

Más allá de la sequía: factores asociados con inseguridad del agua en hogares mexicanos, Ensanut 2021-2024

Alicia Muñoz-Espinosa, M en C,⁽¹⁾ Verónica Mundo-Rosas, M en Nutr,⁽¹⁾
Corin Hernández-Palafox, M en C,⁽¹⁾ René Santos-Luna, M en C,⁽¹⁾
Susana Román-Pérez, D en C,⁽¹⁾ Alejandra Jiménez-Aguilar, M en C.⁽¹⁾

Muñoz-Espinosa A, Mundo-Rosas V, Hernández-Palafox C, Santos-Luna R, Román-Pérez S, Jiménez-Aguilar A.
Más allá de la sequía: factores asociados con inseguridad del agua en hogares mexicanos, Ensanut 2021-2024.
Salud Publica Mex. 2025;67:727-737.
<https://doi.org/10.21149/17044>

Muñoz-Espinosa A, Mundo-Rosas V, Hernández-Palafox C, Santos-Luna R, Román-Pérez S, Jiménez-Aguilar A.
Beyond drought: associated factors with water insecurity in Mexican households, Ensanut 2021-2024.
Salud Publica Mex. 2025;67:727-737.
<https://doi.org/10.21149/17044>

Resumen

Objetivo. Analizar la magnitud y la asociación de la inseguridad del agua en hogares de México durante 2021-2024, considerando factores sociodemográficos y condiciones de sequía. **Material y métodos.** Se analizó información de 36 599 hogares de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2021-2024. La inseguridad del agua se estimó con la escala HWISE. Se construyó un índice de severidad de sequía (ISS) a nivel municipal (2020-2024) con datos de la Comisión Nacional del Agua. Se aplicó un modelo de regresión logística para explorar la relación entre inseguridad del agua, variables sociodemográficas y el ISS. **Resultados.** La prevalencia nacional de inseguridad del agua fue de 16.1%, con niveles más altos en Guerrero (30.6%) y Baja California Sur (29.0%). Aunque las sequías fueron más intensas en el norte y centro del país, éstas no coincidieron directamente con la inseguridad del agua. Contrario a lo esperado, los hogares en municipios con alta severidad de sequía presentaron menor riesgo de inseguridad del agua (RM= 0.62, $p=0.001$). Factores como no tener agua entubada en el hogar (RM= 2.57, $p=0.001$), pertenecer al tercil de condiciones de bienestar bajo (RM= 1.37, $p=0.01$) o que en el hogar haya mujeres en edad reproductiva (RM= 1.18, $p=0.015$) indicaron un mayor riesgo de inseguridad del agua. **Conclusión.** Los factores relacionados con las condiciones de bienestar o con la falta de infraestructura de abastecimiento ponen en riesgo la seguridad del agua en los hogares. Es fundamental garantizar

Abstract

Objective. To analyze the magnitude and association of water insecurity in Mexican households in the country during 2021-2024, considering sociodemographic factors and droughts conditions. **Materials and methods.** Data from 36 599 households in the *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición* 2021-2024 dataset were analyzed. Water insecurity was estimated using the HWISE scale. A drought severity index (DSI) was constructed at the municipal level (2020-2024) using data from *Comisión Nacional del Agua*. A logistic regression model was applied to explore the relationship between water insecurity, sociodemographic variables, and the DSI. **Results.** The national prevalence of water insecurity was 16.1%, with the highest levels in Guerrero (30.6%) and Baja California Sur (29.0%). Droughts were more intense in the north and center of the country, but did not directly coincide with water insecurity. Contrary to expectations, households in municipalities with high drought severity had a lower risk of water insecurity (OR= 0.62, $p=0.001$). Factors, such as not having of piped water in the home (OR= 2.57, $p=0.001$), belonging to the lowest third of welfare conditions (OR= 1.37, $p=0.01$) or having women in reproductive age in the households (OR= 1.18, $p=0.015$) indicated a higher risk of water insecurity. **Conclusion.** Factors related to welfare conditions or lack of piped water increase the risk of water insecurity in households. It is essential to ensure that all households, regardless of the social group to which

(1) Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

Fecha de recibido: 6 de mayo de 2025 • **Fecha de aceptado:** 13 de agosto de 2025 • **Publicado en línea:** 18 de noviembre de 2025

Autora de correspondencia: Verónica Mundo Rosas. Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas, Instituto Nacional de Salud Pública.

Av. Universidad 655, col. Santa María Ahuacatitlán. 62100 Cuernavaca, Morelos, México.

Correo electrónico: vmundo@insp.mx

Licencia: CC BY-NC-SA 4.0

que todos los hogares, sin importar el grupo social al que pertenecen, tengan las condiciones necesarias para lograr acceso, disponibilidad y uso justo del agua para satisfacer sus necesidades e incidir en su salud y bienestar.

Palabras clave: inseguridad del agua; encuesta de salud; sequía; México

they belong, have the necessary conditions to achieve access, availability, and fair use of water to meet their needs and impact on their health and well-being.

Keywords: water insecurity; health survey; drought; Mexico

El acceso al agua segura es un derecho humano fundamental y un componente esencial para la salud y el bienestar.¹ No obstante, la inseguridad del agua, definida como la falta de acceso adecuado, asequible y seguro al agua,^{2,3} sigue siendo una problemática que impacta la salud, la calidad de vida y el desarrollo socioeconómico de las comunidades.⁴

En América Latina y el Caribe, se estima que 166 millones de personas no tienen acceso a agua potable segura, 443 millones carecen de servicios adecuados de saneamiento y 150 millones viven en zonas con escasez de agua.⁵ En esta región, la seguridad del agua está condicionada por desigualdades territoriales y riesgos socioeconómicos, siendo México uno de los países con mayores desafíos.⁶

En el país, la inseguridad del agua afecta principalmente a zonas rurales y hogares con bajos ingresos, según datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua (Ensanut Continua) 2021-2023.⁷ Esta situación impacta de manera desproporcionada a comunidades indígenas, donde las fuentes de agua suelen ser insuficientes o estar contaminadas.^{8,9}

Además, esta problemática se ve agravada por factores como la inseguridad alimentaria, las desigualdades estructurales y el cambio climático.^{10,11} Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que una de las consecuencias del cambio climático es la sequía. La sequía es una anomalía transitoria considerada como la falta prolongada de precipitación en una región determinada y una de las consecuencias más severas de la sequía es ocasionar un déficit de agua.¹² Se ha documentado que la exposición a sequías graves a largo plazo se asocia con un mayor riesgo para la salud.¹³

La monitorización de la inseguridad del agua mediante la escala de Experiencias de Inseguridad del Agua en el Hogar (HWISE, por sus siglas en inglés) permite evaluar de manera oportuna los cambios en las dimensiones de disponibilidad, acceso y consumo³ a través de las percepciones y las experiencias de la población. Lo anterior es prioritario para evaluar sus determinantes y consecuencias y así diseñar respuestas políticas más eficaces.¹⁴ A diferencia de estudios internacionales que

han mostrado una asociación directa entre sequía e inseguridad del agua, en México esta relación no ha sido explorada sistemáticamente con datos representativos a nivel nacional. Ante el aumento de los desafíos relacionados con el agua, contar con datos actualizados es fundamental para diseñar políticas que garanticen el derecho al agua de forma equitativa y sostenible.^{15,16}

Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar la magnitud de la inseguridad del agua en las entidades del país del periodo 2021-2024, así como analizar su relación con determinantes a nivel de hogar y con el índice de severidad de sequía (ISS) de los municipios donde se localizan los hogares.

