

## Retos en el acceso al agua potable: un estudio de caso en las comunidades yaquis en Sonora, México

*Challenges in access to drinking water: a case study in Yaqui communities in Sonora, Mexico*

**Argelia Tiburcio Sánchez**

Centro de Estudios del Hábitat y Desarrollo Urbano Sustentable, ITESCA-SECIHTI

Ciudad Obregón, México

atiburcio@secihti.mx

 ORCID: 0000-0001-5674-2597

### Información del artículo

**Recibido:** 04/07/2024

**Revisado:** 03/12/2024

**Aceptado:** 10/04/2025

**Online:** 27/03/2026

**Publicado:** 10/04/2026

**ISSN** 2340-8472

**ISSNe** 2340-7743

**DOI** 10.17561/at.30.9058

### RESUMEN

Este estudio analiza las barreras de acceso al agua potable en comunidades yaquis de Sonora (México), con el objetivo de identificar desafíos en disponibilidad, calidad, accesibilidad y asequibilidad. Mediante un enfoque mixto, se analizaron 806 encuestas, entrevistas a actores clave (autoridades locales, habitantes) y observación directa en 14 localidades (fuentes primarias). Los hallazgos revelan contaminación de fuentes hídricas, infraestructura deficiente, altos costos de agua embotellada y fragmentación organizativa que obstaculizan soluciones colectivas, incrementando riesgos sanitarios. Las limitaciones incluyen el alcance geográfico restringido y posibles sesgos en autorreportes. La investigación aporta originalidad al integrar perspectivas cuantitativas y cualitativas en un contexto indígena poco estudiado, destacando la intersección entre inequidad hídrica y derechos territoriales. Se concluye que es urgente implementar estrategias participativas que fortalezcan la autonomía comunitaria, prioricen el tratamiento sostenible del agua y aborden barreras económicas, garantizando justicia ambiental. El trabajo subraya la relevancia de enfoques interculturales en políticas públicas hídricas.

---

**PALABRAS CLAVE:** Suministro de agua indígena, Acceso al agua potable, Comunidades indígenas, Suministro de servicios de agua, Política de agua, Río Yaqui, Sonora.

---

### ABSTRACT

This study examines barriers to drinking water access in Yaqui communities in Sonora, Mexico, aiming to identify challenges in availability, quality, accessibility, and affordability. Using a mixed-methods approach, 806 surveys were analyzed, alongside interviews with key stakeholders (local authorities, residents) and direct observation in 14 localities (primary sources). Findings reveal contaminated water sources, deficient infrastructure, high costs of bottled water, and organizational fragmentation hindering collective solutions, exacerbating health risks. Limitations include the restricted geographic scope and potential biases in self-reported data. The research contributes originality by integrating quantitative and qualitative perspectives in an understudied indigenous context, highlighting the intersection between water inequity and territorial rights. It is concluded that participatory strategies strengthening community autonomy, prioritizing sustainable water treatment, and addressing economic barriers are urgent to ensure environmental

justice. The study underscores the need for intercultural approaches in public water policies.

---

**KEYWORDS:** Indigenous water supply, Drinking water access, Indigenous communities, Water services supply, Water policy, Yaqui river, Sonora.

---

## *Desafios no acesso à água potável: um estudo de caso nas comunidades yaqui em Sonora, México*

### RESUMO

Este estudo analisa as barreiras de acesso à água potável em comunidades Yaqui em Sonora (México), com o objetivo de identificar desafios em disponibilidade, qualidade, acessibilidade e custo. Por meio de uma abordagem mista, foram analisados 806 questionários, entrevistas com atores-chave (autoridades locais, moradores) e observação direta em 14 localidades (fontes primárias). Os resultados revelam contaminação de fontes hídricas, infraestrutura deficiente, custos elevados de água engarrafada e fragmentação organizacional que dificultam soluções coletivas, agravando riscos sanitários. As limitações incluem o escopo geográfico restrito e possíveis vieses em autorrelatos. A pesquisa traz originalidade ao integrar perspectivas quantitativas e qualitativas em um contexto indígena pouco estudado, destacando a interseção entre iniquidade hídrica e direitos territoriais. Conclui-se que estratégias participativas, que fortaleçam a autonomia comunitária, priorizem tratamento sustentável da água e abordem barreiras econômicas, são urgentes para garantir justiça ambiental. O trabalho ressalta a relevância de abordagens interculturais em políticas públicas hídricas.

---

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de água indígena, Acesso à água potável, Comunidades indígenas, Fornecimento de serviços de água, Política de água, Rio Yaqui, Sonora.

---

## *Défis dans l'accès à l'eau potable : une étude de cas dans les communautés yaqui à Sonora, Mexique*

### RÉSUMÉ

Cette étude analyse les obstacles à l'accès à l'eau potable dans les communautés Yaquis de Sonora (Mexique), dans le but d'identifier les défis liés à la disponibilité, la qualité, l'accessibilité et le coût. À travers une approche mixte, 806 enquêtes ont été analysées, ainsi que des entretiens avec des acteurs clés (autorités locales, habitants) et une observation directe dans 14 localités (sources primaires). Les résultats

révèlent une contamination des sources d'eau, des infrastructures déficientes, des coûts élevés de l'eau en bouteille et une fragmentation organisationnelle entravant les solutions collectives, aggravant les risques sanitaires. Les limites incluent un champ géographique restreint et des biais potentiels dans les auto-déclarations. La recherche se distingue par l'intégration de perspectives quantitatives et qualitatives dans un contexte autochtone peu étudié, soulignant l'intersection entre inégalités hydriques et droits territoriaux. Il est conclu que des stratégies participatives renforçant l'autonomie communautaire, priorisant le traitement durable de l'eau et abordant les barrières économiques sont urgentes pour garantir la justice environnementale. L'étude souligne l'importance d'approches interculturelles dans les politiques publiques de l'eau.

