, lo que no necesariamente es cierto.

Según datos de la Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental (ENCIG) 2019, solo el 62,4% de la población mayor a 18 años de México que vive en ciudades de un tamaño mayor a 100.000 habitantes, consideró que el agua entubada de su ciudad es “pura y cristalina” (INEGI, 2020b). En tres estados del sur del país, Oaxaca (34,8%), Guerrero (28,2%) y Tabasco (10,8%), se registran los porcentajes más bajos de población que piensa que el agua en su ciudad cumple con esas características. Al pedirse a los encuestados que consideren la frase “el agua potable de su ciudad es bebible sin temor a enfermarse”, en promedio solo el 25% de la población urbana del país estuvo de acuerdo con ella. En Villahermosa, Tabasco, se registró el porcentaje más bajo de habitantes que consideran que el agua es segura para beber (2,5%), mientras que en Nuevo León se registra el más alto (74,6%). En Ciudad de México, la capital del país, el porcentaje fue de 21,8%. Esos datos sugieren que, a pesar de que se cuente con la cobertura del servicio de agua entubada, un alto porcentaje de habitantes de zonas urbanas en México no considera bebible el agua que se le suministra en sus viviendas. Esto lo confirma una encuesta del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2010), que reporta que en el 81% de los hogares de ingresos medio y bajo de los centros urbanos mayores de 500.000 habitantes de México no se usa para beber el agua tal y como sale de la llave. Esta situación presenta un fuerte reto para lograr los objetivos de acceso a agua segura que cubra los requerimientos para una buena salud de la población mexicana (Rivera et al., 2008).

En algunos estudios se ha planteado que la población urbana en México dejó de beber agua de la llave como resultado de su desconfianza o insatisfacción con los proveedores de esos servicios (Jiménez Cisneros et al., 2011; Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2011; Vásquez et al., 2009). Es importante señalar que este fenómeno es generalizado, y que aun en las ciudades donde la población evalúa bien sus servicios de agua, no bebe agua directamente

de la llave. Por lo tanto, se puede asumir que la desconfianza hacia el servicio no es resultado únicamente de la experiencia de los usuarios con el desempeño operativo de los organismos que la suministran, sino de su percepción directa de la calidad del agua que reciben.

Montero (2019) afirma que, en México, el fenómeno de dejar de beber agua de la red pública se originó a partir del terremoto de 1985 en la Ciudad de México. Ello se debió principalmente a una campaña pública para evitar tomar agua de la llave por daños a la red pública de distribución de agua potable derivados del fuerte movimiento sísmico, formándose como un hábito el consumo de agua embotellada, que se generalizó en el país. En efecto, los movimientos sísmicos fuertes pueden tener consecuencias directas en la red de agua potable por fallas en el subsuelo y hundimientos que pueden provocar roturas, desnivelación y desplomes en la red, así como contaminación de las fuentes de agua e inhabilitación en las plantas de bombeo de agua potable y de alcantarillado (Unda Opazo, 2020). Es probable que la ubicación de la Ciudad de México, donde periódicamente se registran movimientos sísmicos con potenciales daños a la infraestructura de agua potable, influya de manera indirecta en la percepción de riesgo de sus habitantes por beber agua de la red pública. No obstante, esta explicación no es suficiente para las distintas condiciones de zonas urbanas en México.

Hasta ahora se han realizado pocos estudios que analicen los factores concretos que explican la decisión de las personas de beber o no beber agua de la red pública en México. Los más cercanos son dos publicaciones recientes que exploran factores relacionados con la preferencia por agua embotellada para una población de estudiantes en campus universitarios (Arriaga-Medina & Piedra-Miranda, 2021; Espinosa-García et al., 2015). Ningún estudio se ha enfocado a analizar, con datos desagregados a nivel de vivienda, la decisión de beber o no beber agua de red pública en México. Este aspecto es crítico para la orientación de políticas públicas eficaces en el logro del objetivo de proveer de agua segura para la salud a los habitantes de este país y así dar cumplimiento al derecho humano al agua.

Tabasco es el estado con la peor percepción pública sobre la calidad del agua abastecida en viviendas por el sistema público municipal: solo en una de cada diez viviendas se considera que el agua es segura para beber. En contraste, en el estado de Nuevo León se reportan siete de cada diez viviendas en las que se evalúa como segura el agua de la red pública (INEGI, 2020b). Es importante determinar si este contraste en la percepción de la calidad del agua influye en la decisión de beber agua de la red pública en las principales zonas metropolitanas de esos estados: Villahermosa y Monterrey. Por otro lado, Ciudad de México no solamente es la zona metropolitana más importante del país por su tamaño de población y por ser la capital política, también es la zona urbana en la que, según algunos autores sugieren (entre ellos, Montero, 2019), se inició la tendencia de no beber agua de la llave a partir de los sismos de 1985. Estos tres casos proporcionan un amplio panorama sobre el comportamiento de beber o no agua de la llave en México.

En este trabajo se analiza la decisión de beber o no beber agua de la red pública en tres distintas zonas metropolitanas de México: Villahermosa, Monterrey y Valle de México. Conocer el impacto de factores específicos en la decisión de beber agua

de la red pública es necesario para la definición de políticas públicas concretas. Con este propósito se aplicó una encuesta en tres municipios, uno de cada zona metropolitana (Centro, Monterrey y La Magdalena Contreras). Dos de esos municipios son capitales de su estado: Monterrey del estado de Nuevo León, y Centro del estado de Tabasco. En la decisión de comparar tres alcaldías en lugar de las tres zonas metropolitanas completas, se tomó en cuenta que existen diferencias que afectan la percepción de los habitantes sobre sus servicios en las distintas áreas de las grandes zonas urbanas (Turgeon et al., 2004); por ejemplo, en aspectos como dotación de agua por habitante, distancia a plantas potabilizadoras, características topográficas como pendientes. Estos son factores importantes para tratar de mantener condiciones similares entre viviendas para el análisis de su decisión de beber agua de la llave.

El escrito se estructura de la siguiente manera: tras esta introducción, en la segunda sección se describen los contextos regionales y locales relacionados con el servicio del agua de las tres zonas urbanas de estudio: Ciudad de México, Monterrey y Villahermosa. Posteriormente, tercera sección, se revisan los factores que se han propuesto en la literatura para la explicación de la decisión de beber o dejar de beber agua de la llave y se plantea un modelo para el análisis cuantitativo. En la cuarta sección se describe la base de datos utilizada y las estadísticas descriptivas de las variables que se incluyen en el análisis empírico. En la sección siguiente se detalla el modelo para análisis empírico y sus resultados después de la estimación. Finalmente se presentan las conclusiones del escrito.

Los servicios de agua en tres zonas metropolitanas: Villahermosa, Tabasco; La Magdalena Contreras, Ciudad de México; y Monterrey, Nuevo León

En este trabajo se analiza la decisión de beber o no agua del sistema público de abastecimiento de agua potable de tres alcaldías que forman parte, cada una de ellas, de tres distintas zonas metropolitanas de México.¹ El Valle de México (20.1 millones de habitantes) es la mayor zona metropolitana de México por tamaño de población. La Zona Metropolitana (ZM) de Monterrey (5 millones de habitantes) es la segunda más grande del país por tamaño de población y registra la mejor evaluación del servicio de agua (INEGI, 2020b). La Zona Metropolitana de Villahermosa (834.000 habitantes), se ubica al sureste de México y es la zona urbana con la más baja evaluación del servicio de agua, de acuerdo con la ENCIG 2019. En la Figura 1 se muestra la localización de las tres zonas metropolitanas de estudio.