Material y métodos

Estudio transversal con información recolectada a partir de la Ensanut Continua de los años 2021, 2022, 2023 y 2024 (dado que 2021 fue el primer año donde se recolectó información sobre inseguridad del agua) y otras fuentes.

Información de Ensanut Continua

La Ensanut Continua se basa en un diseño de muestreo probabilístico, polietápico, estratificado y por conglomerados, con representatividad nacional, regional y de las localidades urbanas y rurales. En el periodo 2021-2024 se pudo obtener información suficiente para analizar la inseguridad del agua y contar con datos representativos de cada entidad federativa.¹⁷

La recolección de datos correspondiente a dicho periodo se llevó a cabo anualmente entre los meses de agosto y noviembre, con el objetivo de acumular tamaños de muestra similares por estado (1 000 hogares por estado). Para lograr la representatividad en las dimensiones mencionadas, se mantuvo la misma metodología de selección de hogares e informantes, los instrumentos de recolección de datos y los procedimientos para su aplicación.¹⁸

Como resultado de este muestreo, se analizó información de 39 566 hogares que participaron en la Ensanut Continua de los años 2021-2024 y que contaron con datos sobre experiencias de inseguridad del agua.

Esta muestra representa aproximadamente a 36 954 066 hogares en México.

Variables del estudio

En el análisis se incluyeron variables relacionadas con características del hogar, además de un índice de sequía a nivel municipal que fungió como una característica relacionada con el ambiente.

Características del hogar

Inseguridad del agua en el hogar. Se utilizó una versión validada y estandarizada para México de la escala HWISE.^{14,19} Esta escala fue incorporada por primera vez en la Ensanut Continua 2021. La escala HWISE indaga sobre 12 experiencias vividas por alguno de los integrantes del hogar relacionados con problemas con el agua debido a escasez, exceso, contaminación o falta de recursos económicos. Por ejemplo, se consideran experiencias como preocuparse por la insuficiencia de agua en el hogar o irse a dormir con sed. Esto permite una evaluación más amplia y multidimensional en comparación con otros indicadores convencionales. Además, evalúa la frecuencia con la que se experimentaron estas situaciones durante las cuatro semanas previas a la entrevista. El punto de corte utilizado es de 12 o más puntos,²⁰ debido a que los hogares que alcanzan este puntaje reportan una menor satisfacción con la disponibilidad, uso y estabilidad del agua, así como una mayor percepción de estrés e inseguridad en comparación con aquellos clasificados como seguros.²¹

Tamaño de localidad donde se encuentra el hogar. Las localidades se clasificaron de acuerdo con el número de habitantes en rural (<2 500 habitantes) y urbana (≥2 500 habitantes).

Índice de condiciones de bienestar en el hogar. Se construyó mediante un análisis de componentes principales a partir de ocho variables relacionadas con las características de las viviendas, así como los bienes y servicios disponibles.²² Se utilizaron como puntos de corte los terciles bajo, medio y alto, utilizados en análisis anteriores.²³

Inseguridad alimentaria en el hogar. La Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA) consta de 15 preguntas que exploran experiencias de los integrantes del hogar relacionadas con la variedad, calidad, cantidad de alimentos y presencia de hambre debido a la falta de dinero o recursos en los últimos tres meses previos a la aplicación de la encuesta.²⁴ Clasifica

hogares en seguridad, inseguridad leve, moderada o severa, basado en respuestas positivas y la presencia de integrantes menores de 18 años.²⁵

Programas sociales en el hogar. Se indagó si algún integrante del hogar recibía el apoyo, económico o en especie, de iniciativas gubernamentales y/o de organizaciones no gubernamentales diseñadas para mejorar las condiciones de vida de la población, incluida la ayuda alimentaria.

Se incluyeron otras variables sobre características del hogar, tales como si el hogar tenía agua entubada o la condición de hacinamiento (cuando en el hogar hay más de 2.5 integrantes por habitación).²⁶

La información para construir las variables antes mencionadas fue obtenida mediante un cuestionario diseñado para captar información sobre las características sociodemográficas de los hogares. Este instrumento fue aplicado a la persona mayor de edad, hombre o mujer, que tuviera amplio conocimiento de las condiciones del hogar y sus integrantes.

También se preguntó si el hogar tenía integrantes menores de cinco años, mujeres en edad reproductiva (12 a 49 años) y adultos mayores de 60 años, si algún integrante refirió hablar alguna lengua indígena y el sexo de la jefatura de familia.

Información sobre el ambiente

ISS. Debido a que en la Ensanut no es posible captar información relacionada con el clima, a partir de los datos y la metodología del Monitor de Sequías en México,²⁷ herramienta creada por el Servicio Meteorológico Nacional,²⁸ se construyó el ISS del municipio donde se localizan los hogares entrevistados para el periodo 2020 a 2024, a través de su intensidad y duración.²⁹ Para reflejar con mayor precisión la influencia acumulada de la sequía sobre la percepción de inseguridad del agua, se consideraron cinco ciclos anuales de lluvia. Esta decisión se fundamenta en el concepto de sequía hidrológica,³⁰ la cual ocurre cuando la escasez de precipitación en los periodos esperados reduce sostenidamente la disponibilidad de agua superficial y subterránea, lo que puede ocasionar un déficit hídrico prolongado y, en consecuencia, afectar la percepción de disponibilidad del recurso en los hogares. La fórmula utilizada para construir el ISS fue:

$$ISS = \sum_{t=1}^n (D_t \cdot I_t)$$

Donde D_t es la duración de la sequía en el periodo t , I_t es la intensidad de la sequía en el periodo t , y n es el número de meses analizados (2020 a 2024).