---

**MOTS-CLÉ:** Approvisionnement en eau autochtone, Accès à l'eau potable, Communautés autochtones, Politique de l'eau, Rio Yaqui, Sonora.

---

## *Sfide nell'accesso all'acqua potabile: uno studio di caso nelle comunità yaqui a Sonora, Messico*

### SOMMARIO

Questo studio analizza le barriere all'accesso all'acqua potabile nelle comunità Yaqui di Sonora (Messico), con l'obiettivo di identificare sfide relative a disponibilità, qualità, accessibilità e costo. Mediante un approccio misto, sono stati analizzati 806 questionari, interviste a soggetti chiave (autorità locali, residenti) e osservazione diretta in 14 località (fonti primarie). I risultati rivelano contaminazione delle fonti idriche, infrastrutture carenti, costi elevati dell'acqua in bottiglia e frammentazione organizzativa che ostacolano soluzioni collettive, aggravando rischi sanitari. Le limitazioni includono l'ambito geografico ristretto e possibili distorsioni nei dati auto-riferiti. La ricerca offre originalità integrando prospettive quantitative e qualitative in un contesto indigeno poco studiato, evidenziando l'intersezione tra disparità idriche e diritti territoriali. Si conclude che strategie partecipative, che rafforzino l'autonomia comunitaria, privilegino il trattamento sostenibile dell'acqua e affrontino barriere economiche, sono urgenti per garantire giustizia ambientale. Il lavoro sottolinea la rilevanza di approcci interculturali nelle politiche pubbliche idriche.

---

**PAROLE CHIAVE:** Approvvigionamento idrico indigeno, Accesso all'acqua potabile, Comunità indigene, Fornitura di servizi idrici, Politica dell'acqua, Fiume Yaqui, Sonora.

---

## Introducción

El acceso a agua potable es esencial para satisfacer las necesidades básicas del ser humano. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha designado al agua como un derecho fundamental, integrándolo en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)<sup>1</sup>. A pesar de los esfuerzos de las últimas décadas, muchas naciones, particularmente aquellas del mundo en desarrollo, enfrentan importantes desafíos para suministrar agua a sus poblaciones, especialmente en zonas rurales e indígenas<sup>2</sup>. A menudo se identifican factores tradicionales que dificultan este acceso, como la degradación, el agotamiento y la contaminación de los cuerpos de agua, agravados por problemas como una infraestructura incompleta o deteriorada<sup>3</sup>. Estos sistemas hídricos, además, están sometidos a mayores presiones debido al crecimiento demográfico y al cambio climático proyectado<sup>4</sup>. Desde la ecología política y otras disciplinas, se señala que la problemática del acceso al agua no puede ser abordada únicamente desde una perspectiva técnica y naturalista, sino que debe entenderse como parte de un sistema complejo de interacciones sociales, políticas y ambientales. Diversos autores han planteado una visión crítica, enfatizando que el agua, lejos de ser un mero recurso natural, está profundamente influida por las dinámicas sociales y políticas, de modo que los problemas de acceso al agua a menudo son en gran medida construcciones sociales, producto de un modelo capitalista que degrada sus procesos materiales bajo la lógica del crecimiento económico<sup>5</sup>. De igual forma, se ha criticado el enfoque tecnocrático de los ODS, ya que no aborda las desigualdades estructurales que enfrentan los pueblos indígenas en la gestión de sus recursos<sup>6</sup>.

Un aspecto clave en la gestión del agua reside en contar con información relevante sobre la calidad del agua, el acceso a los servicios y los riesgos para la salud de la población. A pesar de los esfuerzos para recopilar datos sobre los avances en el suministro de agua potable<sup>7</sup>, persisten vacíos de conocimiento, especialmente a nivel local, donde garantizar servicios universales de

agua es primordial<sup>8</sup>. Aunque los municipios supervisan la prestación de servicios de agua y saneamiento, sus esfuerzos suelen ser insuficientes, lo que lleva a algunas comunidades a gestionar los recursos de forma independiente y a adoptar estrategias que no están formalizadas dentro de las políticas públicas<sup>9</sup>.

En México, si bien existe una cantidad considerable de información sobre el agua, los estudios que analizan la eficacia de los sistemas de agua rurales, en especial en comunidades indígenas, son escasos<sup>10</sup>. Este estudio se enfoca en las comunidades yaquis, un grupo históricamente marginado<sup>11</sup>. Aunque en esta región existen estudios sobre la calidad y contaminación de los cuerpos de agua<sup>12</sup> así como sobre el uso y derechos de agua de las comunidades<sup>13</sup> y los cambios en sus fuentes de abastecimiento a lo largo del tiempo<sup>14</sup>, el acceso al agua potable no ha sido explorado a fondo.

Este estudio se llevó a cabo en catorce comunidades yaquis ubicadas en cuatro municipios del estado de Sonora en México. Su objetivo es determinar el nivel de acceso al agua potable y comprender las causas de la falta de acceso en la región. En 2018, el gobierno federal anunció un plan de justicia para el pueblo yaqui, que incluye la construcción de un acueducto y una planta potabilizadora para los pueblos tradicionales y sus comunidades asociadas<sup>15</sup>. Al momento de redactar este artículo, la construcción del acueducto se encuentra en proceso.