1 El Consejo Nacional de la Población de México (CONAPO, 2004) define a una zona metropolitana como: “el conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasa el límite del municipio que originalmente la contenían incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica” (p. 17).

FIGURA 1 | Localización de las tres zonas metropolitanas de estudio



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Además de las diferencias en tamaño de población de las zonas metropolitanas que contienen a las alcaldías de estudio, se observan diferencias en sus climas y fuentes de agua, las cuales son relevantes para contextualizar sus servicios de agua potable.

La Magdalena Contreras es una de las 16 alcaldías de la Ciudad de México, que a su vez forma parte de la zona metropolitana Valle de México. En 2020, La Magdalena Contreras tuvo una población de 246.428 habitantes (INEGI, 2020a), de la cual el 42,5% se encontraba en situación de pobreza (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL], 2021). Ese mismo año, 99,7% de la población en La Magdalena Contreras tenía acceso a sistemas de alcantarillado y 88,8% contaba con red de suministro de agua (Secretaría de Economía, 2022a). La ciudad de México registra una temperatura promedio anual de 14 °C y su precipitación media anual es de 693 mm (Gómez-Reyes & Tapia-Silva, 2020). La principal fuente de abastecimiento de agua de la Ciudad de México fue por mucho tiempo subterránea, extraída del acuífero del Valle de México. Esta fuente ha sido sobreexplotada por décadas, con efectos negativos que se han acentuado en los últimos años, principalmente hundimientos en el subsuelo del centro de la Ciudad de México (Ezcurra et al., 2006; Jiménez Cisneros et al., 2011). Desde mediados de los años sesenta se necesitó extraer agua de dos cuencas externas, Lerma y Cutzamala (a más de 100 km de distancia), para abastecer a los habitantes del Valle de México. La Ciudad de México se caracteriza también por frecuentes inundaciones, debidas a un deficiente sistema de drenaje pluvial (Jiménez Cisneros et al., 2011). El volumen suministrado a las viviendas de la Ciudad de México varía entre las distintas delegaciones (Jiménez Cisneros et al., 2011). La dotación

de agua por habitante por día en 2008 se registró en un rango desde 177 l/hab./día en la delegación Tlahuac hasta 525 l/hab./día en Cuajimalpa. La alcaldía de La Magdalena Contreras registró reducciones moderadas de dotación de litros de agua por habitante por día en el periodo 1997-2007 (46 l/hab./día). La continuidad del servicio en esta delegación no es tan irregular como en otras delegaciones, como Milpa Alta, Tláhuac, e Iztapalapa. Las complejas condiciones de las fuentes de agua y el abastecimiento probablemente explican que solo el 49,6% de la población de 18 años y más de la Ciudad de México se manifieste satisfecho con el servicio de agua potable (INEGI, 2020b).

La ZM de Monterrey se ubica en el noreste del país en el estado de Nuevo León. En esa región predominan los climas semicálido y extremoso. En 2020, el municipio de Monterrey, parte central de la ZM de Monterrey compuesta actualmente por 17 municipios, concentró una población de 1.142.994 habitantes, con el 19,27% de esa población en situación de pobreza (uno de cada cinco habitantes). Ese año, el 99,8% de la población en Monterrey tenía acceso a sistemas de alcantarillado, 99,8% contaba con red de suministro de agua (Secretaría de Economía, 2022b). La temperatura media anual es de 24 °C. La precipitación pluvial es en general escasa en la región, con una media anual baja de 250 mm (Gómez-Reyes & Tapia-Silva, 2020). El sistema de abastecimiento de agua superficial para la zona metropolitana de Monterrey se alimenta principalmente de tres presas: La Boca, Cerro Prieto y El Cuchillo. Las fuentes de abastecimiento de origen subterráneo corresponden al sistema acuífero La Huasteca, Campo Mina, Sistema Santiago, pozos someros y profundos, Topo Chico, Sistema Elizondo y La Estanzuela (Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey [FAMM], 2018). La localización de la Zona Metropolitana de Monterrey en una región árida, con sequías recurrentes, la hace altamente dependiente del agua superficial captada por las presas, por lo que un periodo largo de sequía afecta de manera significativa el abastecimiento para uso urbano. No obstante la limitada disponibilidad de agua, los servicios de agua en Monterrey eran bien evaluados. En 2019, el 86,5% de la población de 18 años y más que habitaba en Monterrey se manifestó satisfecho con el servicio de agua potable (INEGI, 2020b).

Villahermosa es la ZM resultante de la fusión del municipio de Centro con el municipio de Nacajuca. La mayor parte del área urbana de Villahermosa pertenece al municipio de Centro, el cual registró una población de 683.687 habitantes en 2020. Ese año, el 35,8% de la población se encontraba en situación de pobreza. En 2020, 99,4% de la población en Centro tenía acceso a sistemas de alcantarillado, y 98,7% contaba con red de suministro de agua (Secretaría de Economía, 2022c). La ZM de Villahermosa se ubica en un área donde confluye el sistema fluvial más grande del país, Grijalva-Usumacinta. La temperatura media anual es de 26 °C. Las lluvias anuales son del orden de 2750 mm en la zona costera y hasta de 4000 mm en las estribaciones de las sierras, con intensidades de hasta 300 mm en 24 horas, de las mayores a escala mundial (Gómez-Reyes & Tapia-Silva, 2020). La fuente principal de agua para uso urbano de Villahermosa está constituida por las aguas superficiales. En 2015, el 93,8 % de su abastecimiento provenía de ríos (INEGI, 2016). Villahermosa sufre periódicamente de inundaciones en amplias zonas de la ciudad.

El problema de desalojo de las aguas de lluvia es grave, debido principalmente al crecimiento urbano y la consecuente pavimentación de grandes extensiones, lo que causa el taponamiento de las áreas de regulación naturales, humedales herbáceos (popales) y arroyos (Bautista-Sosa, 2013). En 2019, solo el 18,4% de la población de 18 años y más de Villahermosa se manifestó satisfecho con el servicio de agua potable (INEGI, 2020b).

Como la información de esta sección muestra, en las tres ZM se registran diferencias en cuanto a la disponibilidad de agua: muy baja y diferenciada por zonas en Ciudad de México; altamente vulnerable a las sequías en Monterrey; y alta disponibilidad, pero con calidad afectada por inundaciones, en Villahermosa. Las tres zonas metropolitanas registran una cobertura prácticamente completa de servicios básicos de agua. No obstante, la satisfacción con el servicio de agua potable difiere significativamente entre las tres zonas. En dos de los casos (La Magdalena Contreras y Centro) se registran altos porcentajes de población en situación de pobreza. En la siguiente sección se revisan los factores explicativos identificados en la literatura especializada para analizar la decisión de beber agua de la llave y el modelo teórico propuesto para su análisis.

