

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

Hábitos de Consumo y Percepción de la Calidad del Agua Potable de la Población de Culiacán, Sinaloa

Consumption Habits and Quality Perception of Potable Water in Culiacán, Sinaloa

Authors/Autores: Sánchez-Armenta, C.C., Castro-del Campo, N., Bastidas-Bastidas, P.J., Hernández-Zepeda, C., Valdez-Torres, J.B., Chaidez, C.

ID: e1843

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1843>

Received/Fecha de recepción: November 22th 2024

Accepted /Fecha de aceptación: March 20th 2025

Available online/Fecha de publicación: March 31th 2025

Please cite this article as/Como citar este artículo: Sánchez-Armenta, C.C., Castro-del Campo, N., Bastidas-Bastidas, P.J., Hernández-Zepeda, C., Valdez-Torres, J.B., Chaidez, C. (2025). Consumption Habits and Quality Perception of Potable Water in Culiacán, Sinaloa. *Revista Bio Ciencias*, 12, e1843. <https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1843>

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

Artículo original

Hábitos de Consumo y Percepción de la Calidad del Agua Potable de la Población de Culiacán, Sinaloa

Consumption Habits and Quality Perception of Potable Water in Culiacán, Sinaloa

Consumo y percepción del agua/
Water consumption and perception

Sánchez-Armenta, C.C.¹ (ID), Castro-del Campo, N.¹ (ID), Bastidas-Bastidas, P.J.¹ (ID),
Hernández-Zepeda, C.² (ID), Valdez-Torres, J.B.^{1*} (ID), Chaidez, C.^{1*} (ID)

¹ Ciencia y Tecnología de Productos Agrícolas para Zonas Tropicales y Subtropicales. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, subsede Culiacán. Carretera El Dorado Km 5.5, Campo el Diez, 80110 Culiacán, Sinaloa, México.

² Ciencias del Agua. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 8, No. 39, Mz. 29, S.M. 64. Cancún, Quintana Roo, México.

*Corresponding Author:

[José Benigno Valdez-Torres](#). Ciencia y Tecnología de Productos Agrícolas para Zonas Tropicales y Subtropicales. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., subsede Culiacán. Carretera El Dorado Km 5.5, Campo el Diez, 80110 Culiacán Rosales, Sinaloa, México. Teléfono: (+52) 667 480 6950, ext. 257. Correo electrónico: jvaldez@ciad.mx

[Cristóbal Chaidez-Quiroz](#). Ciencia y Tecnología de Productos Agrícolas para Zonas Tropicales y Subtropicales. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., subsede Culiacán. Carretera El Dorado Km 5.5, Campo el Diez, 80110 Culiacán Rosales, Sinaloa, México. Teléfono: (+52) 667 480 6950, ext. 236. Correo electrónico: chaqui@ciad.mx

RESUMEN

Este trabajo identifica los hábitos de consumo y percepción de la calidad del agua potable de los consumidores de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México. Se aplicó un cuestionario bajo un esquema estratificado por niveles socioeconómicos, durante dos periodos que abarcaron las cuatro estaciones del año. Los resultados fueron analizados mediante análisis estadístico descriptivo y análisis de correspondencia simple para determinar asociación entre variables de interés. La principal fuente de abastecimiento de agua para beber y preparar alimentos en el hogar son garrafones obtenidos de plantas purificadoras locales. El 30 % de la población utiliza agua de la red pública para preparar alimentos; por otro lado, a pesar de que color y olor del agua de la red pública son percibidos como buenos, la población no bebe el agua directamente de la red pública.

Conclusión. Los hábitos de consumo difieren de la percepción de la calidad del agua de la red pública en Culiacán. Los resultados obtenidos proveen información primaria que, en conjunto con un posterior análisis cuantitativo del riesgo microbiológico del agua de la red pública y agua de garrafón de plantas purificadoras en Culiacán, permitirán proponer estrategias y medidas para minimizar los riesgos relacionados con las principales fuentes de abastecimiento de agua.

PALABRAS CLAVE:

Agua potable, consumo, percepción, calidad, encuesta.

ABSTRACT

This work identifies the consumption habits and perceptions of the consumers about the drinking water quality in Culiacán, Sinaloa, Mexico. A questionnaire divided into three sections (socio-demographic information, consumption habits, and quality perceptions of potable water from the public network) was applied following the socioeconomic strata of the city during two periods that covered the four seasons of the year. The results were analyzed using descriptive statistical analysis and simple correspondence analysis. Results. The primary source of water supply for drinking and food preparation in households was obtained from local purification plants. 30 % of the population uses water from the public network to prepare food. Even though the color and smell of water from the public network were perceived as good, the population does not drink water directly from the public network. Conclusion. Consumption habits differ from the perception of water quality from the public network. The results provide primary information that, together with a subsequent quantitative microbiological risk assessment of tap water and jug water from purification plants in Culiacán, will allow the development of strategies to minimize health-related risks to water supplies.

KEYWORDS:

Potable water, consumption, perception, quality, survey

Introducción

El agua para consumo humano requiere que ésta sea potable, característica que le confiere que debe ser incolora, inodora y no causar efectos adversos en la salud para considerarla apta para uso y consumo humano. El principal consumo de agua potable es doméstico (CONAGUA, 2014), un deficiente control en el proceso de abastecimiento, desde la fuente, tratamiento, o distribución, puede generar contaminación a gran escala y, posiblemente, originar brotes de enfermedades. Un suministro de agua potable adecuado es requisito para una vida saludable tanto si se utiliza para beber, uso doméstico, preparar alimentos o usos recreativos (WHO, 2018). Los principales parámetros de calidad son de carácter químico, microbiológico, físico y radiológico, y de manera particular, no debe contener contaminantes físicos, químicos y/o microbiológicos en concentraciones que excedan los límites permisibles (DOF, 2022).

Durante las lluvias, las plantas potabilizadoras presentan problemas de operación debido a la alta incidencia de agua turbia de las fuentes de abastecimiento, lo cual impacta en la calidad del agua potabilizada (CONAGUA, 2014). Por otro lado, las fuentes que abastecen las plantas potabilizadoras pueden ser afectadas por actividades antropogénicas como: procesos industriales, vertido de aguas residuales domésticas, escorrentías de la actividad agrícola y erosión del suelo, que contribuyen a su contaminación puntual y no puntual (Ighalo et al., 2021; Montgomery, 2008). La presencia de contaminantes químicos y microbiológicos, se reducen en las plantas potabilizadoras mediante filtración y productos químicos. Sin embargo, los sistemas de distribución pueden contener microorganismos indicadores como *Escherichia coli*, microorganismos patógenos

como *Salmonella* spp. y *Shigella* spp., y patógenos oportunistas como *Pseudomonas* spp., *Staphylococcus* spp., y *Enterobacter* spp. Estos microorganismos constituyen un riesgo a la salud de los consumidores, ya que ocasionan enfermedades gastrointestinales, cutáneas, óticas, oculares, respiratorias, entre otras (Kalu et al., 2024). En caso particular de Culiacán, se ha reportado la presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal, así como patógenos oportunistas como *P. aeruginosa* en agua de la red pública de distribución (Chaidez et al., 2008).