Para facilitar la comparación del ISS entre municipios, se aplicó una normalización Z-score. Adicionalmente el ISS se categorizó en cinco niveles para su interpretación espacial: muy baja (<-0.5 SD), baja (-0.5 a 0.5 SD), media (0.5 a 1.5 SD), alta (1.5 a 2.5 SD) y muy alta (>2.5 SD). El ISS municipal se utilizó como variable contextual; a cada hogar se le asignó el valor del ISS correspondiente a su municipio de residencia declarado. La selección de las variables sociodemográficas de los hogares y del ambiente, que se incluyeron en los análisis, se basó en los marcos conceptuales propuestos por otros autores para analizar la inseguridad del agua y estrés hídrico.³¹⁻³³

Consideraciones éticas

Los protocolos de las Ensanut Continua 2021-2024 fueron revisados y aprobados por los Comités de Investigación, Ética en Investigación y Bioseguridad del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). En cada encuesta, los entrevistados otorgaron su consentimiento informado para participar.

Análisis estadístico

Se calculó la proporción e intervalo de confianza al 95% (IC95%) de los hogares con inseguridad del agua, de acuerdo con la entidad federativa, el tamaño de la localidad y las variables descritas previamente.

Para la elaboración del mapa del ISS y la inseguridad del agua a nivel municipal, se procesaron los datos espaciales con el software ArcGIS Pro-3.4.

Finalmente, se realizó un modelo de regresión logística para identificar la relación entre la inseguridad del agua y las diferentes características sociodemográficas, así como las categorías del ISS, mediante la toma de un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$. Todos los análisis y modelos se ajustaron por el diseño complejo de la encuesta, como el tamaño de la localidad de residencia, y el uso de las ponderaciones de muestreo y el módulo SVY de Stata, versión 14.0.*

Resultados

Características de los hogares Ensanut 2021-2024

Se presenta la información de 39 566 hogares que representan a 36 954 100 a nivel nacional. Se estimó que 63.9%

de los hogares tienen como jefe de familia a un hombre y 6.8% de los jefes de familia hablan alguna lengua indígena. El 3.7% de los hogares reportaron no tener agua entubada, 14.9% tienen hacinamiento, 82.5% tienen al menos un integrante menor de cinco años, 64.9% cuenta al menos con una mujer en edad reproductiva y 38.3% con al menos un adulto mayor de 60 años. El 58.4% no recibe programas sociales y 1% experimentan inseguridad alimentaria severa (cuadro I).

Inseguridad del agua a nivel nacional y determinantes

La prevalencia nacional de inseguridad del agua fue de 16.1%. En los hogares con un hablante de lengua indígena esta proporción fue de 20.6%. En los hogares de localidades urbanas la prevalencia fue de 16.2% y en hogares de nivel de condiciones de bienestar bajo, la prevalencia fue de 20.5%.

En hogares que reportaron no tener agua entubada, la proporción de inseguridad del agua fue de 32.8%. En los hogares que se clasificaron con hacinamiento, la inseguridad del agua fue de 20.6%.

De acuerdo con el rango de edad de los integrantes del hogar, la prevalencia de inseguridad del agua en los hogares donde había al menos un menor de cinco años, fue de 17%; donde había mujeres en edad reproductiva fue de 17.1% y de 14.5% en los hogares donde hubo al menos un adulto mayor de 60 años.

En los hogares que reportaron no recibir programas de apoyo social, la prevalencia de inseguridad del agua fue de 16.2% y en aquellos hogares que fueron clasificados con inseguridad alimentaria severa la proporción fue de 32.8% (cuadro I).

Los estados con la mayor proporción de hogares que experimentaron inseguridad del agua fueron Guerrero (30.6%), Baja California Sur (29%), Estado de México (23.3%), Hidalgo (23.3%) y Aguascalientes (23.1%) (figura 1).

Al interior de cada estado, de acuerdo con el tamaño de localidad, las zonas rurales de San Luis Potosí y Tamaulipas son las que tienen una prevalencia de más de 28 puntos porcentuales (pp). En cambio, las localidades urbanas con mayor prevalencia de inseguridad del agua fueron las de Guerrero (38.8%) y Tabasco (27.3%) (cuadro II).

En la figura 2 se presenta la distribución de las categorías de ISS para el periodo 2020-2024 y su relación con la prevalencia de inseguridad del agua en los hogares a nivel municipal. Se observa un patrón espacial de mayor severidad de sequía concentrado en la región norte y centro del país, especialmente en los municipios de los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua,

* StataCorp. Software estadístico Stata: Versión 14. College Station, TX: StataCorp LP, 2015.

Cuadro I
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS HOGARES DE ACUERDO CON LA CONDICIÓN DE INSEGURIDAD DEL AGUA.
MÉXICO, ENSANUT 2021-2024

Características	Total				Con inseguridad del agua			
	n	Expansión			n	Expansión		
		N (miles)	%	IC95%		N (miles)	%	IC95%
Total	39 566	36 954.07			6 414	5 937.45	16.1	15.1,17.0
Jefatura de familia								
Sexo								
Masculino	25 834	23 603.66	63.9	62.9,64.8	4 177	3 732.18	15.8	14.9,16.7
Femenino	13 732	13 350.41	36.1	35.2,37.0	2 237	2 205.27	16.5	15.2,17.8
Hablante de lengua indígena	2 802	2 511.54	6.8	5.9,7.8	475	517.14	20.6	18.2,23.1
Características del hogar								
Tamaño de la localidad								
Urbana	30 434	29 477.22	79.8	75.9,83.7	4 978	4 773.61	16.2	15.1,17.3
Rural	9 132	7 476.85	20.2	18.5,22.1	1 436	1 163.84	15.6	14.0,17.2
Tercil de condiciones de bienestar								
Bajo	13 091	11 661.52	31.5	29.9,33.2	2 576	2 389.02	20.5	19.1,21.8
Medio	13 200	11 846.98	32.1	31.0,33.1	2 163	1 995.94	16.8	15.6,18.1
Alto	13 275	13 445.57	36.4	34.8,37.9	1 675	1 552.49	11.5	10.6,12.5
Agua entubada								
Sí tiene, dentro de la vivienda	32 204	30 463.78	82.6	81.3,83.9	4 728	4 375.74	14.4	13.4,15.2
Sí tiene, sólo en el terreno	5 832	5 019.04	13.6	12.6,14.7	1 211	1 094.56	21.8	20.0,23.6
No tiene	1 436	1 380.67	3.7	3.2,4.4	455	452.22	32.8	28.2,37.5
Hacinamiento	6 425	5 516.12	14.9	14.1,15.8	5 153	4 787.92	20.6	18.0,23.3
Grupo de edad de los integrantes (años)								
Con menores de cinco	7 390	6 454.13	17.5	16.8,18.2	1300	1 154.31	17.9	16.4,19.4
Sin menores de cinco	32 176	30 499.94	82.5	81.8,83.2	5 114	4 783.14	15.7	14.7,16.6
Con mujeres de 12-49	26 362	23 985.43	64.9	63.9,65.9	4 513	4 112.12	17.1	16.0,18.2
Sin mujeres de 12-49	13 204	12 968.63	35.1	34.1,36.1	1 901	1 825.33	14.1	13.0,15.1
Con adultos de 60 o más	14 349	14 170.82	38.3	37.2,39.5	2 184	2 060.30	14.5	13.4,15.6
Sin adultos de 60 o más	25 217	22 783.25	61.6	60.5,62.8	4 230	3 877.15	17.0	15.9,18.1
Recibe programas sociales	16 253	15 381.16	41.6	40.5,42.7	2 673	2 451.74	15.9	14.8,17.1
No recibe programas sociales	23 313	21 572.91	58.4	57.3,59.5	3 741	3 485.71	16.2	15.0,17.3
Con inseguridad alimentaria								
Inseguridad alimentaria moderada	3 756	3 298.42	12.1	11.4,12.8	883	812.24	24.6	22.4,26.9
Inseguridad alimentaria severa	2 601	2 476.65	9.1	8.5,9.7	746	812.30	32.8	29.1,36.6