Factores explicativos de la decisión de beber agua de la llave y modelo de análisis

Aunque la calidad del agua es un factor que se asocia lógicamente con la decisión de beberla, en la vida cotidiana esa calidad es percibida individualmente más que evaluada objetivamente. Por esa razón, aunque los proveedores de servicios en México deben cumplir con tres Normas Oficiales Mexicanas (NOM-127-SSAI-1994, NOM-179-SSAI-2020 y NOM-230-SSAI-2002), la población de cada ciudad percibe de manera distinta la calidad del agua que llega a su vivienda y reporta un diferente nivel de satisfacción, que influye en su decisión de beber o no el agua de la red pública. La NOM-127-SSAI-1994 establece los límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. La NOM-179-SSAI-2020 establece las disposiciones sanitarias que deben observar los organismos responsables a fin de mantener la calidad del agua para uso y consumo humano en los sistemas de abastecimiento de agua. La NOM-230-SSAI-2002 establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los abastecimientos públicos y privados de agua, con el fin de preservar su calidad para uso y consumo humano. Para 2018, año que reporta la encuesta de este estudio, la cobertura de desinfección de agua en México fue de 97% (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2019). En la Ciudad de México y el estado de Nuevo León, donde se encuentran las alcaldías de La Magdalena Contreras y Monterrey, respectivamente, se reporta 100% de desinfección del agua. Tabasco, estado donde se encuentra la alcaldía de Centro, reporta 96,9% del agua desinfectada. Como esos datos oficiales indican, en general el agua que se distribuye en México es desinfectada. Sin embargo, según concluyen varios estudios, la percepción de la calidad del agua es subjetiva y se asocia con las características organolépticas del líquido: olor, apariencia y sabor (Doria, 2010; Doria et al., 2009; Dupont, 2005; Manwaring et al., 1986). Sin embargo, las propiedades del agua (incolora,

inodora e insípida) dificultan a los consumidores distinguir su calidad. Un aspecto al que se le ha puesto particular atención es la percepción del riesgo por la calidad del agua suministrada en la vivienda. Por ejemplo, un trabajo reciente concluye que la población que bebe agua de la llave tiene mayor confianza en sus proveedores de servicios de agua, evalúa la calidad del agua de manera favorable y percibe menor riesgo por la ingestión de agua de la llave (Grupper et al., 2021).

Un factor relevante en la percepción de riesgo es la contaminación de las fuentes de agua (McSpirit & Reid, 2011). Bontemps y Nauges (2010) estudiaron la influencia de factores ambientales en la percepción del riesgo por beber agua de la llave, adicionalmente a la calidad del agua percibida mediante el sabor. Estas observaciones sugieren la necesidad de estudiar la decisión de beber agua de la llave en zonas urbanas con distintas características, como fuentes de agua expuestas a distintas posibilidades de riesgos (hundimiento, sequías, inundaciones son algunos de ellos).

En este trabajo se propone como hipótesis que la decisión de beber agua de la red pública por parte de los habitantes de una zona urbana se explica de manera importante por su grado de satisfacción con la calidad del agua suministrada y el servicio. Esa satisfacción se basa en la observación cotidiana de las características organolépticas del agua, pero es también influida por las experiencias pasadas con respecto a su ingesta y con aspectos operativos de esos servicios. Como un factor relacionado directamente con la percepción de riesgo por beber agua de la red, se propone como variable de interés la experiencia de haber tenido en la vivienda algún antecedente de una enfermedad asociada con el agua. Otros aspectos importantes de considerar en la decisión de beber agua de la red son las características sociodemográficas del usuario, como ingresos y sexo (Sajjadi et al., 2016; Turgeon et al., 2004). En resumen, el modelo básico de análisis que se propone explica la decisión de beber agua de la red pública, como variable dependiente, por el grado de satisfacción del usuario con el servicio y la calidad del agua suministrada en vivienda, además de otras variables, como haber experimentado alguna enfermedad asociada con la ingesta de agua, características sociodemográficas y diferencias locales.

Metodología y descripción de la base de datos

En la literatura especializada se han utilizado modelos de regresión logística para el estudio cuantitativo sobre la decisión de beber agua de la red ante una percepción de riesgo en su calidad (Jones et al., 2006; Triplett et al., 2019; Turgeon et al., 2004). Este tipo de análisis no está exento de complejidades. En nuestro caso, un modelo que plantea como variable dependiente la decisión de beber agua de la llave explicada por la satisfacción con los servicios de agua no puede ignorar que, a su vez, ese grado de satisfacción puede depender también de si la gente ha bebido o no agua de la llave, pues esto afecta su percepción de la calidad del agua. El grado de satisfacción es, entonces, considerado como una variable endógena. A continuación se explica la metodología utilizada para resolver el modelo básico de análisis, con la corrección apropiada para resolver esa endogeneidad.

Metodología

Los estimadores *logit* o *probit*, utilizados comúnmente en regresiones logísticas con variables dicotómicas, son inconsistentes si cualquiera de las variables explicativas es endógena, por lo que se debe corregir esa endogeneidad (Greene, 2018). Un marco analítico consistente para lidiar con la endogeneidad es utilizar un modelo logístico *probit* bivariado recursivo (PBR), que se caracteriza por incluir dos variables dependientes dicotómicas que son determinadas conjuntamente por dos ecuaciones tipo *probit* (Coban, 2022; Greene, 2018). En nuestro caso, las dos variables dependientes relacionadas son: uno, beber agua de la llave; y dos, la satisfacción con los servicios del agua.

El modelo PBR que utilizamos en este trabajo se compone de dos ecuaciones estructurales.

$$\text{satisf}_i = \beta_1 Z_i + \mu_i, \quad \text{satisf}_i = 1 [\text{satisf}_i > 0] \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\text{bb_agua}_i = \alpha_1 X_i + \alpha_2 \text{satisf}_i + \varepsilon_i, \quad \text{bb_agua}_i = 1 [\text{bb_agua}_i > 0] \quad \text{Ecuación 2}$$

$$\text{Con: } \begin{pmatrix} \varepsilon_i \\ \mu_i \end{pmatrix} \sim N \left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{pmatrix} \right]$$

La ecuación 1, llamada ‘de tratamiento’, define la satisfacción con los servicios (“satisf”) en función de un vector de variables independientes Z. Por su parte, la ecuación 2, conocida como ‘de resultado’, define a la decisión de beber o no agua de la llave como variable dependiente “bb_agua” en función de un vector de variables independientes X y de la satisfacción con los servicios de agua (“satisf”). Los subíndices i se refieren a cada observación (encuestado): ε_i y μ_i son los términos de error de cada ecuación que se asumen con una distribución normal y una correlación ρ . Ambas ecuaciones se resuelven utilizando un modelo logístico bivariado recursivo con distribución *probit* y el método de máxima verosimilitud (Greene, 2018).

En el siguiente apartado se presentan la base de datos y las estadísticas descriptivas de las principales variables utilizadas.

Descripción de la base de datos

La base de datos utilizada en este trabajo fue obtenida mediante la aplicación, en el año 2018, de una encuesta titulada “Acceso y consumo de agua potable en centros urbanos de tres cuencas hidrológicas”. El marco muestral que se utilizó corresponde al Marco Geoestadístico actualizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a junio de 2016, con respecto a los polígonos de las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) contenidas en cada una de las tres alcaldías de estudio: La Magdalena Contreras en la Zona Metropolitana Valle de México; Monterrey en la zona metropolitana del mismo nombre del estado de Nuevo León; y Centro en la zona metropolitana de Villahermosa, estado de Tabasco.² Se utilizó un diseño muestral probabilístico bietápico por conglomerados, donde las unidades

2 Esta encuesta formó parte del trabajo de campo para el proyecto de investigación con clave PDCPN-2014-248719, apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) dentro de la Convocatoria Problemas Nacionales.

primarias de muestreo (UPM) fueron las AGEB. Dentro de cada AGEB, la selección de viviendas se hizo con brinco sistemático a partir de la manzana de arranque, seleccionada mediante métodos aleatorios. La encuesta se aplicó a 600 viviendas en cada municipio, y la base de datos completa incluye 1800 observaciones. Algunas observaciones se eliminaron en el análisis estadístico por presentar valores perdidos en algunas variables; el número de observaciones válidas final fue: 537 para La Magdalena Contreras, 581 para Monterrey y 534 para Centro (Tabla 3). El cuestionario se estructuró en seis secciones temáticas, con un total de 57 preguntas.