En términos de la calidad del agua potable, los consumidores perciben sus atributos a través de los sentidos (WHO, 2018), el cual es un proceso cognitivo que engloba distintos niveles de apropiación subjetiva de la realidad y puede ser influido por el aprendizaje, la memoria y la simbolización. La percepción permite el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios entorno a las sensaciones adquiridas del ambiente físico y social (Vargas Melgarejo, 2014), por lo que, la percepción sobre la calidad del agua es el resultado de una compleja interacción de diversos factores como: clima, nivel socioeconómico, costumbres, confianza en los sistemas operadores, comodidad de adquisición y consumo, preferencias organolépticas (Faviel-Cortez et al., 2019; González-Villareal et al., 2016; Marquez-Fernandez & Ortega-Marquez, 2017). Un estudio de percepción puede ser abordado mediante cuestionarios debidamente diseñados que permitan recopilar datos sobre actitudes, intereses, juicios de valor, conocimiento, comportamiento y características demográficas y socioeconómicas de los consumidores (Marquez-Fernandez & Ortega-Marquez, 2017).

De acuerdo al Módulo de Hogares y Medio Ambiente (MOHOMA) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México, la principal fuente de agua para beber es agua en garrafón o embotellada (76.3 %) y solamente un 19.30 % de la población bebe agua proveniente de la red pública (INEGI, 2018). El bajo consumo de agua de la red pública se debe principalmente a que la población mexicana considera que el agua de la red pública no es saludable, además de que no les agrada su sabor o color (Espinosa-Garcia et al., 2015; González-Villarreal et al., 2016; INEGI, 2018; Rubino et al., 2018).

El propósito de este estudio fue conocer los hábitos, la percepción de la calidad y de los efectos adversos de la población con relación al consumo de agua potable suministrada por el sistema de distribución pública de la ciudad de Culiacán.

Material y Métodos

Región de estudio

Este estudio se realizó en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México; ubicada entre los meridianos 106° 56' 50" y 107° 50' 15" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y en las coordenadas extremas de los paralelos 24° 02' 10" y 25° 14' 56" de latitud Norte. El clima en Culiacán es principalmente seco y cálido con una temperatura media anual de 27 °C, con lluvias de junio a octubre y estiaje de septiembre a mayo, y una precipitación media anual de 682.7 mm. La ciudad ocupa un área urbana de 17 651 hectárea (CONAGUA, 2014), con una población de 808 416 habitantes y 281 567 viviendas habitadas de acuerdo al censo de 2020 (INEGI, 2021).

El organismo operador de agua es la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán (JAPAC), y cuenta con cuatro plantas potabilizadoras de filtración rápida con sistema de tecnología convencional, de tecnología patentada (tipo Pelletier) y de tecnología local (tipo actifangos), donde se realizan las etapas de coagulación (floculación), sedimentación, filtración rápida y desinfección con cloro (JAPAC, 2025). Las plantas potabilizadoras se abastecen con aguas superficiales de los Ríos Humaya, Tamazula y Culiacán, así como el canal San Lorenzo (CONAGUA, 2014), y producen aproximadamente el 80 % del agua potable que se consume en la ciudad (JAPAC, 2025). JAPAC tiene una cobertura de agua entubada del 99.45 %, gracias a un sistema de

distribución que cuenta con 18 tanques de regularización con capacidad de 50 370 m³ y una longitud de redes de 3 364 km (CONAGUA, 2014).

El consumo de agua potable en Culiacán oscila entre 168 y 189 litros/habitantes/día. El consumo de agua potable en Culiacán presenta gran variabilidad, ya que, durante el estiaje ocurren altas temperaturas aumentando el consumo, con demandas diferenciadas en los estratos socioeconómicos de acuerdo al sector habitacional en que se ubican (CONAGUA, 2014).

Por otro lado, Culiacán cuenta con 454 establecimientos registrados que se dedican a la purificación y venta de agua en garrafones (Figura 1) (INEGI, 2024), los cuales disminuyen o eliminan contaminantes presentes en el agua, a través del uso de filtros tamiz, filtros de lecho profundo, filtros purificadores, lámparas de luz UV, ozono, entre otro.

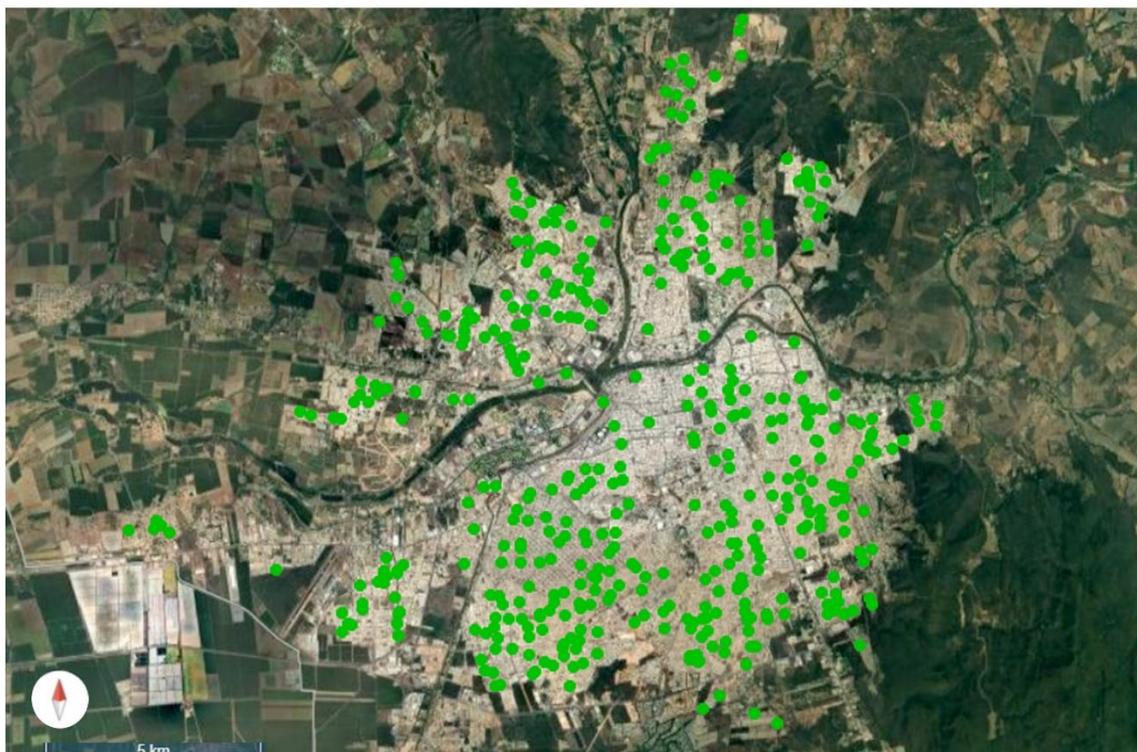


Figura 1. Establecimientos dedicados a la purificación y embotellado de agua en la zona urbana de Culiacán. Fuente: INEGI (2024).