Aunque esta iniciativa es fundamental para mejorar el acceso al agua potable, se consideró necesario realizar un diagnóstico previo de la situación. Este diagnóstico tiene el propósito de identificar obstáculos en la gestión del agua, evaluar posibles cambios posteriores a la implementación del plan y determinar los principales desafíos durante su ejecución. Para evaluar el acceso al agua potable, este estudio abarca cuatro dimensiones: disponibilidad de agua para satisfacer los requerimientos mínimos de la población, calidad, accesibilidad física y asequibilidad<sup>16</sup>. Estos criterios consideran el nivel de ingresos de la población para asegurar que la capacidad de adquirir otros bienes y servicios no se vea comprometida.

<sup>1</sup> Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2015, 3.

<sup>2</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2010, 85.

<sup>3</sup> Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP), 2017, 2.

<sup>4</sup> Kisakyie; Van der Brugger, 2018, 50.

<sup>5</sup> O'Connor, 1991, 107. Swyngedouw, 2004, 15. Buds; Linton; McDonell, 2014, 167. Rowlands, 2018, 109.

<sup>6</sup> Saito, 2022, 165.

<sup>7</sup> United Nations Children's Fund (UNICEF); World Health Organization (WHO), 2019, 24

<sup>8</sup> Carrard et al., 2020, 2.

<sup>9</sup> Coalición de Organizaciones Mexicanas por el Derecho al AGUA (COMDA), 2017, 21.

<sup>10</sup> Galindo; Palerm, 2016, 17.

<sup>11</sup> Padilla-Ramos, 2015, 6.

<sup>12</sup> Arreola-Lizárraga et al., 2014. Méndez et al., 2019. Meza et al., 2004.

<sup>13</sup> Luna-Escalante, 2007. Lerma-Rodríguez, 2014. Padilla-Calderón, 2017.

<sup>14</sup> Tiburcio-Sánchez, 2022, 179.

<sup>15</sup> Gobierno de México, 2021.

<sup>16</sup> Boltvinik; Figueroa, 2010, 5.

## Marco teórico

El acceso al agua potable en las comunidades indígenas no solo representa un problema técnico, sino que refleja las profundas desigualdades estructurales derivadas de un modelo económico global que prioriza la explotación de recursos naturales para el crecimiento capitalista. Para comprender críticamente la situación de la población estudiada, es necesario recurrir a diversas perspectivas teóricas que expliquen cómo las estructuras económicas y políticas agravan las dificultades de acceso equitativo al agua.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el acceso al agua potable implica contar con un suministro continuo y suficiente para cubrir necesidades básicas personales y domésticas, estimado entre 50 y 100 litros por persona al día<sup>17</sup>. Para evaluar este acceso, se consideraron criterios como la disponibilidad de agua, su calidad, la accesibilidad física y la asequibilidad económica<sup>18</sup>. Estos factores son esenciales para determinar si las personas pueden satisfacer sus necesidades básicas sin comprometer su capacidad de adquirir otros bienes esenciales.

El acceso al agua en las comunidades yaquis ha sido históricamente afectado por la sobreexplotación del río Yaqui, utilizada para actividades agrícolas e industriales. Esto evidencia cómo la degradación de los recursos hídricos responde a una dinámica capitalista que prioriza los beneficios económicos sobre los derechos fundamentales de las comunidades indígenas<sup>19</sup>. Esta situación se ve agravada al analizarla desde la perspectiva del capitalismo verde, que sugiere la posibilidad de un desarrollo sostenible sin cambiar las bases estructurales del sistema económico. Sin embargo, las soluciones tecnocráticas, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, a menudo no abordan las causas profundas de la crisis ambiental, perpetuando las desigualdades en el acceso al agua en lugares como el territorio yaqui<sup>20</sup>.

Además, la escasez de agua en estas poblaciones no debe entenderse únicamente como una consecuencia natural, sino como una construcción social derivada de políticas que marginan sistemáticamente a ciertos grupos, a través de estructuras de poder que dictan quién tiene acceso al agua y bajo qué condiciones<sup>21</sup>. En el caso de los yaquis, los proyectos hídricos han favorecido a las industrias agrícolas y urbanas, mientras los pueblos

originarios enfrentan infraestructuras insuficientes y fuentes de agua contaminadas<sup>22</sup>. La región del suroeste de Sonora ha sido reorganizada bajo una lógica hidropolitana, que prioriza el abastecimiento urbano e industrial, relegando las necesidades de estas comunidades. Este proceso ha fragmentado su territorio y exacerbado las desigualdades en el acceso a los recursos hídricos<sup>23</sup>.

El acceso al agua, además, se ha convertido en una lucha por la justicia ambiental. Las dinámicas capitalistas generan desigualdades espaciales, donde las áreas rurales e indígenas son despojadas de sus derechos en favor de las zonas urbanas e industriales<sup>24</sup>. En este contexto, la soberanía hídrica surge como una solución crucial, destacando la necesidad de que las comunidades gestionen sus propios recursos, evitando la privatización y otras formas de apropiación<sup>25</sup>. Sin embargo, la degradación del río Yaqui y la imposición de infraestructura externa pueden entenderse como una forma de violencia lenta, donde los efectos acumulativos de la contaminación y la fragmentación del territorio erosionan las bases de subsistencia de la comunidad<sup>26</sup>.