En la Tabla 1 se presentan la evaluación que los encuestados hicieron de su servicio de agua y las estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en el estudio. En una escala de 1 a 10, el promedio de calificación asignada al servicio de agua por los usuarios de los tres municipios es de 7,4. Pero mientras para Monterrey la calificación es de 8,7, para La Magdalena Contreras y Centro la calificación es de 7,1 y 6,6, respectivamente.

TABLA 1 | Estadísticas descriptivas de variables seleccionadas

VARIABLE	TOTAL NÚM. (% REDONDEADO)	LA MAGDALENA CONTRERAS, CD. DE MÉXICO	MONTERREY, ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY	CENTRO, VILLAHERMOSA TABASCO
CALIFICACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA (ESCALA 1-10)				
Promedio	7,4	7,1	8,7	6,6
Std dev	2,071111	1,884509	1,668523	1,986337
Min.	1	1	1	1
Max.	10	10	10	10
VARIABLES DEPENDIENTES				
Bebe agua directamente de la llave				
Sí	529 (29%)	103 (22%)	188 (31%)	14 (2%)
No	1.271 (71%)	434 (78%)	412 (69%)	586 (98%)
Está satisfecho con su servicio de agua				
Sí	1.048 (61%)	325 (58%)	512 (85%)	211 (37%)
No	671 (39%)	232 (42%)	87 (15%)	352 (63%)
CALIDAD DEL AGUA				
Considera que el agua que llega a su vivienda es pura y cristalina				
Sí	987 (58%)	340 (62%)	565 (94%)	82 (15%)
No	718 (42%)	208 (38%)	34 (6%)	476 (85%)
PERCEPCIÓN DE RIESGO				
Antecedente de enfermedad relacionada con el consumo de agua de la red pública				
Sí	88 (5%)	18 (3%)	28 (5%)	42 (7%)
No	1.638 (95%)	542 (97%)	572 (95%)	524 (93%)
FACTORES OPERATIVOS				
Su servicio de agua es continuo				
Sí	1.357 (79%)	365 (66%)	566 (94%)	211 (48%)
No	364 (21%)	192 (34%)	33 (6%)	290 (52%)
Tiene problemas con la presión del agua que llega a su vivienda				
Sí	617 (36%)	177 (32%)	120 (20%)	320 (57%)
No	1.097 (64%)	380 (68%)	476 (80%)	241 (43%)

VARIABLE	TOTAL NÚM. (% REDONDEADO)	LA MAGDALENA CONTRERAS, CD. DE MÉXICO	MONTERREY, ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY	CENTRO, VILLAHERMOSA TABASCO
VARIABLES SOCIOECONÓMICAS				
Antigüedad en la vivienda (años)				
Promedio #	25,51	30,13	25,62	20,80
Std. Dev.	16,56	16,22	17,12	14,97
Min.	1	1	1	1
Max.	80	80	80	80
Disponibilidad de auto en la vivienda				
Sí	1.023 (58%)	393 (66%)	386 (66%)	244 (42%)
No	742 (42%)	199 (34%)	202 (34%)	341 (58%)
Su vivienda cuenta con Internet				
Sí	1.260 (70%)	509 (85%)	426 (71%)	325 (54%)
No	535 (30%)	90 (15%)	172 (29%)	273 (46%)
Sexo del entrevistado				
Mujer	1.051 (58%)	338 (56%)	328 (55%)	385 (64%)
Hombre	747 (42%)	261 (44%)	272 (45%)	214 (36%)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En cuanto a la decisión de beber agua directamente de la llave, el 71% de los encuestados de las tres zonas urbanas no lo hace, mientras que el restante 29% sí lo hace. En Monterrey esa proporción fue casi inversa, pues el 69% de la población bebe agua de la llave; en La Magdalena Contreras solo lo hace el 17% y en Centro solo el 2% estaba dispuesto a beber agua directamente de la llave.

Para la variable satisfacción con el servicio de agua, se encontró que 61% de los habitantes encuestados se mostró satisfecho con este servicio. No obstante, al revisar los resultados por municipio se encuentran diferencias importantes: el 85% de encuestados en Monterrey se manifestó satisfecho con el servicio, mientras que en La Magdalena Contreras lo hizo el 42% y en Centro, el 37%. En este caso, la diferencia entre La Magdalena y Centro no es tan grande, lo cual es consistente con la calificación nominal que asignaron los encuestados en estas zonas urbanas.

La percepción de los habitantes sobre la calidad del agua se basó en la pregunta: “De acuerdo con su experiencia, ¿el agua entubada de su vivienda es pura y cristalina?”. Los resultados arrojaron que el 58% contestó de manera afirmativa. Nuevamente, entre las tres zonas urbanas la percepción cambia, pues mientras que en Centro solo el 15% consideró que el agua es pura, en La Magdalena Contreras el 62% respondió que sí lo era y el 94% en Monterrey también estuvo de acuerdo en que el agua en su vivienda es pura y cristalina.

Con respecto a la presencia de una enfermedad por beber agua de la llave, el 5% de los encuestados manifestó haber tenido esta experiencia. En este caso, las diferencias entre zonas urbanas resultaron distintas a otras variables. El mayor número de respuestas positivas se registró en Centro (7%), seguido de Monterrey (5%) y, en tercer lugar, La Magdalena Contreras (3%). Aunque en México no se cuenta con información específica por municipio sobre enfermedades asociadas con ingesta de agua de la red pública, la Secretaría de Salud genera informes semanales por estado para la vigilancia epidemiológica de enfermedades diarreicas agudas, comúnmente

asociadas con infecciones por ingesta de agua contaminada. Para 2018, el estado de Tabasco registró un promedio semanal de 1,98 casos nuevos por cada mil menores de cinco años; Nuevo León, de 2,12; y la Ciudad de México, de 1,63 (Secretaría de Salud, 2018).

En el modelo se incluyen dos indicadores sobre el desempeño operativo de los servicios de agua. La primera variable se refiere a la continuidad en el servicio, respecto de lo cual el 79% de los encuestados manifestó que su servicio es continuo. Nuevamente Monterrey reporta el porcentaje más alto (94%), mientras que el menor porcentaje de usuarios que manifiesta que recibe un servicio continuo se registra en el municipio de Centro (48%), donde menos de la mitad de las viviendas recibe agua diariamente.

Una baja presión del agua puede permitir su contaminación en las redes por intrusión de contaminantes (LeChevallier et al., 2003). En promedio, el 36% de los encuestados reportó tener problemas de baja presión en las llaves de su vivienda. La situación al respecto en cada municipio, aunque difiere, es importante: 57% en Centro, Villahermosa; 32% en La Magdalena Contreras, Ciudad de México; y 20% en Monterrey.