Cuestionario

Los hogares se tomaron como unidades de estudio y la información pertinente se recabó mediante un cuestionario elaborado en tres secciones: La primera sección refiere a información sociodemográfica: colonia o fraccionamiento donde se ubica la vivienda, así como el número de habitantes y edades de quienes habitan la vivienda. La segunda sección aborda los hábitos de consumo: tipos de agua (agua de garrafón de plantas purificadoras locales, purificada embotellada de marcas comerciales, potable de la red pública, potable de la red pública tratada con filtro en la vivienda) utilizadas para preparar alimentos y beber, dando la opción de dar más de una respuesta; punto de compra de agua purificada; consumo diario de agua para beber; uso de dispensadores; y filtros de agua (Osmosis inversa, carbón activado, ozono o luz ultravioleta, otros). La tercera sección considera la percepción de los consumidores sobre la calidad (color, olor y confianza con respecto a

la salud), la presencia de contaminantes (químicos y microbiológicos) y relación con enfermedades gastrointestinales, cutáneas, óticas, y oculares de los habitantes del hogar por consumo o contacto con agua distribuida por la red pública. Para enfocar el cuestionario, un estudio piloto con 50 cuestionarios, incluyendo hogares de los niveles socioeconómicos popular, medio y alto. Después de la prueba piloto, el cuestionario final se ajustó a 12 preguntas.

Encuesta

El tamaño de muestra se determinó mediante la fórmula siguiente (Reyes et al., 2013):

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{E^2} \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde n es el tamaño de muestra buscado, z es el valor crítico bajo un nivel de significancia dado, p es la proporción por estimar y E es el de error estimación. En particular, asumiendo una postura conservadora, con $p = 0.5$, error de estimación $E = 0.05$ y nivel de confianza de 95 % ($z = 1.96$), el número de hogares a encuestar es

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5)(1 - 0.5)}{(0.05)^2} \approx 385.$$

Para este trabajo se tomaron 400 hogares. La encuesta se realizó en tres etapas: Primero, usando indicadores sociodemográficos de INEGI (2020), se identificaron y clasificaron 576 colonias de Culiacán en los estratos socioeconómicos popular, medio y alto; resultando en 43 ($p_{NA} = 0.075$) colonias de nivel alto, 198 ($p_{NM} = 0.340$) de nivel medio y 335 ($p_{NP} = 0.582$) de nivel popular. Segundo, 50 colonias de la ciudad fueron seleccionadas aleatoriamente usando las proporciones de la primera etapa; obteniendo 29 colonias del estrato popular, 17 del medio y 4 del alto (Figura 2). Tercero, cada colonia fue estratificada por manzanas, determinando el número de hogares de acuerdo con el número de hogares por nivel de estratificación (6 551 hogares del nivel alto, 11 398 hogares del nivel medio y 21 537 del nivel popular), y el tamaño de muestra calculado (400), dando como resultado 67 hogares del nivel alto, 115 del nivel medio y 218 del nivel popular.

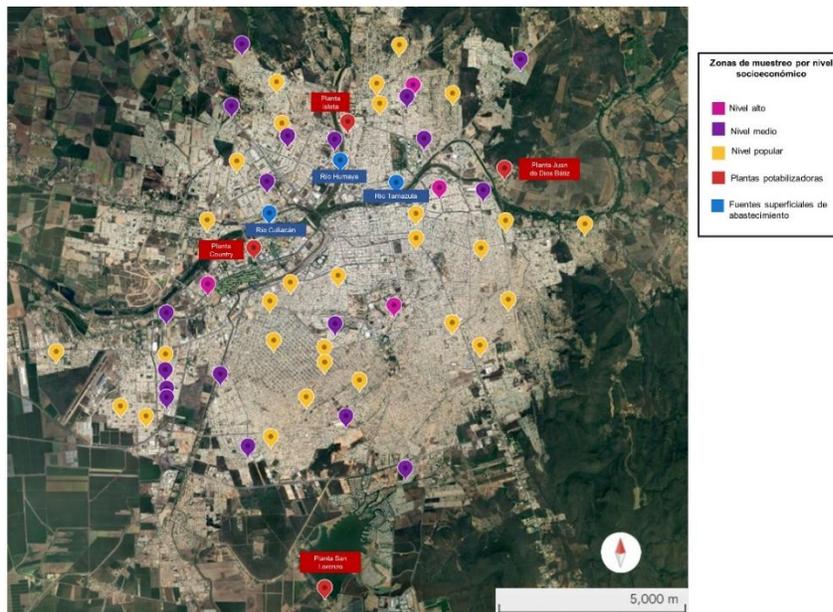


Figura 2. Zonas de muestreo por nivel socioeconómico. Fuente: elaboración propia.

En cada hogar seleccionado, el cuestionario se aplicó cara a cara a un adulto mayor de edad, que preparara alimentos en el hogar y tuviera conocimiento del punto de compra del agua que se consume. Este estudio cuenta con la aprobación del Comité de Ética en Investigación del CIAD, y los participantes concedieron, mediante un consentimiento informado por escrito, su aprobación para participar en el estudio. El cuestionario se aplicó entre febrero y octubre de 2024 durante la época de invierno-primavera (febrero a marzo de 2024) y verano-otoño (agosto-octubre de 2024). El tiempo requerido para la aplicación del cuestionario fue de 12 a 15 min.

Análisis estadístico

Las características sociodemográficas, hábitos de consumo y percepción de la calidad de la muestra se interpretaron mediante análisis estadístico descriptivo; y análisis de correspondencia simple para determinar asociación entre variables de interés. Los datos se procesaron usando Minitab 19 (Minitab, LLC. Minitab Statistical Software, State College, PA, EE. UU).

Resultados y Discusión

Hábitos de consumo

Durante los periodos estudiados, en los tres niveles socioeconómicos, el agua en garrafón fue el principal tipo de agua utilizado para beber y preparar alimentos. Por otra parte, el agua embotellada de marcas comerciales fue utilizada principalmente para beber, y con menor frecuencia para la preparación de alimentos. En los tres niveles socioeconómicos se bebió agua embotellada con una frecuencia similar, sin embargo, el nivel alto utilizó más agua de garrafón para la preparación de alimentos y en el nivel popular es donde se usó con menor frecuencia. El agua tratada con filtros fue el tipo de agua menos utilizada tanto para preparar alimentos como para beber, observándose una diferencia de uso entre los niveles socioeconómicos, siendo el nivel alto donde se hizo un mayor uso de este tipo de agua y el nivel popular donde se utilizó con menor frecuencia. El agua de la red pública solo se utilizó para la preparación de alimentos, con un comportamiento muy similar en los tres niveles, y, este tipo de agua no se bebió en ninguno de los niveles socioeconómicos (Tabla 1).

El agua purificada que se consumió en los hogares provino principalmente de plantas purificadoras locales, siendo el nivel popular donde más se acudió a estos establecimientos. El segundo punto principal de compra fueron los carros distribuidores de plantas purificadoras locales, y fueron los niveles alto y medio los que adquirieron agua de estos con mayor frecuencia. Por último, las marcas comerciales fueron las consumidas con menor frecuencia, siendo de nuevo los niveles alto y medio los principales compradores.