Este proceso también está vinculado a la exclusión sistemática de los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas, lo que refuerza las desigualdades en la gestión del agua. Las políticas de desarrollo que ignoran estas prácticas perpetúan la exclusión de las comunidades y exacerbaban los conflictos por el agua<sup>27</sup>. En última instancia, abordar el acceso al agua en estas comunidades requiere repensar el sistema desde una perspectiva de justicia ambiental, que reconozca la autonomía de las comunidades locales para gestionar sus recursos y promueva su participación activa en los procesos de toma de decisiones.

## Área de estudio

El área de estudio abarca la parte baja de la cuenca del Río Yaqui en Sonora, México, cubriendo aproximadamente 72.000 km<sup>2</sup>. Este río, el único perenne en el estado, fluye desde la Sierra Madre Occidental hacia el sur y desemboca en el Golfo de California. Enclavada en la zona semidesértica del Desierto de Sonora, la tribu yaqui depende del flujo del río para suplir la escasez de lluvia. Establecidos en el valle y montañas adyacentes

<sup>17</sup> World Health Organization (WHO), 2022.

<sup>18</sup> Boltvinik; Figureoa, 2010, 5.

<sup>19</sup> O'Connor, 1991, 108.

<sup>20</sup> Saito, 2022, 200. Swyngedouw, 2015, 87.

<sup>21</sup> Olvera-Molina, 2016, 20

<sup>22</sup> Castro, 2006, 95. Moreno-Vásquez, 2015, 140.

<sup>23</sup> Tiburcio-Sánchez, 2022, 212.

<sup>24</sup> Harvey, 2004, 90.

<sup>25</sup> Shiva, 2002, 80.

<sup>26</sup> Nixon, 2011, 10.

<sup>27</sup> de Sousa -Santos; 2014, 85.

desde tiempos ancestrales, sus habitantes han desarrollado una sociedad basada en el conocimiento de los ciclos naturales y en la adaptación al entorno árido<sup>28</sup>.

Durante el último siglo, el Valle del Yaqui ha adquirido reconocimiento mundial por su intensa actividad agrícola. Sin embargo, esta actividad ha generado problemas ambientales y sociales, como la contaminación del aire y la degradación de los cuerpos de agua, afectando significativamente la calidad de vida de la población<sup>29</sup>. Con aproximadamente 47.600 habitantes, la población yaqui depende principalmente de la agricultura, aunque una parte significativa está empleada en fábricas ubicadas en Guaymas, Empalme, Esperanza y Cajeme. También se practican la pesca y la ganadería, aunque esta última ha disminuido debido al arrendamiento de tierras<sup>30</sup>.

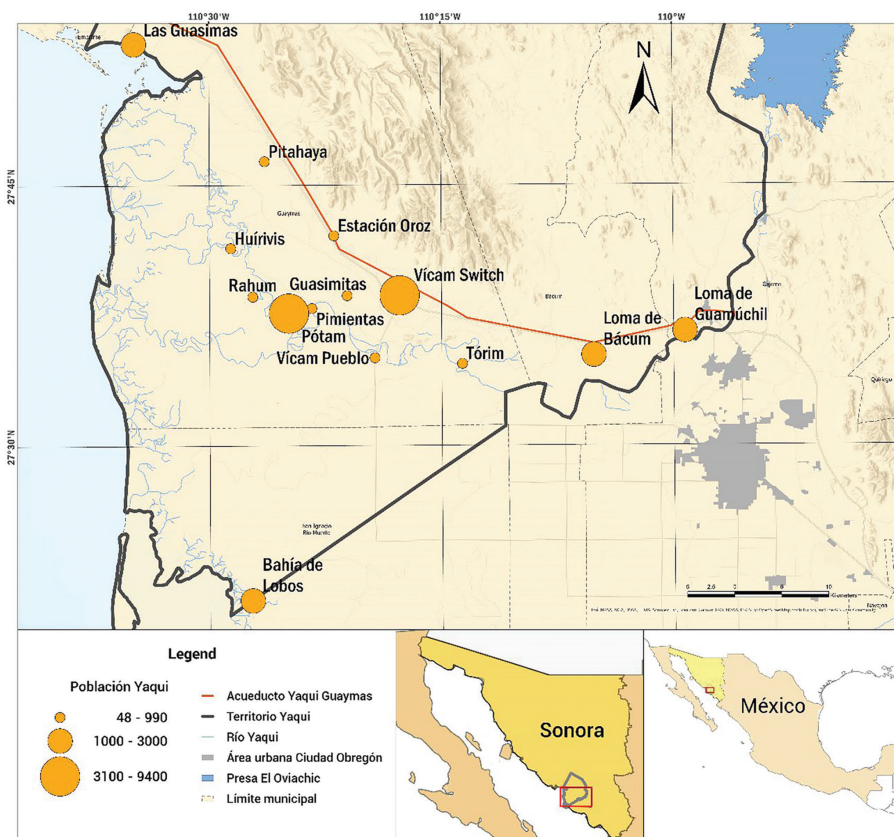
El territorio yaqui se divide en tres áreas: montañosa, costera y del valle. A pesar de su importancia histórica, su extensión territorial ha disminuido considerablemente. Aunque el reconocimiento de la integridad territorial es un aspecto relevante, el estado lo ha

dividido en cuatro municipios: Guaymas, San Ignacio Río Muerto, Bácum y Cajeme, lo que ha resultado en la fragmentación y desarticulación de su territorio<sup>31</sup>.