Fuente: Ensanut 2021, 2022, 2023, 2024

Ensanut: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

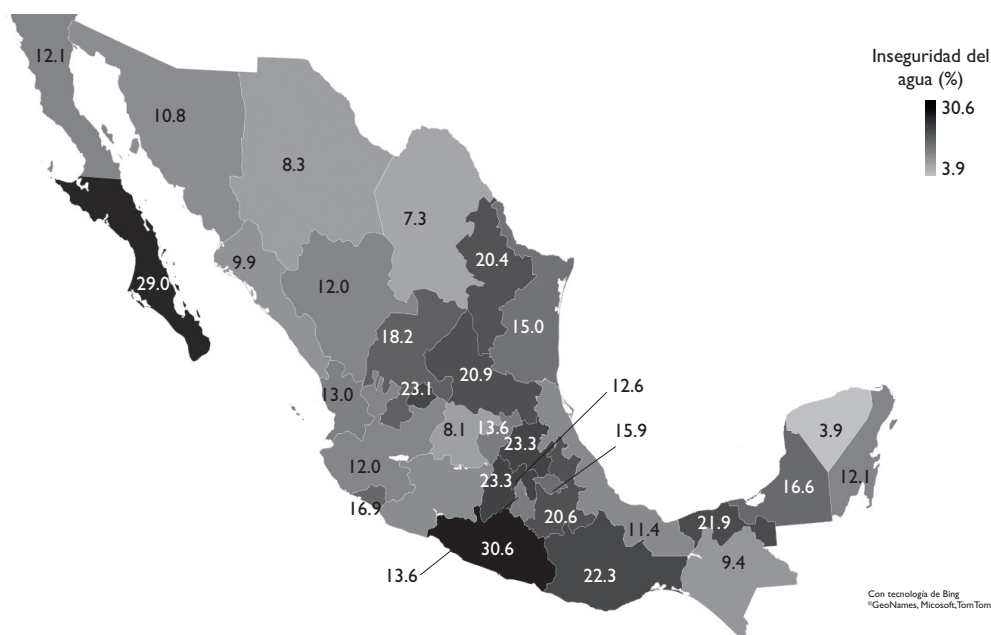
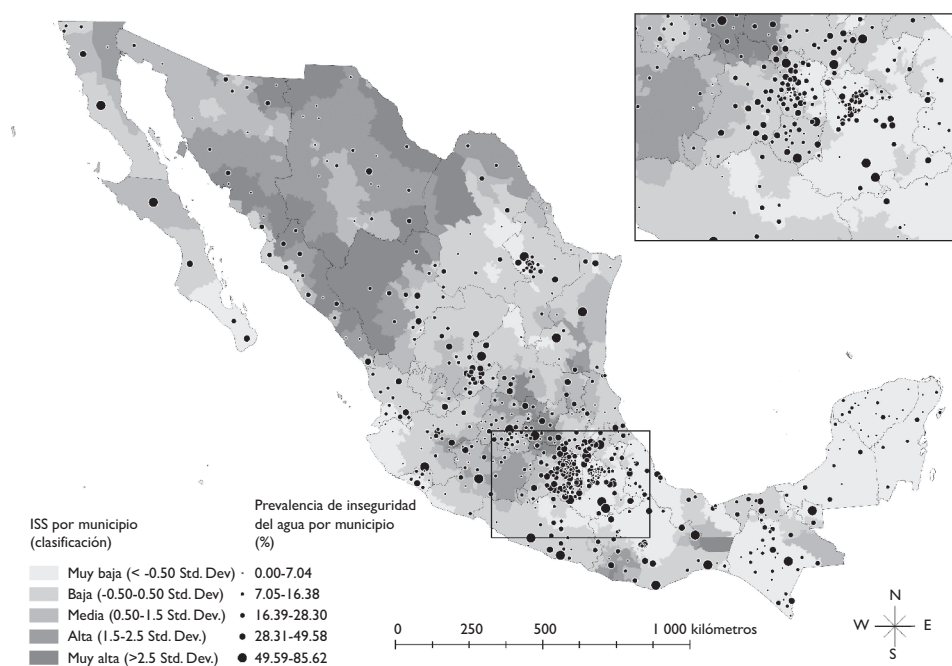


FIGURA 1. PROPORCIÓN DE HOGARES CON INSEGURIDAD DEL AGUA POR ENTIDAD FEDERATIVA. MÉXICO, ENSANUT 2021-2024



ISS: índice de severidad de sequía

FIGURA 2. MAPA DE PREVALENCIA DE INSEGURIDAD DEL AGUA EN EL HOGAR Y SU DISTRIBUCIÓN DE ACUERDO CON EL ISS POR MUNICIPIO. MÉXICO, ENSANUT 2021-2024