El rango de consumo para el agua para beber en la muestra fue entre 1 y 2 litros de agua al día, con un incremento a más de 2 litros de agua al día durante verano-otoño con respecto a invierno-primavera.

El nivel socioeconómico alto utilizó un mayor número de filtros para purificar el agua de consumo, mientras que, el nivel popular mostró menor frecuencia (Tabla 1).

Asociación Entre Hábitos de Consumo, Nivel Socioeconómico y Tipos de Agua

La asociación entre hábitos de consumo, niveles socioeconómicos y tipos de agua se determinó mediante análisis de correspondencia simple (Tabla 2, Figura 3). El agua en garrafón y embotellada resultaron las principales fuentes de agua utilizadas para beber. Los niveles socioeconómicos alto y medio acostumbran a beber agua embotellada, mientras que el popular bebe agua de garrafón. Por otra parte, en la preparación de alimentos se emplea agua de garrafón, filtro y agua de la red pública, siendo el nivel popular el que más se asocia con el uso de agua de la red pública para esta actividad. Los tres niveles socioeconómicos utilizaron agua de garrafón tanto para preparar alimentos como para beber.

Tabla 1. Frecuencias de consumo del agua potable de Culiacán en los tres niveles de estratificación durante los periodos de aplicación.

Hábitos	Presentación	Invierno-primavera			Verano-otoño		
		Nivel socioeconómico			Nivel socioeconómico		
		Alto (67)	Medio (115)	Popular (218)	Alto (67)	Medio (115)	Popular (218)
Agua para preparar alimentos	Embotellada	22(32.84%)	20(17.39%)	24(11.01%)	13(19.40%)	16(13.91%)	27(12.39%)
	Garrafón	63(94.03%)	104(90.43%)	198(90.83%)	64(95.52%)	105(91.30%)	199(91.28%)
	Red pública	19(28.36%)	31(26.96%)	67(30.73%)	22(32.84%)	42(36.52%)	82(37.61%)
	Filtro	6(8.96%)	5(4.35%)	8(3.67%)	8(11.94%)	10(8.70%)	6(2.75%)
Agua para beber	Embotellada	34(50.75%)	53(46.09%)	72(33.03%)	37(55.22%)	56(48.70%)	95(43.58%)
	Garrafón	63(94.03%)	102(88.70%)	211(96.79%)	64(95.52%)	107(93.04%)	213(97.91%)
	Red pública	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)
	Filtro	3(4.48%)	4(3.48%)	6(2.75%)	7(10.45%)	10(8.70%)	4(1.83%)
Punto de compra del agua purificada	Embotellada	18(26.87%)	10(8.70%)	6(2.75%)	9(13.43%)	19(16.52%)	9(4.13%)
	Planta purificadora local	40(59.70%)	68(59.13%)	186(85.32%)	32(47.76%)	68(59.13%)	184(84.40%)
	Carro distribuidor de plantas purificadoras locales	16(23.88%)	36(31.30%)	27(12.39%)	23(34.33%)	28(24.35%)	25(11.47%)
Consumo de agua	Menos de 1 litro	20(29.85%)	8(6.96%)	22(10.09%)	6(8.96%)	13(11.30%)	13(5.96%)
	De 1 a 2 litros	33(49.25%)	67(58.26%)	130(59.63%)	37(55.22%)	55(47.83%)	118(54.13%)

para beber al día	Más de 2 litros	14(20.90%)	40(34.78%)	66(30.28%)	24(35.82%)	47(40.87%)	87(39.91%)
Filtro instalado en la vivienda	Si	6(8.96%)	5(4.35%)	8(3.67%)	8(11.94%)	10(8.70%)	6(2.75%)
	No	61(91.04%)	110(95.65%)	218(96.33%)	59(88.06%)	105(91.30%)	212(97.25%)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Tabla de contingencia. Análisis de correspondencia simple. Asociación entre hábitos de consumo, tipos de agua y niveles socioeconómicos.

	Comercial	Garrafón	Filtro	Red pública	Total
PrepAli_Alto	35	127	14	41	217
PrepAli_Medio	36	209	15	73	333
PrepAli_Popular	51	397	14	149	611
Beber_Alto	71	127	10	0	208
Beber_Medio	109	209	14	0	332
Beber_Popular	167	424	10	0	601
Total	469	1493	77	263	2302

PrepAli: preparación de alimentos. Fuente: Elaboración propia.

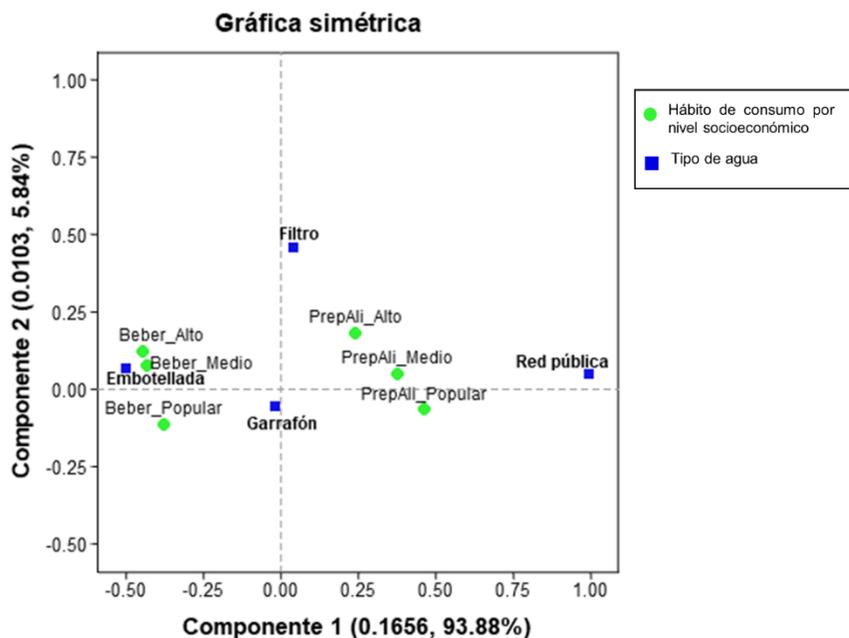


Figura 3. Análisis de correspondencia simple. Asociación entre hábitos de consumo, tipos de agua y niveles socioeconómicos. PrepAli: preparación de alimentos. Fuente: Elaboración propia.

Asociación Entre Hábitos de Consumo, Tipos de Agua y Periodo de Aplicación del Cuestionario

La asociación entre hábitos de consumo, tipos de agua y periodo de aplicación del cuestionario se determinó mediante análisis de correspondencia simple (Tabla 3, Figura 4). El agua en garrafón y embotellada fueron las principales fuentes de agua utilizadas para beber durante los

dos periodos de aplicación del cuestionario. Por otra parte, para la preparación de alimentos, se utilizó agua de garrafón, filtro y agua de la red pública en ambos periodos de aplicación del cuestionario.

Tabla 3. Tabla de contingencia. Análisis de correspondencia simple. Asociación entre hábitos de consumo, tipo de agua y periodos de aplicación del cuestionario.