Tres aspectos socioeconómicos que se consideraron en el estudio, con base en la revisión de literatura, fueron los años de residencia de los habitantes en su vivienda actual, la disponibilidad de automóvil en la vivienda y el sexo del entrevistado. Los habitantes de los tres municipios llevaban residiendo en su vivienda actual un promedio de 25 años. La Magdalena Contreras reporta la mayor antigüedad promedio, con 30 años; y los habitantes de Centro Villahermosa reportan una menor antigüedad, con 20 años promedio. Sobre la disponibilidad de automóvil, llama la atención que más de la mitad de los entrevistados (58%) declaró que en su vivienda contaban con al menos un auto. Este dato refleja un fenómeno común en las zonas urbanas de México, como es un alto crecimiento del parque vehicular (Zubicaray et al., 2021). En La Magdalena Contreras y Monterrey el porcentaje es un poco más alto (66%) que en Centro (42%). Este dato posiblemente se explica por el mayor grado de urbanización de esas ciudades.

Según algunos autores, la percepción de la calidad del agua se forma también en parte por campañas mediáticas sobre problemas con ese parámetro (Fawell & Miller, 1992), por lo que el uso de internet y redes sociales puede afectar la percepción de los habitantes. En general, el 70% de las viviendas encuestadas cuenta con acceso a internet. Por municipio, el de mayor acceso fue La Magdalena Contreras (85%), seguido de Monterrey (71%) y, en tercer lugar, Centro (54%).

Finalmente, sobre la composición por sexo, 58% de los encuestados en las viviendas fue mujer y 42%, hombre. En la municipalidad de Centro el porcentaje de mujeres entrevistadas fue mayor (64%), mientras que en La Magdalena Contreras (56%) y Monterrey (55%) fue similar. En la siguiente sección se presentan los resultados del análisis cuantitativo.

Discusión de resultados

El modelo de este trabajo se instrumentó en dos ecuaciones: la primera intenta explicar la decisión de beber (1) o no beber (0) agua de la llave en función de las siguientes variables: satisfacción con el servicio de agua (satisf); percepción de la calidad del agua (agua_pura); antecedente de enfermedad relacionada con el agua en algún habitante de la vivienda (enfermedad); número de años residiendo en la vivienda actual (antig_viv); disponibilidad conjunta de al menos un auto y conexión a internet en la vivienda (auto_internet); y sexo del entrevistado (sexo).

La segunda ecuación define la satisfacción con los servicios (satisf), en función de las variables: percepción de la calidad del agua (agua_pura); continuidad diaria del servicio del agua (agua_continua); una presión adecuada del agua de la llave (agua_presion); número de años residiendo en la vivienda actual (antig_viv); y dos variables dicotómicas para registrar si la vivienda se encuentra en el municipio de La Magdalena Contreras (mun_1) o en Centro (mun_3). La inclusión de estas dos variables dicotómicas permite evaluar el efecto indirecto de las características locales (p.e. evaluación del gobierno, características climáticas, percepción de riesgo por fenómenos naturales, entre otras) en la decisión de beber agua de la llave a través de su influencia en la satisfacción con el servicio. Los coeficientes que resultan permiten comparar ese efecto entre, por un lado, Centro y Monterrey; y por el otro, La Magdalena y Monterrey.

En la Tabla 2 se presentan los coeficientes para cada variable y su nivel de significancia. Los resultados se reportan separados para cada una de las dos ecuaciones descritas anteriormente.

TABLA 2 | Resultados del modelo *probit* recursivo bivariado

Log likelihood = -1453,8533 Wald chi2(14) = 1267,78 Prob > chi2 = 0,0000				
N=1,648	ECUACIÓN 1: VARIABLE DEPENDIENTE "BEBE AGUA DE LA LLAVE" (BB_AGUA)		ECUACIÓN 2: VARIABLE DEPENDIENTE "SATISFACCIÓN CON EL SERVICIO DE AGUA" (SATISFF)	
	COEF	STAD. ERR.	COEF.	STD. ERR.
_cons	-2,080282	,1227814	,1340795	,1578365
satisf	1,688847***	,0951751	n.a.	n.a.
enfermedad	-,3818175*	,198459	n.a.	n.a.
agua_pura	,8295758***	,1249397	,6274734***	,0930516
agua_presión	n.a.	n.a.	-,3311346***	,0814885
agua_continua	n.a.	n.a.	,7633565***	,0926008
sexo	-,0096847	,0710553	-,0229478	,0730382
antig-viv	,0029787	,0020704	-,0054841**	,0022164
auto_internet	-,3239573***	,0721784	,066569	,0746989
mun_1	n.a.	n.a.	-,6265859***	,0871356
mun_3	n.a.	n.a.	-,8247844***	,1114125
Wald test of rho=0: chi2(1) = 83.4771 Prob > chi2 = 0.0000				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

SIMBOLOGÍA: * SIGNIFICATIVO AL 90% | ** SIGNIFICATIVO 95% | *** SIGNIFICATIVO 99%.

El primer resultado de interés en la Tabla 2 es que la mayoría de las variables explicativas para cada ecuación resultaron estadísticamente significativas y con el signo esperado teóricamente; por ejemplo, la satisfacción con el servicio se espera que influya positivamente en la posibilidad de beber agua, y una percepción positiva de la calidad del agua se espera que influya positivamente en el grado de satisfacción. El segundo resultado general importante es que la prueba *Wald* para la hipótesis nula (H_0), según la cual no existe endogeneidad de la variable dependiente en la segunda ecuación, se rechaza con 99% de confianza ($\rho=83,4771$, prob. $\chi^2=0,0000$); por lo tanto, se debe asumir que existe una correlación entre la decisión de beber agua de la llave y la satisfacción con el servicio.

Los coeficientes obtenidos no tienen una interpretación económica directa en el caso de regresiones *probit*, como en el caso de una regresión lineal simple (Filippini et al., 2018; Hasebe, 2013). No obstante, un primer indicador de su efecto es el signo de cada coeficiente. En la primera ecuación, el coeficiente para la variable “satisfacción con el servicio de agua” tiene un signo positivo; esto es, un encuestado que haya manifestado estar satisfecho con el servicio del agua tiene una mayor probabilidad de decidir beber agua de la llave. En contraste, un antecedente de enfermedad relacionada con el agua en algún habitante de la vivienda afecta negativamente la probabilidad de beber agua de la llave. La disponibilidad de automóvil e internet en la vivienda tiene un efecto negativo; esto es, a mejor nivel socioeconómico es menos probable que se decida beber agua de la llave, manteniendo las demás variables constantes. Las variables sexo y antigüedad en la vivienda resultaron estadísticamente no significativas, lo cual implica que el tiempo de residencia o si el habitante de la vivienda es hombre o mujer no influye en la decisión de beber agua de la llave.

En cuanto a la segunda ecuación, satisfacción con el servicio, los factores analizados tienen el signo esperado, y excepto sexo y auto/internet, los demás coeficientes son significativos. La calidad percibida del agua (agua_pura) y los aspectos operativos (continuidad y presión adecuada) tienen efectos positivos en la satisfacción con el servicio. La antigüedad en la vivienda resulta con signo negativo, aunque con un coeficiente pequeño; esto significa que a mayor número de años residiendo en la vivienda, hay un efecto pequeño pero negativo en la probabilidad de sentirse satisfecho con el servicio. Finalmente, si el encuestado reside en los municipios La Magdalena Contreras (mun_1) o Centro (mun_3) tiene menos probabilidad de sentirse satisfecho con el servicio del agua comparado con los residentes en Monterrey.