Cuadro II
PROPORCIÓN DE HOGARES CON INSEGURIDAD DEL AGUA POR TIPO DE LOCALIDAD EN EL ESTADO. MÉXICO, ENSANUT 2021-2024

Entidad federativa	Inseguridad del agua por tipo de localidad					
	Rural			Urbana		
	n	%	IC95%	n	%	IC95%
Aguascalientes	39	20.9	9.1,41.4	212	23.3	17.4,30.4
Baja California	1	0.6	0.1,3.0	137	12.7	7.9,19.9
Baja California Sur	16	20.7	9.6,39.1	325	29.5	19.9,41.4
Campeche	34	11.2	7.4,16.7	73	17.7	8.7,32.5
Coahuila	16	18.4	15.8,21.4	82	8.8	6.3,12.2
Colima	3	2.1	0.5,8.5	78	8.9	6.3,12.4
Chiapas	49	9.7	6.2,14.7	69	16.4	7.8,31.3
Chihuahua	3	1.5	0.4,5.6	77	8.1	6.0,10.8
Ciudad de México	2	11.9	11.9,11.9	392	16.9	14.0,20.2
Durango	37	8.7	3.9,18.1	105	15.3	10.0,22.7
Guanajuato	145	13.0	6.4,24.8	168	6.2	4.6,8.3
Guerrero	60	12.5	6.9,21.4	173	38.8	21.8,58.9
Hidalgo	114	23.2	17.2,30.5	148	23.3	16.9,31.2
Jalisco	20	12.9	3.9,34.7	123	11.8	7.7,17.8
Estado de México	76	21.3	13.6,31.7	461	23.6	19.0,28.9
Michoacán	55	17.6	8.8,32.1	70	8.5	5.8,12.3
Morelos	39	22.8	11.8,39.5	124	12.0	9.3,15.4
Nayarit	53	17.6	9.6,30.1	78	11.3	8.1,15.4
Nuevo León	5	10.7	2.0,41.3	530	20.6	16.8,25.1
Oaxaca	121	22.6	13.7,34.8	115	21.9	13.9,32.7
Puebla	59	20.1	11.3,33.1	182	20.8	15.4,27.4
Querétaro	54	20.7	12.5,32.4	110	11.5	7.6,17.1
Quintana Roo	20	14.5	3.1,147.3	106	11.8	8.3,16.6
San Luis Potosí	85	28.3	14.4,48.1	109	18.6	15.0,22.8
Sinaloa	72	12.4	6.9,21.3	138	9.2	6.8,12.2
Sonora	19	15.0	4.7,38.6	99	10.2	6.7,15.4
Tabasco	76	13.2	7.2,22.9	160	27.3	21.2,34.4
Tamaulipas	29	33.1	7.4,75.5	103	13.8	9.2,20.0
Tlaxcala	16	7.9	4.3,14.3	178	17.9	13.8,22.8
Veracruz	18	5.4	3.0,9.4	88	14.0	7.7,24.3
Yucatán	18	7.4	3.3,15.6	43	3.3	2.2,4.9
Zacatecas	82	19.6	15.2,24.8	122	17.5	10.6,27.5

Fuente: Ensanut 2021, 2022, 2023, 2024
Ensanut: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí. En contraste, los municipios de los estados del sureste (Chiapas, Tabasco, Campeche y Quintana Roo) presentan valores más bajos del ISS, lo cual indica una menor severidad de sequía. Los círculos representan la prevalencia de la inseguridad del agua. Los círculos más grandes indican los municipios con mayor inseguridad del agua que pertenecen a los estados como Baja California, Guerrero, Nuevo León y San Luis Potosí.

Asociación entre la inseguridad del agua y características sociodemográficas y del ambiente

Con el modelo de regresión se observó que los hogares donde alguno de los integrantes es hablante de lengua indígena tienen un mayor riesgo de experimentar inseguridad del agua ($RM= 1.36, p= 0.047$) en comparación con los hogares donde no hay hablantes de lengua indígena. Los hogares de localidades rurales tienen menor riesgo de experimentar inseguridad del agua respecto a los hogares de localidades urbanas ($RM= 0.65, p= 0.001$). Los hogares ubicados en el tercil medio y bajo del índice de condiciones de bienestar tienen mayor riesgo de experimentar inseguridad del agua en comparación con los hogares del tercil alto ($RM= 1.36, p= 0.001$ y $RM= 1.32, p < 0.001$). La condición de tener agua entubada únicamente en el terreno aumenta la posibilidad de experimentar inseguridad del agua ($RM= 1.38, p= 0.001$) al igual que no contar con agua entubada ($RM= 2.60, p < 0.001$) en contraste con los hogares que sí tienen agua entubada dentro de la vivienda. Los hogares con aumento de riesgo de experimentar inseguridad del agua fueron aquellos con mujeres en edad reproductiva ($RM= 1.19, p= 0.013$). Los hogares que experimentan algún grado de inseguridad alimentaria se asociaron con mayor riesgo de experimentar también inseguridad del agua (leve [$RM= 1.32, p < 0.001$], moderada [$RM= 2.19, p < 0.001$] o severa [$RM= 3.25, p < 0.001$]), en comparación con hogares sin inseguridad alimentaria. Los hogares ubicados en municipios clasificados con severidad de sequía baja tuvieron mayor riesgo de inseguridad del agua en contraste con hogares ubicados en municipios con severidad de sequía alta ($RM= 1.62, p < 0.001$) (cuadro III).

Discusión

Contrario a lo que se esperaba, en este trabajo se encontró que los hogares mexicanos que se ubican en municipios con mayor ISS tienen menor posibilidad de presentar inseguridad del agua. Lo anterior sugiere que la inseguridad del agua está influenciada también por

Cuadro III
RAZONES DE MOMIOS DE LA INSEGURIDAD DEL
AGUA EN LOS HOGARES MEXICANOS Y ALGUNAS
CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS Y
AMBIENTALES. MÉXICO, ENSANUT 2021-2024

<i>Inseguridad del agua en el hogar</i>	<i>RM</i>	<i>p</i>	<i>IC95%</i>
Sexo jefe de hogar			
Mujer	0.99	0.970	0.89, 1.12
Hombre	Ref.		
Hablan lengua indígena en el hogar			
Sí	1.32	0.069	0.98, 1.78
No	Ref.		
Tamaño de localidad donde se ubica el hogar			
Rural	0.65	0.001	0.50, 0.85
Urbana	Ref.		
Condiciones de bienestar del hogar (tercil)			
Bajo	1.37	0.011	1.08, 1.75
Medio	1.33	<0.001	1.15, 1.55
Alto	Ref.		
Agua entubada en el hogar			
Sólo en el terreno	1.39	<0.001	1.16, 1.68
No tiene agua entubada	2.57	<0.001	1.94, 3.40
Sí tiene agua entubada	Ref.		
Hacinamiento en el hogar			
Sí	1.07	0.398	0.91, 1.26
No	Ref.		
Niños menores de cinco años en el hogar			
Sí	1.02	0.784	0.88, 1.19
No	Ref.		
Mujeres de 12-49 años en el hogar			
Sí	1.19	0.015	1.03, 1.36
No	Ref.		
Adultos mayores de 60 años en el hogar			
Sí	0.93	0.263	0.81, 1.06
No	Ref.		
El hogar recibe programas sociales			
Sí	0.95	0.488	0.82, 1.09
No	Ref.		
Inseguridad alimentaria en el hogar			
Leve	1.33	<0.001	1.16, 1.54
Moderada	2.20	<0.001	1.87, 2.59
Severa	3.25	<0.001	2.61, 4.06
Seguridad alimentaria en el hogar	Ref.		
Severidad de sequía en el municipio donde se ubica el hogar			
Baja	1.62	<0.001	1.28, 2.06
Media	1.26	0.176	0.89, 1.78
Alta	Ref.		