	Comercial	Garrafón	Filtro	Red pública	Total
PrepAli_WS	66	365	19	117	567
PrepAli_SA	56	368	24	146	594
Beber_WS	159	376	13	0	548
Beber_SA	188	384	21	0	593
Total	469	1493	77	263	2302

PrepAli: preparación de alimentos; WS: periodo invierno-primavera; SA: periodo verano-otoño.

Fuente: Elaboración propia

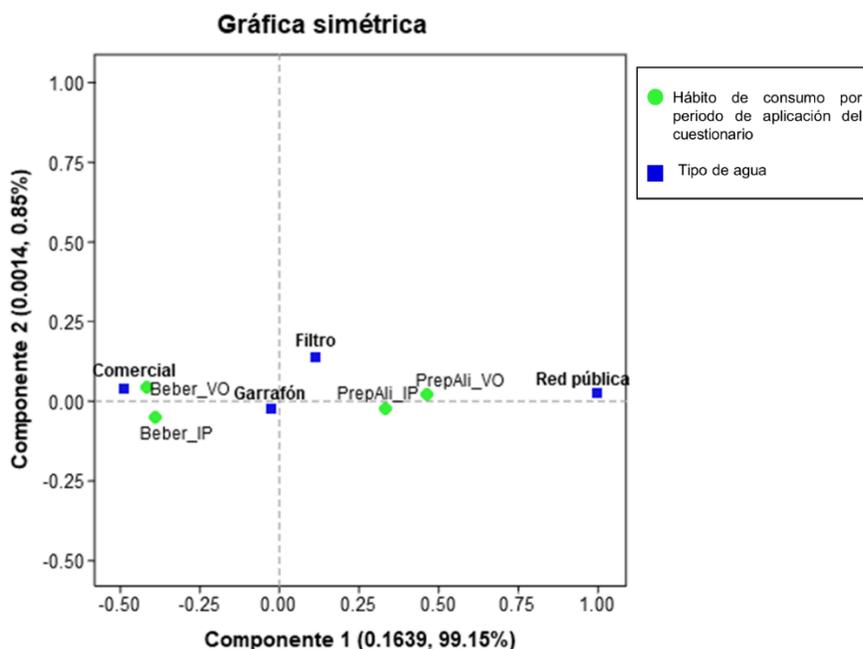


Figura 4. Análisis de correspondencia simple. Asociación entre hábitos de consumo, tipo de agua y periodos de aplicación del cuestionario. PrepAli: preparación de alimentos. WS: periodo invierno-primavera; SA: periodo verano-otoño

Fuente: Elaboración propia.

Percepción de la Calidad del Agua de la Red Pública

La población de Culiacán consideró que el agua de la red pública tiene color y olor bueno, pero su percepción respecto a la salud fue regular. El nivel de preocupación por la presencia de contaminación química fue elevado, y en los tres niveles socioeconómicos la población se encontró preocupada. De igual manera la población se encontró principalmente preocupada por la presencia

de contaminación microbiológica, pero en este caso, fue el nivel medio el que presentó una mayor preocupación (Tabla 4).

Asociación entre Calidad del Agua de la Red Pública y Niveles Socioeconómicos

La asociación entre la percepción de la calidad del agua de la red pública y el nivel socioeconómico se muestra en la Tabla 5 y Figura 5. Los atributos de color y olor mostraron una asociación con percepciones positivas con los tres niveles socioeconómicos, siendo encontrados de buenos a muy buenos. La confianza con respecto a la salud se agrupó bajo percepciones negativas, siendo considerada regular, mala y muy mala entre los tres niveles socioeconómicos.

Asociación entre Calidad del Agua de la Red Pública y Periodos de Aplicación del Cuestionario

La asociación entre la percepción de la calidad del agua de la red pública y periodos de aplicación del cuestionario se muestra en la Tabla 6 y Figura 6. Los atributos de color y olor mostraron asociación con percepciones positiva en los tres niveles socioeconómicos, siendo encontrados de buenos a muy buenos en los dos periodos de aplicación del cuestionario. La confianza con respecto a la salud se agrupó bajo percepciones negativas, siendo considerada regular, mala y muy mala entre los tres niveles socioeconómicos en los dos periodos de aplicación del cuestionario.

Tabla 4. Percepción de la calidad y preocupación por la presencia de contaminación microbiológica y química en el agua potable de la red pública.

Atributos	Percepción	Invierno-primavera			Verano-otoño		
		Nivel socioeconómico			Nivel socioeconómico		
		Alto (67)	Medio (115)	Popular (218)	Alto (67)	Medio (115)	Popular (218)
Color	Muy malo	0(0%)	5(4.35%)	0(0%)	3(4.48%)	3(2.61%)	5(2.29%)
	Malo	8(11.94%)	2(1.74%)	11(5.05%)	5(7.46%)	2(1.74%)	13(5.96%)
	Regular	17(25.37%)	27(23.48%)	64(29.36%)	18(26.87%)	37(32.17%)	55(25.23%)
	Bueno	30(44.78%)	65(56.52%)	93(42.66%)	35(52.24%)	53(46.09%)	110(50.46%)
	Muy bueno	12(17.91%)	16(13.91%)	50(22.94%)	6(8.96%)	20(17.39%)	35(16.06%)
Olor	Muy malo	0(0%)	2(1.74%)	0(0%)	3(4.48%)	0(0%)	6(2.75%)
	Malo	4(5.97%)	6(5.22%)	13(5.96%)	0(0%)	14(12.17%)	10(4.59%)
	Regular	17(25.37%)	34(29.57%)	67(30.73%)	32(47.76%)	43(37.39%)	68(31.19%)
	Bueno	34(50.75%)	59(51.30%)	96(44.04%)	24(35.82%)	39(33.91%)	108(49.54%)
	Muy bueno	12(17.91%)	14(12.17%)	42(19.27%)	8(11.94%)	19(16.52%)	26(11.93%)
Confianza con respecto a la salud	Muy malo	7(10.45%)	8(6.96%)	16(7.34%)	6(8.96%)	9(7.83%)	15(6.88%)
	Malo	8(11.94%)	15(13.04%)	25(11.47%)	2(2.99%)	21(18.26%)	39(17.89%)
	Regular	26(38.81%)	52(45.22%)	78(35.78%)	38(56.72%)	48(41.74%)	84(38.53%)
	Bueno	18(26.87%)	26(22.61%)	68(31.19%)	19(28.36%)	28(24.35%)	58(26.61%)
	Muy bueno	8(11.94%)	14(12.17%)	31(14.22%)	2(2.99%)	9(7.83%)	22(10.09%)
Preocupación contaminación microbiológica	Nada preocupado(a)	11(16.42%)	12(10.43%)	32(14.68%)	7(10.45%)	4(3.48%)	17(7.80%)
	Poco preocupado(a)	26(38.81%)	37(32.17%)	69(31.65%)	21(31.34%)	39(33.91%)	80(36.70%)
	Preocupado(a)	19(28.26%)	60(52.17%)	73(33.49%)	31(46.27%)	48(41.74%)	75(34.40%)
	Muy preocupado(a)	11(16.42%)	6(5.22%)	44(20.18%)	8(11.94%)	24(20.87%)	46(21.10%)
	Preocupación contaminación química	Nada preocupado(a)	4(5.97%)	16(13.91%)	27(12.39%)	7(10.45%)	6(5.22%)
Poco preocupado(a)		18(26.87%)	22(19.13%)	56(25.69%)	23(34.33%)	35(30.43%)	68(31.19%)
Preocupado(a)		30(44.78%)	57(49.57%)	84(38.53%)	20(29.85%)	44(38.26%)	80(36.70%)
Muy preocupado(a)		15(22.39%)	20(17.39%)	51(23.39%)	17(25.37%)	30(26.09%)	57(26.15%)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Tabla de contingencia. Análisis de correspondencia simple. Asociación entre la percepción de la calidad del agua de la red pública y niveles socioeconómicos.