Para estimar el efecto de la satisfacción con el servicio en la decisión de beber agua de la llave, se estima el efecto promedio de tratamiento (ATE por sus siglas en inglés, *Average Treatment Effect*).³ La estimación del ATE resultó en ,4356 (error estándar de ,02626). La interpretación de este dato es que, en promedio, un encuestado que se encuentre satisfecho con el servicio de agua tiene una probabilidad de 43% más de beber agua de la llave con respecto a otro que se encuentra insatisfecho,

3 El ATE se define técnicamente como la diferencia entre la probabilidad marginal de éxito del resultado (beber agua de la llave) dado el éxito del tratamiento (satisfacción con el servicio) y la probabilidad marginal de éxito del resultado dado el fracaso del tratamiento (Coban, 2022). En términos empíricos, es la diferencia en la probabilidad de beber agua de la llave de alguien que se encuentra satisfecho con el servicio comparado con alguien que no lo está.

con los demás aspectos incluidos constantes. Se puede concluir que la satisfacción con el servicio tiene, entonces, un peso relevante en la probabilidad de beber agua de la llave.

Se obtuvieron también: la probabilidad conjunta de que un habitante decida beber agua de la llave y esté satisfecho con el servicio (prob1_1); la probabilidad condicional de que un habitante decida beber agua de la llave, dado que se encuentra satisfecho con el servicio de agua (prob_cond1); y la probabilidad de que un habitante no beba agua de la llave ni se encuentre satisfecho con el servicio del agua (prob_0_0). En la Tabla 3 se reportan las estimaciones promedio para los tres municipios y para cada uno por separado. Los resultados de la Tabla 3 en la columna titulada Promedio reportan que, en promedio, un habitante de cualquiera de las tres zonas tiene un 25% de probabilidad conjunta de beber agua de la llave y sentirse satisfecho con su servicio de agua. En cuanto a los que se declaran satisfechos con el servicio, probabilidad condicional, tienen un 31% de probabilidad de decidir beber agua de la llave. Finalmente, en promedio un habitante de las tres municipalidades tiene una probabilidad de 35% de no sentirse satisfecho y de no beber agua de la llave. Al comparar los resultados individuales para cada municipio, se observan algunas diferencias importantes en las probabilidades estimadas.

TABLA 3 | Probabilidades combinadas promedio para las tres zonas urbanas y por municipalidad de beber agua de la llave y manifestarse satisfecho con el servicio de agua

MUNICIPIO/ PROBABILIDAD	PROMEDIO		LA MAGDALENA N=537		MONTERREY N=581		CENTRO N=534	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
prob1_1	0,26	0,24	0,20	0,18	0,50	0,13	0,05	0,11
prob_cond_1	0,31	0,26	0,28	0,23	0,55	0,13	0,08	0,16
prob0_0	0,35	0,28	0,39	0,25	0,06	0,09	0,64	0,22

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

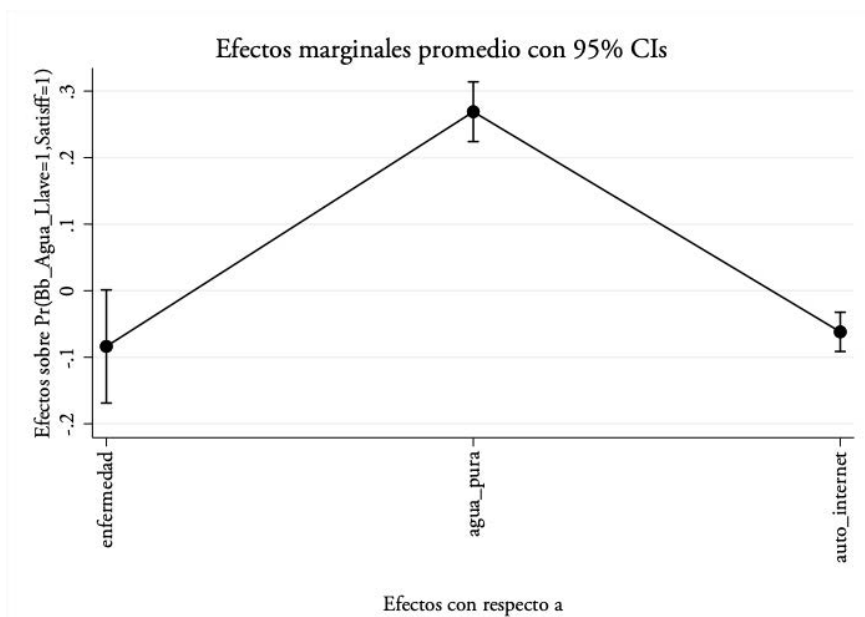
Mientras que un habitante de Monterrey tiene prácticamente 50% de probabilidad de estar satisfecho con el servicio y beber agua de la llave, en La Magdalena Contreras solo uno de cada cinco habitantes se mostrará satisfecho y beberá agua de la llave (20%), y los habitantes de Centro tendrán una probabilidad muy baja (5%). Algo similar ocurre con la probabilidad condicionada de beber agua de la llave: un habitante de Monterrey que se encuentra satisfecho tiene 55% de probabilidad de beber agua de la llave, mientras que en La Magdalena Contreras un habitante satisfecho con el servicio tendrá una probabilidad de 28% de beber agua de la llave, y en Centro menos de uno de cada diez habitantes satisfechos (8%) beberá agua de la llave, aun cuando se muestre satisfecho con el servicio. En contraste y de manera consecuente, la mayor probabilidad de no estar satisfecho con el servicio ni beber agua de la llave se registra en Centro, con el 64%, mientras que en La Magdalena se estima una probabilidad de 39%, y en Monterrey sus habitantes tienen una

probabilidad solamente de 6% de manifestarse insatisfechos con el servicio de agua y no beber agua de la llave.

En la Figura 2 se muestran los efectos que tienen las variables independientes que fueron estadísticamente significativas para explicar la decisión de beber agua de la llave y sentirse satisfechos con el servicio de agua. El mayor efecto lo genera la variable sobre la calidad del agua (*agua_pura*): si un encuestado percibe que el agua es pura, se incrementa la posibilidad de estar satisfecho y beber agua de la llave en 26%. Tomados en conjunto, la satisfacción con el servicio y la percepción de la calidad del agua explican una parte sustantiva del incremento en la probabilidad de decidir tomar agua de la llave y sentirse satisfecho.

Por otro lado, si el encuestado ha tenido la experiencia de alguien en su vivienda que haya tenido una enfermedad relacionada con el agua, la probabilidad de beber agua de la llave y sentirse satisfecho se reduce 8%. El efecto de la disponibilidad de vehículo y acceso a internet en la vivienda resultó en un 6% menos de probabilidad de manifestarse satisfecho con el servicio y de beber agua de la llave.

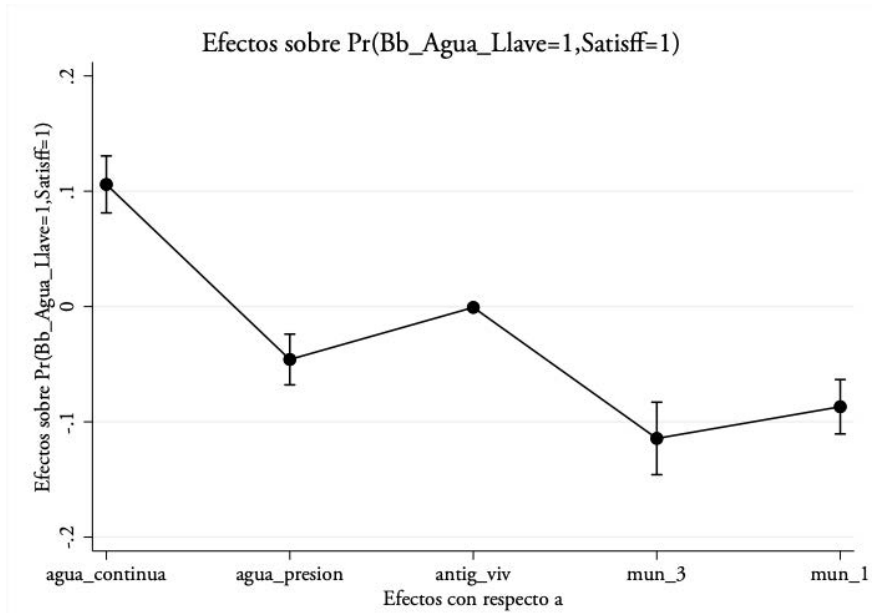
FIGURA 2 | Efectos promedio totales sobre la probabilidad de beber agua de la llave y manifestarse satisfecho



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con respecto a la segunda ecuación, se reporta enseguida una figura que muestra los efectos de las variables explicativas de la satisfacción con el servicio. Dado que solo se incluyen en la segunda ecuación, esos son también los efectos totales en la decisión de beber agua de la llave.