La tribu se considera a sí misma como una nación independiente, con derecho a la autodeterminación en su organización interna, lo cual incluye la posesión colectiva de su territorio, sin reconocimiento de la propiedad privada. Compuesta por ocho pueblos tradicionales, está integrada por 46 comunidades distribuidas de la siguiente manera: Vícam, Tórim, Cócorit, Bácum, Pótam, Rahum, Huírivis y Belem. Cada pueblo es autónomo, si bien Vícam es considerado la principal cabecera y el lugar de asambleas de los representantes de los pueblos, quienes se reúnen para tomar decisiones que afectan a toda la tribu.

Para este estudio, se seleccionaron catorce comunidades pertenecientes a los ocho pueblos en función de su tamaño poblacional: Vícam Switch, Pótam, Bahía de Lobos, Guásimas, Loma de Bácum, Loma de Guamúchil, Tórim, Vícam Pueblo, Estación Oroz, Huírivis, Rahum, Pitahaya, Guásimitas y Pimientas (Figura 1). Estas

Figura 1. Distribución de las poblaciones yaquis



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, 2020.

<sup>28</sup> Sterling, 1998,364.

<sup>29</sup> Matson; Falcon, 2012,3.

<sup>30</sup> Moctezuma -Zamarrón, 2007, 19.

<sup>31</sup> Mesri Hashemi-Dilmaghani; Carlón -Flores, 2019, 129.

comunidades fueron elegidas debido a sus diferentes prácticas de gestión del agua y condiciones ecológicas dentro de su territorio, considerando su ubicación en las áreas del valle, costa y montaña, el tipo de suministro de agua y el tamaño de la población.

## Métodos e instrumentos

Entre los años 2019 y 2022, se llevó a cabo el estudio en el Valle del Yaqui, siguiendo el marco de gestión adaptativa del agua, que destaca la importancia de combinar datos cuantitativos y cualitativos en los estudios de gestión y gobernanza del agua, abordando procesos en diferentes escalas espaciales y temporales<sup>32</sup>.

La metodología incluyó varias actividades clave. Inicialmente, se realizó una recopilación bibliográfica y documental para reunir la literatura y documentos relevantes relacionados con la gestión y gobernanza del agua en el Valle del Yaqui. Posteriormente, se realizó trabajo de campo en el área de estudio para recopilar información y observaciones de primera mano.

Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con actores clave, incluidos operadores de agua en los municipios de Guaymas y San Ignacio Río Muerto, así como

representantes de comunidades más grandes como Vícam Switch, Bahía de Lobos y Pótam. Además, se realizó un muestreo basado en el tamaño poblacional de catorce localidades yaquis, con un tamaño muestral de 806 encuestas para representar proporcionalmente a las comunidades, considerando un margen de error del 3,4 % y un nivel de confianza del 95 %. La distribución de las encuestas se realizó de acuerdo al porcentaje de población de cada localidad, como se muestra en la Tabla 1.

Las encuestas se distribuyeron y realizaron puerta a puerta en todas las localidades, cubriendo todos los barrios de cada área para obtener una muestra representativa. No se emplearon métodos digitales de recolección de datos debido a las limitaciones de acceso a tecnología y conectividad en algunas zonas.

Es importante señalar que, a pesar del esfuerzo por distribuir equitativamente las encuestas según el tamaño poblacional, en ciertas localidades se recolectaron más encuestas de lo planeado (por ejemplo, Vícam Switch), mientras que en otras el número de encuestas fue inferior al esperado (como Guásimas, Loma de Bácum y Tórim). Esto generó una ligera variación en la representatividad de algunas localidades.

El diseño de la encuesta se basó en investigaciones previas sobre el acceso al agua potable e incluyó

**Tabla 1. Distribución de la población y cuestionarios contestados en las localidades yaquis**

Localidad	Población	% Población	Cuestionarios contestados	% Cuestionarios contestados
Vícam Switch	9.392	32,8 %	380	47,1 %
Pótam	7.044	24,6 %	196	24,3 %
Bahía de Lobos	2.991	10,4 %	99	12,3 %
Guásimas (De Belem)	1.959	6,8 %	2	0,2 %
Loma de Bácum	1.689	5,9 %	2	0,2 %
Loma de Guamúchil	1.571	5,5 %	52	6,5 %
Tórim	994	3,5 %	4	0,5 %
Vícam Pueblo	972	3,4 %	15	1,9 %
Estación Oroz (Oroz)	479	1,7 %	16	2,0 %
Huírivis	403	1,4 %	13	1,6 %
Rahum	359	1,3 %	12	1,5 %
Pitahaya (Belem)	357	1,2 %	12	0,7 %
Guasimitas	232	0,8 %	2	0,2 %
Pimientas	200	0,7 %	7	0,9 %
Total	28.642	100 %	806	100 %

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI, 2020.

<sup>32</sup> Pahl-Wostl; Kranz, 2010, 568.

secciones sobre indicadores sociodemográficos, accesibilidad al agua y saneamiento, hábitos de uso del agua, prácticas de higiene, y temas relacionados con el pago de servicios, compra de agua embotellada y acarreo de agua<sup>33</sup>. La encuesta incorporó preguntas cerradas y abiertas para permitir un análisis profundo de las prácticas de gestión del agua, condiciones de acceso, calidad del agua y asequibilidad.