	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Total
Color_Alto	3	13	35	65	18	134
Color_Medio	8	4	64	118	36	230
Color_Popular	5	24	119	203	85	436
Olor_Alto	3	4	49	58	20	134
Olor_Medio	2	20	77	98	33	230
Olor_Popular	6	23	135	204	68	436
Salud_Alto	13	10	64	37	10	134
Salud_Medio	17	36	100	54	23	230
Salud_Popular	31	64	162	126	53	436
Total	88	198	805	963	346	2400

Fuente: Elaboración propia.

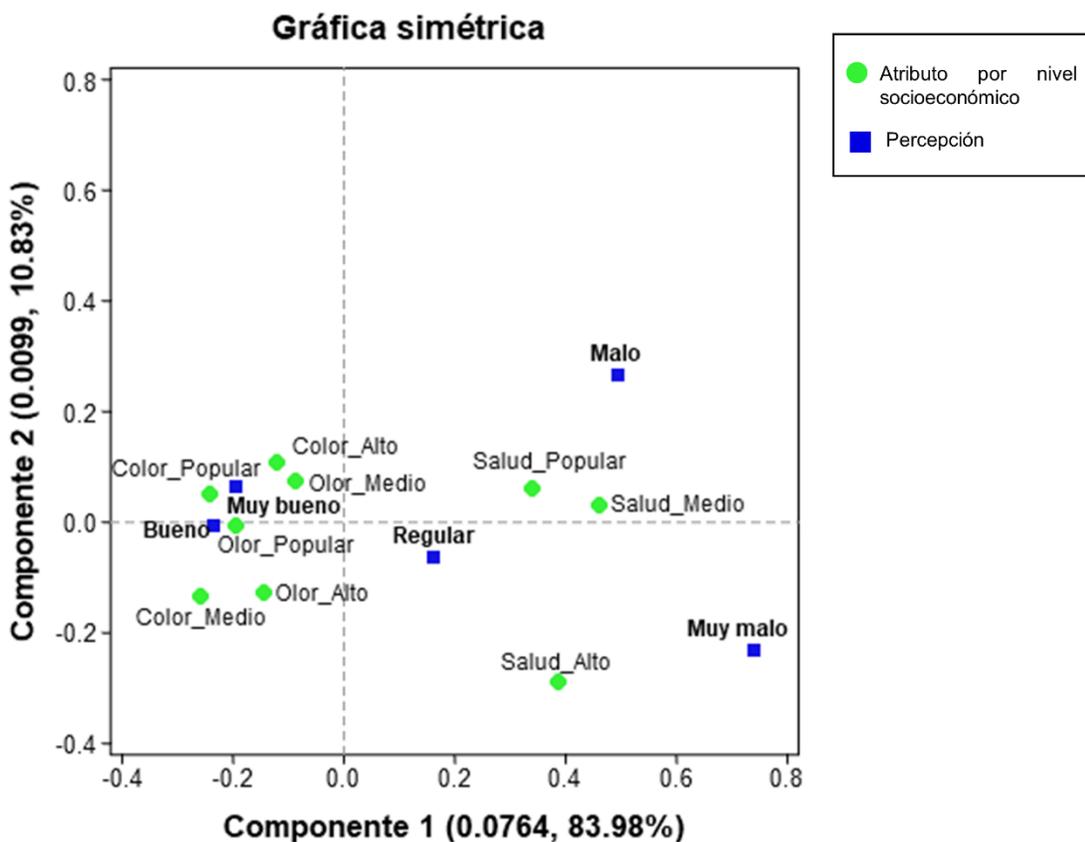


Figura 5. Análisis de correspondencia simple. Asociación entre la percepción de la calidad del agua de la red pública y niveles socioeconómicos. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Tabla de contingencia. Análisis de correspondencia simple. Asociación entre la percepción de la calidad del agua de la red pública y periodos de aplicación del cuestionario.

	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Total
Color_WS	5	21	108	188	78	400
Color_SA	11	20	110	198	61	400
Olor_WS	2	23	118	189	68	400
Olor_SA	9	24	143	171	53	400
Salud_WS	31	48	156	112	53	400
Salud_SA	30	62	170	105	33	400
Total	88	198	805	963	346	2400

WS: periodo invierno-primavera; SA: periodo verano-otoño.

Fuente: Elaboración propia

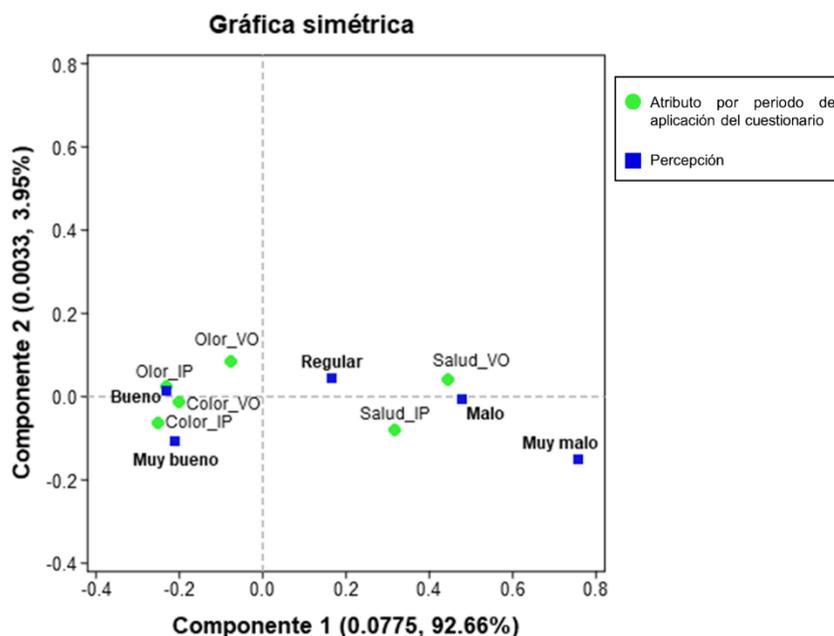


Figura 6. Análisis de correspondencia simple. Asociación entre la percepción de la calidad del agua de la red pública y periodos de aplicación del cuestionario. WS: periodo invierno-primavera; SA: periodo verano-otoño. Fuente: Elaboración propia.