FIGURA 3 | Efectos marginales promedio indirectos sobre la probabilidad de beber agua de la llave y manifestarse satisfecho



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La Figura 3 muestra que el mayor efecto negativo indirecto, mediante su influencia en la satisfacción del encuestado, es la ubicación de la vivienda en el municipio de Centro (-,1144), lo cual revela la importancia del contexto local. En contraste, la continuidad en el servicio tiene una influencia positiva (,1058). Si se presentan problemas de presión, hay una menor probabilidad de sentirse satisfecho (-,0459). La ubicación de la vivienda en La Magdalena Contreras tiene también un efecto negativo, en comparación con las viviendas localizadas en Monterrey (-,0869). En cuanto a años de residencia en la vivienda actual, aunque su efecto es negativo, es muy bajo, prácticamente cero (-.0007). En aspecto operativos, la continuidad en el servicio es importante para mejorar la satisfacción con el servicio y promover el uso del agua para beber. Sin embargo, este efecto es menor que el efecto negativo de que la vivienda esté localizada en el municipio de Centro, Tabasco.

Conclusiones

En este análisis comparativo se muestra que no se debe asumir que la población con acceso al servicio de agua en su vivienda lo aprovecha efectivamente para cubrir sus necesidades básicas de agua para beber. Los resultados de este trabajo permiten identificar factores específicos que explican la decisión de las personas de beber o no beber agua de la red pública en México. Una primera contribución de este trabajo es de tipo metodológico, al realizar el primer análisis cuantitativo de este fenómeno en

el país. Un segundo aporte es derivar algunas recomendaciones de política pública. Se determina que tanto una buena percepción de la calidad del agua como la satisfacción con los aspectos operativos del servicio, son factores importantes para que los habitantes de zonas urbanas decidan beber agua de la llave y así contar con agua asequible para asegurar su salud. Es importante que los habitantes de zonas urbanas reciban información periódica y confiable sobre la calidad del agua de la llave que les permita valorar si el agua de la que disponen en su vivienda es segura para beber. Sin embargo, esta información debe ser respaldada por una calidad efectiva del agua pues, como se evidenció en este trabajo, una experiencia negativa, como un antecedente de enfermedad en la vivienda, también influye en la decisión de beber agua de la llave o no hacerlo. Por lo tanto, debe regularse de manera efectiva que el agua suministrada cumpla con la norma y sea segura para la salud.

Se requiere también asegurar la continuidad del servicio y una presión adecuada del agua de la llave. Consecuentemente, es necesario diseñar políticas públicas que prioricen la inversión en el funcionamiento eficiente de los sistemas de distribución. Una regulación efectiva en aspectos operativos como la continuidad del servicio y una presión adecuada del agua, son condiciones necesarias para promover el uso efectivo del servicio.

La comparación de los tres casos de estudio de este trabajo muestra que los aspectos territoriales locales afectan la percepción del riesgo en la calidad del agua. Es probable que la presencia de eventos territoriales que pueden alterar la cantidad o la calidad del agua incrementen la percepción de riesgo. Como los resultados obtenidos muestran, la ubicación en el municipio de Centro incrementa la probabilidad (11%) de no sentirse satisfecho y no beber agua de la llave, cuando se compara con los habitantes de Monterrey. Algo similar ocurre en el caso de La Magdalena Contreras, aunque el efecto en la probabilidad es menor (8%). Aquí es importante notar que los efectos locales pueden cambiar rápidamente. Debido a que la encuesta para este trabajo se aplicó en 2018, no capta los cambios recientes. Por ejemplo, un periodo de sequía extraordinaria en el noreste de México en los primeros meses del 2022 trajo como consecuencia para el área metropolitana de Monterrey que se suspendiera de manera programada el servicio de agua por zonas, al menos un día a la semana, así como la disminución de la presión en redes durante la noche. En consecuencia, es muy probable que las diferencias entre los tres casos cambien si esa situación persiste.

Por otro lado, el hecho de que una mayor probabilidad de no beber agua de la llave y no sentirse satisfecho con el servicio de agua se observe en los dos municipios con mayor porcentaje de población en situación de pobreza, implica tanto una mayor afectación potencial a la salud como un mayor gasto de la población con menores ingresos, por tener que acceder a alternativas más caras que el agua de la llave para beber.

El hallazgo de que la disponibilidad de un vehículo combinado con el acceso a internet en la vivienda se asocia con un efecto negativo en la probabilidad de beber agua de la llave y sentirse satisfecho con el servicio, sugiere que el segmento de mayores ingresos tiene mejores posibilidades de acceder a alternativas para no beber agua directamente de la llave (filtros, agua de garrafón, bebidas endulzadas, entre otros).

Una política pública eficaz debe asegurar, mediante una regulación efectiva, la calidad del agua suministrada, así como un servicio de agua confiable, para cumplir con el derecho humano al agua, principalmente en zonas con población en situación de pobreza. De otra forma, la población urbana pobre en México continuará optando por no beber agua de la llave y tendrá que recurrir a alternativas costosas, como el agua embotellada, que afectan su salud y el medioambiente.

Referencias bibliográficas

- Arriaga-Medina, J. A. & Piedra-Miranda A. G. (2021). Water consumption practices in university campuses. The experience of the National Autonomous University of Mexico. *Water Sci Technol*, 84(5), 1125-1135. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.306>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2010). *Informe Final. Encuesta de Consumo de Agua Embotellada* (encuesta llevada a cabo por Pulso Mercadológico, financiada por el BID). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://events.iadb.org/calendar/event/15860/documents>
- Bautista-Sosa, G. (2013). La ciudad de Villahermosa y su relación con los cuerpos de agua: su decadente sistema de cárcamos y alcantarillado. *Historias Patrias*, 1(2), 10-13. <https://revistas.ujat.mx/index.php/ecosoc/article/view/515/430>
- Bontemps, C. & Nauges, C. (2010). To drink or not to drink (tap water)? The impact of environmental quality on consumer's choices. *INRA Sciences Sociales. Research in Economics and Rural Sociology*, (2). <https://ageconsearch.umn.edu/record/150547/>
- Coban, M. (2022). RBIPROBIT: Stata module to estimate recursive bivariate probit regressions. [Source Code]. <https://github.com/cobanomics/rbiprobit>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2019). Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2021). *Medición de la pobreza en los municipios de México*. <https://municipal-coneval.hub.arcgis.com/pages/pobreza>
- Consejo Nacional de la Población (CONAPO). (2004). *Delimitación de las zonas metropolitanas de México*. Secretaría de Desarrollo Social-CONAPO-INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825010048/702825010048_1.pdf
- Doria, M. (2010). Factors influencing public perception of drinking water quality. *Water Policy*, 12, 1-19. <https://doi.org/10.2166/wp.2009.051>
- Doria, M., Pidgeon, N. & Hunter, P. R. (2009). Perceptions of drinking water quality and risk and its effect on behaviour: a cross-national study. *Science of The Total Environment*, 407(21), 5455-5464. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.06.031>
- Dupont, D. (2005). Tapping into consumers' perceptions of drinking water quality in Canada: Capturing customer demand to assist in better management of water resources. *Canadian Water Resources Journal / Revue canadienne des ressources hydriques*, 30(1), 11-20. <https://doi.org/10.4296/cwrj300111>