Los datos recopilados a través de preguntas cerradas se analizaron estadísticamente para identificar patrones y tendencias generales en el acceso al agua potable y las prácticas de gestión del recurso en las comunidades. Las respuestas a preguntas abiertas fueron procesadas cualitativamente, permitiendo un análisis profundo de las percepciones, opiniones y prácticas de los residentes respecto al acceso al agua y los desafíos asociados.

La metodología empleada busca proporcionar una visión integral de la situación del agua potable en las comunidades yaquis, abordando tanto el análisis estadístico cuantitativo como las observaciones cualitativas. Esto permite una interpretación robusta de los datos y facilita la identificación de los principales factores sociales, económicos y ambientales que afectan el acceso al agua potable en estas localidades.

La identificación de obstáculos se basó en el concepto de obstáculos como acciones individuales o colectivas en el proceso de toma de decisiones en la gestión comunitaria del agua, que pueden mejorar o dificultar el acceso al agua en términos de cantidad o calidad<sup>34</sup>. Estos obstáculos se agruparon en cinco desafíos principales: acceso a cantidad suficiente de agua, acceso a calidad adecuada de agua, asequibilidad económica, saneamiento y organización colectiva. Estos desafíos están alineados con los indicadores de desarrollo sostenible y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud para el acceso al agua y saneamiento<sup>35</sup>.

## Resultados

### Contexto social

La encuesta abarcó a toda la población seleccionada, destacando la igualdad entre hombres y mujeres en la gestión del agua en sus hogares y en decisiones

comunitarias<sup>36</sup>. Los encuestados fueron 55 % mujeres, 43 % hombres y el 2 % no especificó su género; además, el 53 % se identificó como jefe de hogar. Aunque los hombres suelen manejar asuntos externos, tanto hombres como mujeres participan equitativamente en la toma de decisiones sobre el agua.

Las edades de los encuestados oscilaron entre 20 y 78 años, con ocupaciones variadas: actividades domésticas (32 %), estudiantes (22 %), jornaleros (17 %), empleados (17 %) y pescadores (10 %), lo que evidencia una transición respecto a las actividades tradicionales de agricultura y ganadería. Además, el 83% se identificó como yaqui y el 17 % como mestizo, con concentraciones mestizas en Bahía de Lobos y Vícam Switch.

### Organización y responsabilidad en la gestión del agua

La responsabilidad del suministro de agua potable está distribuida entre agencias municipales en San Ignacio Río Muerto, Cajeme y Bécum, y la Comisión Estatal del Agua (CEA) en Guaymas. No obstante, la interacción entre la población y estas organizaciones es limitada, lo cual refleja una falta de coordinación y delimitación de funciones entre autoridades<sup>37</sup>. Esto genera que ninguna entidad asuma completamente la responsabilidad del suministro de agua y saneamiento en la región.

En comunidades grandes como Vícam Switch y Bahía de Lobos, la supervisión del suministro de agua es parcial y a menudo insuficiente, mientras que las localidades pequeñas dependen del autoabastecimiento mediante pozos y camiones cisterna. No existe un comité de la tribu encargado formalmente de la gestión del agua y saneamiento, y las necesidades se cubren mediante la cooperación vecinal durante periodos de escasez. Así, en lugar de una estructura organizada y formal para la gestión del agua, las comunidades recurren a soluciones individuales y temporales, como el acarreo de agua y la compra de agua embotellada, reflejando la dependencia en estrategias no formalizadas ante la ausencia de una coordinación integral entre la tribu y las autoridades responsables (Tabla 2).

### Fuentes de abastecimiento de agua

El territorio estudiado cuenta con fuentes de agua superficial y subterránea. El agua superficial proviene del río Yaqui, regulada por la presa Álvaro Obregón

<sup>33</sup> Ortega-Márquez; Márquez-Fernández, 2017, 41. Faviel-Cortez; Infante-Mata; Molina-Rosales, 2019, 317. Bartram et al., 2014

<sup>34</sup> Alvarado et al., 2022, 2.

<sup>35</sup> ONU, 2015. WHO, 2022.

<sup>36</sup> Mesri Hashemi-Dilmaghani; Carlón-Flores, 2019,15.

<sup>37</sup> Mesri Hashemi-Dilmaghani; Carlón-Flores, 2019,17.

**Tabla 2. Características demográficas y condiciones de acceso al agua en catorce localidades de la tribu yaqui, Sonora**

Localidades	Pueblo Tradicional	Municipio	Fuente de Agua	Organismo a cargo	Población	Agua entubada	Drenaje
Vícam (Switch)	Vícam	Guaymas	Acueducto -Yaqui-Guaymas/ Pozos	CEA Guaymas	9.392	77 %	61 %
Pótam	Pótam	Guaymas	Pozos	Autoadministrado	7.044	93 %	20 %
Bahía de Lobos	Vícam	San Ignacio Rio Muerto	Pozos	Organismo Operador de Agua Potable de San Ignacio Rio Muerto	2.991	87%	26 %
Guásimas	Belem	Guaymas	Acueducto-Yaqui-Guaymas	Autoadministrado	1.959	87 %	16 %
Loma de Bácum	Bácum	Bácum	Pozos	Autoadministrado	1.689	30 %	36 %
Loma de Guamúchil	Cócorit	Cajeme	Acueducto-Yaqui-Guaymas	Organismo Operador de Agua Potable de Cajeme	1.571	84 %	79 %
Tórim	Tórim	Guaymas	Acueducto-Yaqui-Guaymas	Autoadministrado	994	20 %	4 %
Vícam Pueblo	Vícam	Guaymas	Acueducto-Yaqui-Guaymas	Autoadministrado	972	13 %	3 %
Estación Oroz	Pótam	Guaymas	Acueducto-Yaqui- Guaymas	Autoadministrado	479	99 %	7 %
Huírivis	Huírivis	Guaymas	Acueducto-Yaqui-Guaymas	Autoadministrado	403	89 %	43 %
Rahum	Rahum	Guaymas	Acueducto-Yaqui-Guaymas	Autoadministrado	359	85 %	8 %
Pitahaya (Belem)	Belem	Guaymas	Acueducto-Yaqui-Guaymas	Autoadministrado	357	99 %	100 %
Guasimitas	Pótam	Guaymas	Pozos	Autoadministrado	232	60 %	3 %
Pimientas	Pótam	Guaymas	Pozos	Autoadministrado	200	0 %	0 %