múltiples factores como variabilidad hidrológica natural, demanda humana de agua, capacidad económica para pagar el servicio, infraestructura disponible, acceso a fuentes de abastecimiento, eficiencia de las políticas de gestión del agua, además de una gestión mejorada del agua, lo cual ha sido clave para la resiliencia en zonas áridas.^{34,35} Este resultado puede reflejar un sesgo de intervención donde zonas tradicionalmente áridas han recibido infraestructura hídrica para mitigar la sequía, mientras que zonas con alta disponibilidad no necesariamente garantizan acceso equitativo.³⁶

Esta explicación es aplicable para los estados como Guerrero, Estado de México, Hidalgo, Oaxaca y Tabasco que, a pesar de tener una mayor disponibilidad de agua renovable,³⁷ presentan proporciones de inseguridad del agua en el hogar arriba del promedio nacional.

De acuerdo con cifras reportadas por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval), la cobertura de infraestructura de agua potable en la vivienda fue de 94.4% a nivel nacional en el año 2019.³⁸ No obstante, la información reportada en este trabajo pone en evidencia la disparidad en la disponibilidad acceso y consumo del agua, donde los hogares más afectados por la inseguridad del agua son los que no tienen infraestructura de agua potable dentro de su hogar (32.8% lo que representa alrededor de 450 000 hogares); los hogares con menores condiciones de bienestar (20.5% lo que representa cerca de dos millones y medio de hogares) y con integrantes indígenas (20.6% lo que representa alrededor de medio millón de hogares). Este hallazgo resalta la necesidad de que exista una distribución justa dentro y entre las poblaciones, además de asegurar la disponibilidad y el acceso suficiente a agua de calidad segura y aceptable para uso doméstico.³⁹

Uno de los factores asociados con mayor posibilidad de inseguridad del agua en los hogares analizados fueron las condiciones de bienestar. Este hecho refleja que la capacidad para acceder y costear el agua está determinada por el estatus socioeconómico. Trabajos anteriores realizados en México han destacado que las principales experiencias negativas, relacionadas con la inseguridad del agua en México, son la disminución del suministro de agua potable y la preocupación por no tener suficiente agua para todas las necesidades del hogar.³ Estas experiencias obligan a los miembros de los hogares a acarrear agua de lugares lejanos o comprar agua transportada por pipas, pagando entre 600 y 3 000 pesos, según la región del país.⁴⁰ Asimismo, se ha señalado que las comunidades marginadas de bajos ingresos utilizan una mayor proporción de sus ingresos para pagar los servicios de agua en comparación con las comunidades más ricas. Además, los hogares más ricos cuentan con recursos de adaptación para amortiguar los

impactos adversos de la inseguridad hídrica, como las interrupciones en el suministro o la mala calidad del agua, en comparación con los hogares con pobreza.^{41,42}

Por otra parte, se ha reportado que la capacidad de garantizar agua segura, asequible y socialmente aceptable, y la capacidad de hacer frente a los desafíos cotidianos del agua, están moldeadas por las relaciones sociales (por ejemplo, edad, género, etnia) y dinámicas de poder.⁴³ Al respecto, la literatura sobre justicia hídrica y desigualdad territorial señala que la inseguridad del agua se concentra en contextos de marginación y exclusión, donde la infraestructura es limitada y las soluciones son temporales o inadecuadas.⁴⁴

En el presente trabajo se destaca que las posibilidades de inseguridad del agua aumentan significativamente en hogares con inseguridad alimentaria moderada y severa. Este hallazgo ha sido reportado en otros trabajos donde se argumenta que la solución a la escasez, inundaciones o contaminación del agua compite económicamente con otras necesidades prioritarias del hogar, como la compra de alimentos, en hogares de estratos sociales bajos y medios,⁴⁵ además de que señalan una interdependencia crítica entre seguridad alimentaria e hídrica, conocida como el nexo agua-alimento, especialmente en contextos de pobreza multidimensional.⁴⁶

En cuanto a las limitaciones, se reconoce, en primer lugar, el diseño transversal de la Ensanut, el cual impide establecer relaciones causales entre las variables analizadas; no obstante, permite identificar hipótesis para ser contrastadas en estas investigaciones. Asimismo, se considera como una limitante el periodo en el que se llevó a cabo la recolección de información (agosto a noviembre de cada año), puesto que incluye la temporada de lluvias en la mayor parte del país. Esta condición puede influir en la percepción de inseguridad del agua en el hogar reportada por las personas entrevistadas, ya que la escala HWISE capta las experiencias ocurridas en las cuatro semanas previas a la entrevista. En consecuencia, los hogares clasificados con inseguridad del agua podrían estar subestimados en comparación con otras épocas del año, particularmente durante la temporada sin lluvias. Se reconoce también el riesgo potencial de incurrir en una falacia ecológica al vincular datos ambientales agregados (a nivel municipal) con datos obtenidos a nivel de hogar. Sin embargo, es importante señalar que todos los análisis fueron ajustados por el diseño complejo de la muestra, lo que permite una estimación precisa de los errores estándar y una adecuada inferencia poblacional.

Otra limitación del presente trabajo es que no se exploraron las estrategias de afrontamiento y gestión del agua en los hogares que moderan las experiencias de inseguridad del agua (como la compra de pipas o garrafones de agua, uso de filtros de purificación, cons-

trucción de cisternas u otras estrategias para compartir y almacenar agua).⁴⁷

A pesar de estas limitaciones, la información reportada es de gran utilidad para dar sustento a esfuerzos relacionados con la defensa del agua y focalizar e impulsar la acción gubernamental, incluidos los lugares afectados por desastres naturales, conflictos y brotes de enfermedades.^{21,48} Futuros estudios podrían abordar estas limitaciones al incorporar diseños longitudinales, módulos cualitativos o mixtos, y medidas más desagregadas que permitan captar variaciones intramunicipales y mecanismos de resiliencia local. Los hallazgos destacan la relevancia de factores estructurales como pobreza, etnicidad e infraestructura en las experiencias de inseguridad del agua en los hogares.

En México, como en muchos lugares del mundo, la seguridad del agua se ve afectada negativamente por factores climáticos y demográficos, aumento del uso de agua per cápita, contaminación, sobreextracción de aguas subterráneas y también por inequidad en su distribución.⁴⁹ Este estudio destaca la relevancia de los factores relacionados con las condiciones del hogar, incluida la infraestructura para su distribución, con el fin de mejorar la seguridad del agua en los hogares. Por lo tanto, es fundamental garantizar que todos los hogares, sin importar al grupo social al que pertenecen, tengan las condiciones necesarias para lograr el acceso, disponibilidad, calidad y uso justo del agua para satisfacer sus necesidades diarias y mejorar diversas dimensiones de salud y bienestar.⁵⁰

Agradecimientos

A la Dra. Martha García, al Dr. Martín Romero y al Dr. Tonatiuh Barrientos por su asesoría.