- Espinosa-García, A. C., Díaz-Ávalos, C., González-Villarreal, F. J., Val-Segura, R., Malvaez-Orozco, V. & Mazari-Hiriart, M. (2015). Drinking water quality in a Mexico City university community: perception and preferences. *EcoHealth*, 12(1), 88-97. <https://doi.org/10.1007/s10393-014-0978-z>
- Ezcurra, E., Mazari, M., Pisanty-Baruch, I. & Aguilar, G. (2006). *La cuenca de México. Aspectos ambientales críticos y sustentabilidad*. Fondo de Cultura Económica.
- Fawell, J. K. & Miller, D. G. (1992). Drinking water quality and the consumer. *Water and Environment Journal*, 6(6), 726-732. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.1992.tb00726.x>
- Filippini, M., Greene, W. H., Kumar, N. & Martínez-Cruz, A. L. (2018). A note on the different interpretation of the correlation parameters in the Bivariate Probit and the Recursive Bivariate Probit. *Economics Letters*, 167, 104-107. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.03.018>
- Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey (FAMM). (2018). *Plan Hidrico Nuevo León 2050*. <http://famm.mx/wp-content/uploads/2018/10/Plan-H%C3%ADdrico-NL-2050.pdf>
- Gómez-Reyes, E. & Tapia-Silva, F. O. (2020). Caracterización hidrológica de las subregiones de estudio. En I. Aguilar Benitez (Coord.), *La gestión de los usos del agua en tres subregiones hidrológicas: Río San Juan, Valle de México y Bajo Grijalva* (pp. 21-54). El Colegio de la Frontera Norte.
- Greene, W. H. (2018). *Econometric Analysis* (8th ed.). Pearson.
- Grupper, M. A., Schreiber, M. E. & Sorice, M. G. (2021). How perceptions of trust, risk, tap water quality, and salience characterize drinking water choices. *Hydrology*, 8(1), 49. <http://dx.doi.org/10.3390/hydrology8010049>
- Hasebe, T. (2013). Marginal effects of a bivariate binary choice model. *Economics Letters*, 121, 298-301. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.08.028>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). *Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2016*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020a). *Censo de Población y Vivienda 2020. Presentación de resultados*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/Censo2020_Principales_resultados_ejecutiva_EUM.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020b). *Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental (ENCIG) 2019. Principales resultados*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/encig/2019/doc/encig2019_principales_resultados.pdf
- Jiménez Cisneros, B., Gutiérrez Rivas, R., Maraón Pimentel, B. & González Reynoso, A. (Coords.). (2011). *Evaluación de la política de acceso al agua potable en el Distrito Federal*. UNAM. Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad. Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del Distrito Federal; Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM. Instituto de Investigaciones Económicas; Academia Mexicana de Ciencias.
- Jones, A. Q., Dewey, C. E., Doré, K., et al. (2006). Public perceptions of drinking water: a postal survey of residents with private water supplies. *BMC Public Health*, 6, 94. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-6-94>
- LeChevallier, M. W., Gullick, R. W., Karim, M. R., Friedman, M. & Funk, J. E. (2003). The potential for health risks from intrusion of contaminants into the distribution system from pressure transients. *Journal of Water and Health*, 1(1), 3-14. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15384268/>

- Manwaring, J. F., Zdep, S. M. & Sayre, I. M. (1986). Public attitudes toward water utilities. *Journal American Water Works Association*, 78, 34-40. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1986.tb05761.x>
- McSpirit, S. & Reid, C. (2011). Residents' perceptions of tap water and decisions to purchase bottled water: A survey analysis from the Appalachian, Big Sandy Coal Mining Region of West Virginia. *Society & Natural Resources: An International Journal*, 24(5), 511-520. <https://doi.org/10.1080/08941920903401432>
- Montero, D. (2019). Instituciones y actores. Un enfoque alternativo para entender el consumo de agua embotellada en México. Colección Humanidades, Edit. Tirant Lo Blanch.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2011). *Greening household behaviour: The role of public policy*. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264096875-en>
- Rivera, J. A., Muñoz-Hernández, O., Rosas-Peralta, M., Aguilar-Salinas, C. A., Popkin, B. M. & Willett, W. C. (2008). Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Salud Pública de México*, 50(2), 173-195. <http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v50n2/11.pdf>
- Sajjadi, S. A., Alipour, V., Matlabi, M. & Biglari, H. (2016). Consumer perception and preference of drinking water sources. *Electronic Physician*, 8(11), 3228-3233. <https://doi.org/10.19082/3228>
- Secretaría de Economía. (2022a). *DataMéxico. Indicadores de pobreza y carencias sociales*. <https://datamexico.org/es/profile/geo/la-magdalena-contreras#equidad-pobreza>
- Secretaría de Economía. (2022b). *DataMéxico. Indicadores de pobreza y carencias sociales*. <https://datamexico.org/es/profile/geo/monterrey?povertySelector=deprivationOption#equidad-pobreza>
- Secretaría de Economía. (2022c). *DataMéxico. Indicadores de pobreza y carencias sociales*. <https://datamexico.org/es/profile/geo/villahermosa#equidad-pobreza>
- Secretaría de Salud. (2018). *Informes Semanales para la Vigilancia Epidemiológica. Enfermedades Diarreas Agudas (EDA)*. <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-epidemiologia-informes-semanales-para-la-vigilancia-epidemiologica>
- Triplett, R., Chatterjee, C., Johnson, C. K. & Ahmed, P. (2019). Perceptions of Quality and Household Water Usage: A Representative Study in Jacksonville, FL. *International Advances in Economic Research*, 25, 195-208. <https://doi.org/10.1007/s11294-019-09735-6>
- Turgeon, S., Rodriguez, M. J., Thériault, M. & Levallois, P. (2004). Perception of drinking water in the Quebec City region (Canada): the influence of water quality and consumer location in the distribution system. *Journal of Environmental Management*, 70(4), 363-373. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2003.12.014>
- Unda Opazo, F. (2020). La infraestructura del agua potable y alcantarillado frente a los terremotos. *AUCA: Arquitectura Urbanismo Construcción Arte*, (49), 39-41. <https://revistapolitica.uchile.cl/index.php/AUCA/article/view/60056>
- Vásquez, W. F., Mozumder, P., Hernández-Arce, J. & Berrens, R. P. (2009). Willingness to pay for safe drinking water: Evidence from Parral, Mexico. *Journal of Environmental Management*, 90(11), 3391-3400. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.05.009>
- Zubicaray, G., Brito, M., Ramírez Reyes, L., García, N. & Macías, J. (2021). *Las ciudades mexicanas: tendencias de expansión y sus impactos*. Coalition for Urban Transitions. <https://urbantransitions.global/es/publication/las-ciudades-mexicanas>