Percepción de Efectos a la Salud Debido al Agua de la Red Pública

El 36.63 % de los hogares muestreados declaró haber sufrido alguna enfermedad por consumir agua de la red pública, con un incremento del 10 % durante verano-otoño. Las enfermedades gastrointestinales fueron las más mencionadas, seguidas por las enfermedades cutáneas, con una mayor percepción en los niveles alto y popular. Las enfermedades oculares aparecen en tercer lugar, siendo los niveles medio y popular, los niveles que mencionan estas

enfermedades con mayor frecuencia. Por último, las enfermedades óticas fueron las menos mencionadas, siendo el nivel popular donde se mencionaron con mayor frecuencia en ambos periodos (Tabla 7).

Tabla 7. Efectos adversos a la salud debido al agua de la red pública.

Enfermedades	Invierno-primavera			Verano-otoño		
	Nivel socioeconómico			Nivel socioeconómico		
	Alto (67)	Medio (115)	Popular (218)	Alto (67)	Medio (115)	Popular (218)
Gastrointestinales	13(19.40%)	28(24.35%)	55(25.23%)	16(23.88%)	29(25.22%)	73(33.49%)
Cutáneas	13(19.40%)	8(6.96%)	21(9.63%)	9(13.43%)	14(12.17%)	41(18.81%)
Oculares	3(4.48%)	5(4.35%)	17(7.80%)	2(2.99%)	12(10.43%)	15(6.88%)
Óticas	0(0%)	4(3.48%)	15(6.88%)	1(1.49%)	3(2.61%)	11(5.05%)

Fuente: Elaboración propia.

Asociación Entre la Percepción de Efectos a la Salud Debido al Agua de la Red Pública, Niveles Socioeconómicos y Periodos de Aplicación del Cuestionario

La asociación entre la percepción de efectos adversos a la salud debido al agua de la red pública, nivel socioeconómico y periodo de aplicación del cuestionario se muestran en la Tabla 8 y Figura 7. Las enfermedades cutáneas se asociaron con el nivel socioeconómico alto en los dos periodos de aplicación del cuestionario, y con el nivel popular durante el periodo de aplicación verano-otoño. Las enfermedades oculares y óticas se asociaron con el nivel medio en los dos periodos de aplicación del cuestionario, y con el nivel popular durante el periodo invierno-primavera. Por otra parte, las enfermedades gastrointestinales se asociaron con los tres niveles socioeconómicos durante los dos periodos de aplicación del cuestionario.

Tabla 8. Tabla de contingencia. Análisis de correspondencia simple. Asociación entre la percepción de efectos a la salud debido al agua de la red pública, niveles socioeconómicos y periodos de aplicación.

	Gastrointestinal	Cutánea	Ocular	Ótica	Total
Alto_WS	13.000	13.000	3.000	0.000	29.000
Alto_SA	16.000	9.000	2.000	1.000	28.000
Medio_WS	28.000	8.000	5.000	4.000	45.000
Medio_SA	29.000	14.000	12.000	3.000	58.000
Popular_WS	55.000	21.000	17.000	15.000	108.000
Popular_SA	73.000	41.000	15.000	11.000	140.000
Total	214.000	106.000	54.000	34.000	408.000

WS: periodo invierno-primavera; SA: periodo verano-otoño.

Fuente: Elaboración propia.

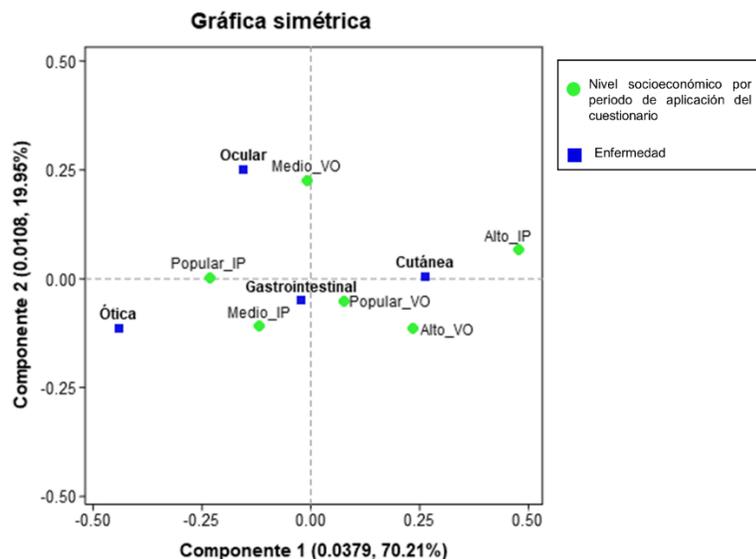


Figura 7. Análisis de correspondencia simple. Asociación entre la percepción de efectos a la salud debido al agua de la red pública y niveles socioeconómicos. IP: periodo invierno-primavera; SA: periodo verano-otoño. Fuente: Elaboración propia.

México tiene una de las tasas más altas de consumo de agua embotellada en todo el mundo (Montero-Contreras, 2019), pues, además de consumirla y preparar alimentos, ésta se utiliza en la limpieza de utensilios domésticos e higiene bucal (Victory et al., 2022). Los hogares de Culiacán utilizan principalmente agua de plantas purificadoras locales para beber y preparar alimentos en sus hogares. El agua embotellada de marcas comerciales es muy poco utilizada, y de ser consumida, esta es principalmente para beber, siendo mínimo el número de viviendas donde se utiliza para preparar alimentos. Con respecto al uso de filtros de agua, el consumo de agua filtrada en los hogares es escaso, debido a que pocos de ellos cuentan con estos dispositivos, siendo el nivel alto donde se puede encontrar una mayor cantidad de estos dispositivos. Por último, el consumo de agua de la red pública es escaso, ya que esta agua solo es utilizada en una baja cantidad de hogares para la preparación de los alimentos.

En cuanto a calidad del agua, la población consideró que el olor y color del agua de la red pública son buenos, sin embargo, esta evaluación es subjetiva ya que los hogares encuestados no utilizaron criterios técnicos, ni instrumentos especializados para distinguir las características del agua de la red pública. En general, la percepción de la calidad del agua de la red pública de Culiacán difiere de los hábitos de consumo, ya que el consumo de agua de la red pública es esporádico.

De acuerdo a González-Villareal et al. (2016) la percepción de la calidad del agua varía entre diferentes niveles socioeconómicos, observándose que entre más alto es el nivel socioeconómico, la percepción del servicio es mejor. En el caso de Culiacán, no se encontraron diferencias en la percepción de la calidad del agua de la red pública entre los niveles socioeconómicos.

Comercialmente, los consumidores compran el agua de establecimientos dedicados a la purificación y embotellamiento, a pesar de que consideran que el agua de la red pública es de buena calidad organoléptica. El aumento del consumo de agua embotellada puede estar determinado en gran medida a que los consumidores desconfían de los sistemas de abastecimiento, ya que consideran que el agua de la red pública puede causar enfermedades entre los miembros de su hogar y se encuentran preocupados por la presencia de contaminación microbiológica y química. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que el agua de plantas purificadoras no siempre

cumple con los lineamientos de calidad microbiológica (Venegas et al., 2022). A pesar de esto, el consumo de agua de garrafón de plantas purificadoras es muy alto, y la población continúa desconfiando del agua de la red pública, por lo que, su uso para consumo humano es escaso en los hogares.