Declaración de conflicto de intereses. Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Referencias

1. Asamblea General de las Naciones Unidas. Resolución 64/292. El derecho humano al agua y el saneamiento. Ginebra: Asamblea General de las Naciones Unidas, 2010:660 [citado mayo 1, 2025]. Disponible en: https://aguaysaneamiento.cndh.org.mx/Content/doc/Normatividad/Instrumentos/Resolucion_64_292DHAS.pdf
2. Jepson WE, Wutich A, Collins SM, Boateng GO, Young SL. Progress in household water insecurity metrics: a cross-disciplinary approach. *WIREs Water*. 2017;4(3):e1214. <https://doi.org/10.1002/wat2.1214>
3. Muñoz-Espinosa A, Mundo-Rosas V, Vizuet-Vega NI, Hernández-Palafox C, Martínez-Domínguez J, Shamah-Levy T. Inseguridad del agua en hogares mexicanos: comparación de resultados de las Ensanut Continua 2021 y 2022. *Salud Publica Mex*. 2023;65(supl 1):s189-96. <https://doi.org/10.21149/14788>

4. Hutton G, Chase C. The knowledge base for achieving the sustainable development goal targets on water supply, sanitation and hygiene. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;13(6):536. <https://doi.org/10.3390/ijerph13060536>
5. Michaud D, Trejo L. Un llamado a la acción por el agua en América Latina y el Caribe. *Blogs del Banco Mundial*. 2024 [citado mayo 1, 2025]. Disponible en: <https://blogs.worldbank.org/es/latinamerica/call-to-action-for-water-in-latin-america-caribbean>
6. Urquiza A, Billi M. Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe: definición y aproximación territorial para el análisis de brechas y riesgos de la población. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020:1-133 [citado mayo 1, 2025]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46408/1/S2000631_es.pdf
7. Mundo-Rosas V, Shamah-Levy T, Muñoz-Espinosa A, Hernández-Palafox C, Vizuet-Vega NI, Torres-Valencia MÁ, et al. Inseguridad alimentaria y del agua. *Salud Publica Mex*. 2024;66(4):581-8. <https://doi.org/10.21149/15853>
8. Tortajada C. Water governance: some critical issues. *Int J Water Resour Dev*. 2010;26(2):297-307. <https://doi.org/10.1080/07900621003683298>
9. Soares D. El agua en zonas rurales de México. Desafíos de la agenda 2030. *Rev Ciencias Soc Human*. 2021;8(2):191-211. <https://doi.org/10.31644/ed.v8.n2.2021.a09>
10. Organización Panamericana de la Salud. Agua y saneamiento en las Américas. Washington DC: OPS [citado mayo 1, 2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>
11. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Organización Mundial de la Salud. Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene 2000-2017: enfoque especial en las desigualdades. Ginebra: Unicef, OMS, 2024 [citado mayo 1, 2025]. Disponible en: https://www.unicef.org/sites/default/files/2019-01/Progress_on_Drinking_Water_Sanitation_and_Hygiene_2017_SP.pdf
12. Velasco I, Ochoa L, Gutiérrez C. Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Reg Soc*. 2005;17(34):34-71 [citado mayo 1, 2025]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252005000300002
13. Wang P, Rogne T, Warren JL, Asare EO, Akum RA, Toure NE, et al. Long-term drought and risk of infant mortality in Africa: a cross-sectional study. *PLoS Med*. 2025;22(1):e1004516. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004516>
14. Young SL, Boateng GO, Jamaluddine Z, Miller JD, Frongillo EA, Neilands TB, et al. The Household Water InSecurity Experiences (HWISE) Scale: development and validation of a household water insecurity measure for low-income and middle-income countries. *BMJ Glob Health*. 2019;4(5). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2019-001750>
15. Iberdrola. Seguridad hídrica y cambio climático. España: Iberdrola, 2024 [citado mayo 1, 2025]. Disponible en: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/seguridad-hidrica>
16. Naciones Unidas. El agua y el saneamiento: cuestiones globales. Ginebra: ONU, 2024 [citado mayo 1, 2025]. Disponible en: <https://www.un.org/es/global-issues/water>
17. Romero-Martínez M, Shamah-Levy T, Barrientos-Gutiérrez T, Cuevas-Nasu L, Bautista-Arredondo S, Colchero-Aragón MA, et al. Metodología y análisis de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2020-2024. *Salud Publica Mex*. 2024;66(6):879-85. <https://doi.org/10.21149/16455>
18. Romero-Martínez M, Barrientos-Gutiérrez T, Cuevas-Nasu L, Bautista-Arredondo S, Colchero MA, Gaona-Pineda EB, et al. Metodología de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022 y planeación y diseño de la Ensanut Continua 2020-2024. *Salud Publica Mex*. 2022;64(5):522-9. <https://doi.org/10.21149/14186>
19. Shamah-Levy T, Mundo-Rosas V, Muñoz-Espinosa A, Méndez Gómez-Humarán I, Pérez-Escamilla R, Melgar-Quinones H, et al. Viabilidad de una escala de experiencias de inseguridad del agua en hogares mexicanos. *Salud Publica Mex*. 2023;65(3):219-26. <https://doi.org/10.21149/14424>
20. Young SL, Bose I, Miller JD, Pascavis K, Alzarez K, Barstow C, et al. Las escalas de experiencias de inseguridad del agua (WISE): un manual para la implementación y análisis de las experiencias de las personas con el agua. Illinois: Northwestern University, 2025:46 [citado mayo 1, 2025]. Disponible en: <https://wiselac.iberro.mx/docs/WISE-espanol.pdf>
21. Rosinger AY, Young SL. The toll of household water insecurity on health and human biology: current understandings and future directions. *WIREs Water*. 2020;7. <https://doi.org/10.1002/wat2.1468>
22. Kolenikov S, Angeles G. The use of discrete data in PCA: theory, simulations, and applications to socioeconomic indices. Chapel Hill: Carolina Population Center, University of North Carolina, 2004 [citado septiembre 30, 2024]. Disponible en: <https://www.measureevaluation.org/resources/publications/wp-04-85.html>
23. Morales-Ruán M del C, Mayorga-Borbolla E, Arango-Angarita A, Méndez-Gómez-Humaran I, Vizuet-Vega NI. Características sociodemográficas de hogares y población de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2022. *Salud Publica Mex*. 2023;65(supl 1):s7-14. <https://doi.org/10.21149/14804>
24. Pérez-Escamilla R, Melgar-Quinones H, Nord M, Álvarez-Urbe MC, Segall-Correa AM. Memorias de la 1.ª Conferencia en América Latina y el Caribe sobre la Medición de la Inseguridad Alimentaria en el Hogar: Perspect Nutr Hum. 2007;117-34 [citado septiembre 30, 2024]. Disponible en: <https://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/10/13227725051020/memoriaselcaweb1.pdf>
25. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA): manual de uso y aplicaciones. Roma: FAO, 2012 [citado marzo 9, 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/4/i3065s/i3065s.pdf>
26. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Metodología de indicadores de la serie histórica censal. México: Inegi, 2017:43 [citado marzo 9, 2024]. Disponible en: https://inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/cpvsh/doc/serie_historica_censal_met_indicadores.pdf
27. Lobato-Sánchez R. El monitor de la sequía en México. *Tecnol Ciencias Agua*. 2016;7(5):197-211 [citado marzo 9, 2024]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000500197
28. Comisión Nacional del Agua. Monitor de Sequía en México (MSM). Climatología. 2022 [citado marzo 9, 2024]. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
29. McKee TB, Nolan J, Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, Eighth Conf on Applied Climatology, Amer Meteor Soc. 1993 [citado marzo 9, 2024]. Disponible en: https://www.droughtmanagement.info/literature/AMS_Relationship_Drought_Frequency_Duration_Time_Scales_1993.pdf
30. Velasco I, Ochoa L, Gutiérrez C. Sequía, un problema de perspectiva y gestión. *Reg Soc*. 2005;17(34):35-71 [citado julio 31, 2025]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252005000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
31. Romero-Lankao P, Gnatz DM. Conceptualizing urban water security in an urbanizing world. *Curr Opin Environ Sustain*. 2016;21:45-51. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.002>
32. Nkiaka E. Exploring the socioeconomic determinants of water security in developing regions. *Water Pol*. 2022;24(4):608-25. <https://doi.org/10.2166/wp.2022.149>
33. Ahsan MdN, Khatun F, Islam MdS, Hossain MdS, Mou BH, Kumar P. Assessment of household-level adaptation strategies to water stress in southwestern coastal Bangladesh: a counter-factual analysis. *Water Pol*. 2022;24(9):1516-40. <https://doi.org/10.2166/wp.2022.064>
34. Gleick PH. The world's water: The biennial report on freshwater resources. Vol 8. Washington DC: Island Press, 2014. <https://doi.org/10.5822/978-1-61091-483-3>
35. Zimmermann K, Abadi AM, Brauman KA, Maestu J, Oude-Essink G, Schuster-Wallace C, et al. Addressing water scarcity to support climate