Fuente: elaborado con datos del INEGI, 2020. Autoridades Tradicionales, 2001. Luna-Escalante, 2007, 9.

(Oviachic) y distribuida mediante canales de riego y el acueducto Yaqui-Guaymas. Este acueducto fue construido en la década de los noventa para abastecer a la ciudad de Guaymas y San Carlos Nuevo Guaymas, también proporciona agua a las comunidades yaquis al cruzar sus tierras. Tiene una longitud de 120 km y se abastece de un conjunto de pozos construidos aguas abajo de la presa Álvaro Obregón<sup>38</sup>, como se muestra en la Figura 1. Las autoridades estatales y federales firmaron un acuerdo de colaboración con la tribu, en el que se acordó que la comunidad proporcionaría las facilidades necesarias al gobierno estatal y a las agencias federales para la construcción del acueducto. Sin embargo, estos acuerdos no se cumplieron por completo, ya que no se construyó una planta de tratamiento de agua para ella<sup>39</sup>.

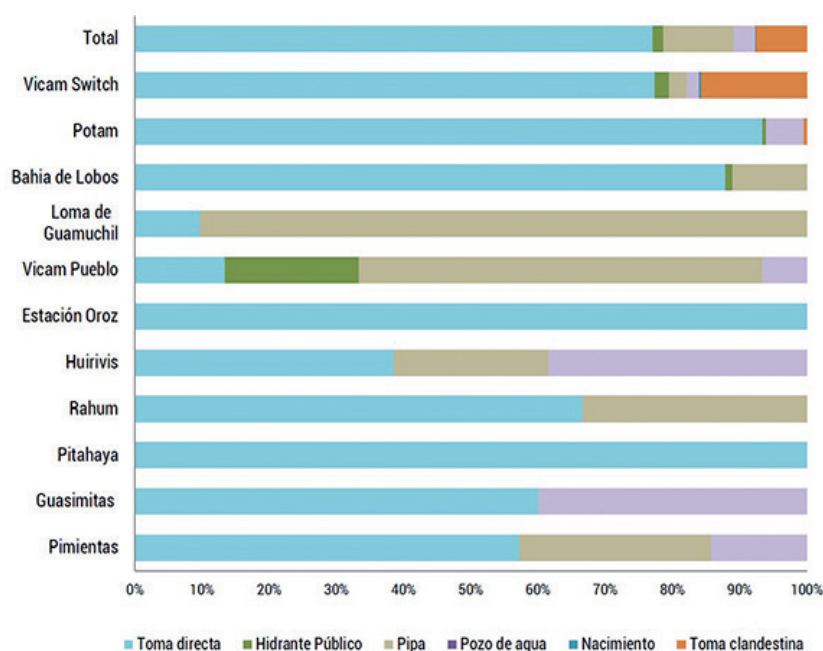
### Acceso al agua

La disponibilidad de infraestructura hidráulica no garantiza que la población tenga acceso efectivo a agua potable en sus hogares<sup>40</sup>. El acceso al agua para consumo humano varía según el tipo de infraestructura disponible y la fuente principal de abastecimiento. Alrededor del 80 % de los encuestados tiene conexión de agua entubada, pero menos del 50 % la recibe diariamente. Algunas comunidades como Estación Oroz y Pitahaya cuentan con acceso más constante mientras que en otras, como Pimientas y Vícam Pueblo, el suministro es deficiente. La mayoría de la población (80 %) recibe agua en horarios irregulares, y cerca del 40 % solo tiene acceso durante la madrugada o en la noche, lo que afecta sus actividades diarias (Figura 2). La baja frecuencia del servicio, combinada con la calidad deficiente del agua, genera múltiples dificultades en el acceso efectivo a los recursos y obliga a la población a adoptar diversas estrategias para abastecerse.

<sup>38</sup> Luna Escalante, 2007,18.

<sup>39</sup> Autoridades Tradicionales Yaquis, 2001,30.

<sup>40</sup> Consejo Nacional de Evaluación (CONEVAL), 2019,10.

**Figura 2.** Fuentes primarias de agua para uso humano en las localidades yaquis estudiadas

Fuente: elaboración propia.

Entre estas estrategias destacan el acarreo de agua y la compra diaria de agua embotellada. Del total de la población encuestada, el 31 % reporta que acarrea agua potable a diario, siendo esta práctica más común en localidades grandes como Bahía de Lobos, Vicam Switch y Pótam. El costo del acarreo varía entre las comunidades; el 70 % de quienes realizan esta actividad paga entre 150 y 200 pesos por el servicio, que suele hacerse de una o dos veces por semana. El método más habitual de acarreo es mediante automóvil, y el tiempo promedio que se dedica a esta actividad es de dos horas. Los hombres son los principales encargados, representando el 87 %, de quienes acarrean agua, con una participación mínima de mujeres y niños. La distancia promedio para obtener agua es de más de un kilómetro, lo que justifica el uso de automóviles.