Conclusiones

En conclusión, existe un contraste entre la percepción de la calidad del agua distribuida por la red pública y los hábitos de consumo de agua para beber entre los habitantes de la zona urbana de Culiacán. La población considera que el color y olor del agua potable que se recibe en los hogares son buenos, sin embargo, se encuentra preocupada por la presencia de contaminación microbiológica y química en el agua de la red pública, y no confían en la seguridad de esta agua para beberla. Además, la percepción es que el agua de la red pública ha causado enfermedades gastrointestinales entre los miembros de su hogar, por lo que no bebe agua de la red pública y solo en el 30 % de los hogares la utiliza para preparar alimentos. Finalmente, la fuente principal de abastecimiento de agua para beber y preparar alimentos es agua en garrafón procedente de plantas purificadoras locales.

Los resultados obtenidos en este estudio proveen información primaria sobre hábitos de consumo y estimación de la ingesta de agua en la población que, en conjunto con un posterior análisis cuantitativo del riesgo microbiológico del agua de la red pública y agua de garrafón de plantas purificadoras en Culiacán, permitirán proponer estrategias y medidas para minimizar los riesgos relacionados con las principales fuentes de abastecimiento de agua en los hogares.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo, C.C.S.A., C.C., J.B.V.T.; desarrollo de la metodología, C.C.S.A., J.B.V.T.; manejo de software, C.C.S.A., J.B.V.T.; validación experimental, C.C.S.A., J.B.V.T.; análisis de resultados, C.C.S.A., J.B.V.T., C.C., N.C.C., P.J.B.B., C.H.Z.; Manejo de datos, C.C.S.A., J.B.V.T.; escritura y preparación del manuscrito, C.C.S.A.; redacción, revisión y edición, C.C.S.A., J.B.V.T., C.C., N.C.C., P.J.B.B., C.H.Z. Adquisición de fondos, C.C., N.C.C.

Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada con fondos del Laboratorio Nacional para la Investigación en Inocuidad Alimentaria (LANIIA) del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD) Culiacán, México.

Declaraciones éticas

Esta investigación cuenta con la aprobación del “Comité de Ética en Investigación del CIAD”

Declaración de consentimiento informado

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos involucrados en el estudio

Agradecimientos

Los autores agradecen al CONAHCyT de México, por la beca de posgrado de la autora C. Sánchez-Armenta. Los datos geoestadísticos fueron amablemente proporcionados por el Lic. José Enrique González Tejeda, Jefe de Departamento de Vivienda de la Secretaría de Bienestar y Desarrollo Sustentable de Sinaloa (SEBIDES).

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés

Referencias

- Chaidez, C., Soto, M., Martínez, C., & Keswick, B. (2008). Drinking water microbiological survey of the Northwestern State of Sinaloa, Mexico. *J Water Health*, 6(1), 125-129. <https://doi.org/10.2166/wh.2007.011>
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2014). Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía 2014 para la ciudad de Culiacán. Rosales, Sinaloa. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99849/PMPMS_Culiac_n_Sin.pdf
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2022). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Secretaría de Salud. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5650705&fecha=02/05/2022#gsc.tab=0
- Espinosa-García, A. C., Díaz-Avalos, 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>
- Faviel-Cortez, M., Infante-Mata, D., & Molina-Rosales, D. O. (2019). Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del área natural protegida la encrucijada, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(2), 317-334. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.02.05>
- González-Villarreal, F., Aguirre Díaz, R., & Lartigue, C. (2016). Percepciones, actitudes y conductas respecto al servicio de agua potable en la Ciudad de México. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 7(6), 41-56. <https://www.revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/1281>
- Ighalo, J. O., Adeniyi, A. G., Adeniran, J. A., & Ogunniyi, S. (2021). A systematic literature analysis of the nature and regional distribution of water pollution sources in Nigeria. *Journal of Cleaner Production*, 283. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124566>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2018). Módulo de hogares y medio ambiente (MOHOMA) 2017. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/GrfiaMdoAmte/MOHOMA2018_06.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). Sistema para la consulta de información censal 2020 (SCINCE 2020). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://gaia.inegi.org.mx/scince2020/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021). Panorama sociodemográfico de Sinaloa, censo de población y vivienda 2020. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197988.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2024). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Junta municipal de agua potable y alcantarillado de Culiacán [JAPAC]. (2025). Plantas potabilizadoras. Culiacán, Sinaloa, México: Junta municipal de agua potable y alcantarillado de Culiacán. <https://japac.gob.mx/infraestructura/plantas-potabilizadoras/>
- Kalu, C. M., Mudau, K. L., Masindi, V., Ijoma, G. N., & Tekere, M. (2024). Occurrences and implications of pathogenic and antibiotic-resistant bacteria in different stages of drinking water treatment plants and distribution systems. *Heliyon*, 10(4), e26380. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26380>
- Marquez-Fernandez, O., & Ortega-Marquez, M. (2017). Percepción social del servicio de agua potable en el municipio de Xalapa, Veracruz. *Revista Mexicana de Opinión Pública*, 23, pp. 41-59. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-49112017000200041&script=sci_abstract
- Montero-Contreras, D. (2019). Instituciones y actores: un enfoque alternativo para entender el consumo de agua embotellada en México (U. I. Universidad Autónoma Metropolitana Ed.).
- Montgomery, M. R. (2008). The urban transformation of the developing world. *Science*, 319(5864), 761-764. <https://doi.org/10.1126/science.1153012>
- Reyes, O., Espinosa, R., & Olvera, R. (2013). Criterios para determinar el Tamaño de Muestra en Estudios Descriptivos. Paper presented at the Congreso de Investigación de Investigación, Celaya, Guanajuato, México.
- Rubino, F., Corona, Y., Perez, J. G. J., & Smith, C. (2018). Bacterial contamination of drinking water in Guadalajara, Mexico. *Int J Environ Res Public Health*, 16(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph16010067>
- Vargas Melgarejo, L. M. (2014). Sobre el concepto de percepción. *Alteridades*, 0(8), 47-53. <https://alteridades.izt.uam.mx/index.php/Alte/article/view/588>
- Venegas, B., Tello-Hernández, M. A., Cepeda-Cornejo, V., & Molina-Romero, D. (2022). Calidad microbiológica: detección de *Aeromonas* sp y *Pseudomonas* sp en garrafones provenientes de pequeñas plantas purificadoras de agua. *CienciaUAT*. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v17i2.1728>

- Victory, K. R., Wilson, A. M., Cabrera, N. L., Larson, D., Reynolds, K. A., Latura, J., & Beamer, P. I. (2022). Risk perceptions of drinking bottled vs. tap water in a low-income community on the US-Mexico Border. *BMC Public Health*, 22(1), 1712. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14109-5>
- Organización Mundial de la Salud [WHO]. (2018). Guías para la calidad del agua de consumo humano. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>

ARTÍCULO EN PRENSA