- resilience and human health. *Integr Environ Assess Manag*. 2025;21(2):291-300. <https://doi.org/10.1093/iteam/vjaf001>
36. Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del Agua en México, 2023. México: Conagua, 2024:312 [citado julio 31, 2025]. Disponible en: https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/Descargas/pdf/EAM2023_f.pdf
37. López CA. Disponibilidad del agua en México, usos económicos e indicadores de escasez. En: Denzin C, Taboada F, Pacheco-Vega R, ed. *El agua en México. Actores, sectores y paradigmas para una transformación social-ecológica*. Ciudad de México: Friedrich-Ebert-Stiftung Proyecto Regional Transformación Social-Ecológica, 2017 [citado julio 31, 2025]. Disponible en: http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/libro/aguaen_mexico.pdfs
38. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Nota informativa: Se requiere ampliar la infraestructura de agua potable y drenaje en las localidades rurales y comunidades indígenas. México: Coneval, 2019 [citado julio 31, 2025]. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicadosprensa/Documents/2019/NOTA_INFORMATIVA_DIA_MUNDIAL_DEL_AGUA.pdf
39. Mao F, Miller JD, Young SL, Krause S, Hannah DM, Brewis A, et al. Inequality of household water security follows a Development Kuznets Curve. *Nat Commun*. 2022;13(1):4525. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31867-3>
40. Instituto Mexicano de la Competitividad A. C. ¿Cuál es el costo real del agua en México? Regulación y tarifas. México: IMCO, 2023 [citado julio 31, 2025]. Disponible en: https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2023/08/Investigacion_Costo-real-del-agua-en-Mexico_31082023-1.pdf
41. Rosinger AY, Young SL. In-home tap water consumption trends changed among U.S. Children, but not adults, between 2007 and 2016. *Water Resour Res*. 2020;56(7). <https://doi.org/10.1029/2020WR027657>
42. Ngarava S, Zhou L, Monde N. Gendered water insecurity: a structural equation approach for female headed households in South Africa. *Water*. 2019;11(12):2491. <https://doi.org/10.3390/w11122491>
43. Adams EA, Stoler J, Adams Y. Water insecurity and urban poverty in the Global South: implications for health and human biology. *Am J Hum Biol*. 2020;32(1):e23368. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23368>
44. Kelly ER, Cronk R, Kumpel E, Howard G, Bartram J. How we assess water safety: a critical review of sanitary inspection and water quality analysis. *Sci Total Environ*. 2020;718:137237. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137237>
45. Stoler J, Pearson AL, Staddon C, Wutich A, Mack E, Brewis A, et al. Cash water expenditures are associated with household water insecurity, food insecurity, and perceived stress in study sites across 20 low- and middle-income countries. *Sci Total Environ*. 2020;716:135881. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135881>
46. Törnblom KY, Popa RG, Krütli P. Are social justice and sustainability interdependent? If so, how and under what conditions? *Sustainable Development*. 2025;33(1):1269-83. <https://doi.org/10.1002/sd.3177>
47. Workman CL, Miller JD, Shah SH, Maes K, Tesfaye Y, Mapunda KM. Frequency and perceived difficulty of household water experiences in Morogoro, Tanzania: evidence of the psychosocial burden of water insecurity. *Mental Health*. 2024;5:100295. <https://doi.org/10.1016/j.ssmmh.2023.100295>
48. Bethancourt HJ, Frongillo EA, Young SL. Validity of an abbreviated Individual Water Insecurity Experiences (IWISE-4) Scale for measuring the prevalence of water insecurity in low- and middle-income countries. *J Water Sanit Hyg Dev*. 2022;12(9):647-58. <https://doi.org/10.2166/washdev.2022.094>
49. Kujinga K, Vanderpost C, Mmopelwa G, Wolski P. An analysis of factors contributing to household water security problems and threats in different settlement categories of Ngamiland, Botswana. *Phys Chem Earth*. 2014;67-201. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2013.09.012>
50. Keeler BL, Derickson KD, Waters H, Walker R. Advancing water equity demands new approaches to sustainability science. *One Earth*. 2020;2(3):211-3. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.03.003>