Aunque solo el 30 % de la población acarrea agua, la compra de agua embotellada es una práctica mucho más extendida, observada en el 94 % de los hogares en la mayoría de las localidades. Cerca del 80 % gasta hasta 100 pesos semanales en agua embotellada y en comunidades como Huirivis, el gasto en acarreo puede llegar hasta los 500 pesos.

### Hábitos de higiene y saneamiento

La falta de un servicio adecuado de suministro de agua potable en las comunidades estudiadas hace necesario

examinar las prácticas de desinfección del agua para su uso y consumo humano. Solo el 20 % de la población bebe agua de la llave regularmente, en contraste con el 40 % que nunca la consume y otro 40 % que solo la utiliza ocasionalmente cuando no dispone de embotellada. Apenas la mitad de la población usa agua de la llave para cocinar con frecuencia. En su mayoría, el agua de la llave se destina solo a la limpieza del hogar y la higiene personal (80 % y 70 % respectivamente), como se muestra en la Figura 3.

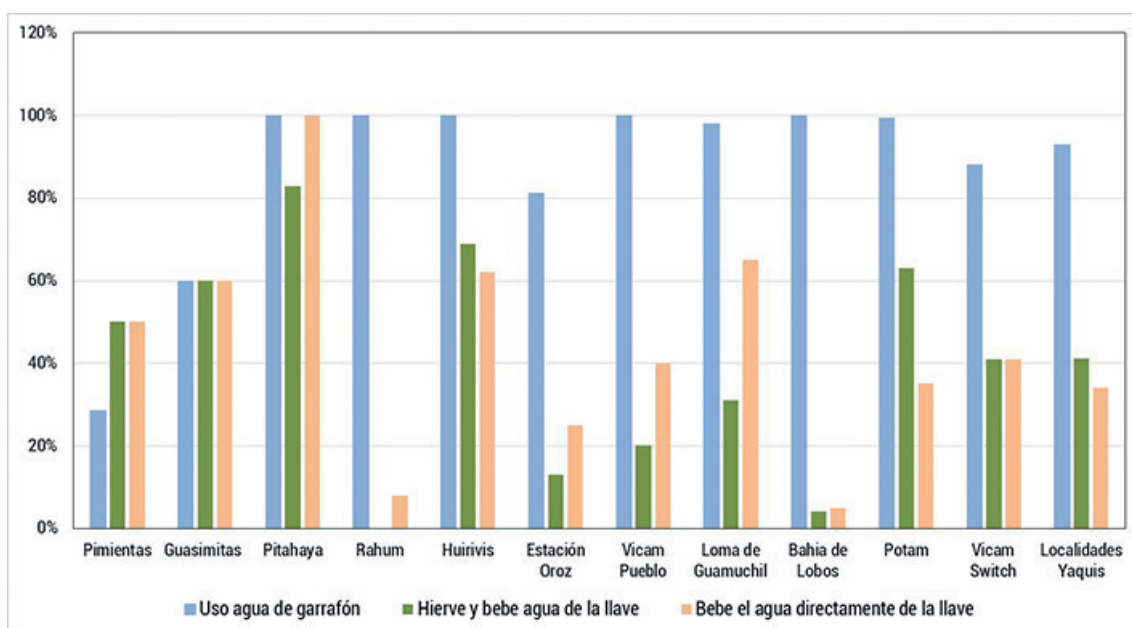
Como se mencionó anteriormente, más del 90 % de la población compra agua embotellada para beber y cocinar debido a la baja calidad del agua.

En cuanto a la disposición de aguas residuales, el 50 % de la población descarga estos desechos en campos abiertos, mientras que el 40 % utiliza letrinas o tanques sépticos, y solo el 10 % cuenta con un sistema de drenaje. Las comunidades con mayor cobertura de drenaje son Vicam Switch y Pótam, mientras que en localidades como Pimientas y Rahum, los desechos se vierten en su totalidad en campos abiertos.

### Calidad del agua

La información sobre la calidad del agua potable en estas comunidades es limitada. De acuerdo con las autoridades gubernamentales, en los municipios de Guaymas y San Ignacio Río Muerto no se llevan a cabo procesos de tratamiento de agua. No se obtuvo información

Figura 3. Hábitos de uso de agua dentro del hogar por localidad



Fuente: elaboración propia.

sobre los municipios de Cajeme y BÁCUM. Sin embargo, en este estudio se examinaron datos de investigaciones previas<sup>41</sup>, las cuales revelan la presencia de metales pesados, compuestos orgánicos y microorganismos fecales en las aguas subterráneas utilizadas como fuente de agua potable. La Figura 4 detalla los parámetros que superan los límites permitidos por localidad. Los datos indican que en todas las localidades donde se han realizado estudios, se encuentran entre uno y quince parámetros que exceden los estándares de calidad establecidos por las normativas mexicanas<sup>42</sup>. Estos incluyen sustancias como nitratos, sólidos disueltos totales, coliformes fecales, aluminio, arsénico, mercurio y varios ftalatos. Las localidades de Vícam Pueblo y Pótam presentan el mayor número de contaminantes que superan el estándar de calidad del agua, con quince en total, seguidas por Pitahaya y Loma de Guamúchil con once contaminantes (Figura 4).

Es importante destacar que entre los contaminantes se encuentran arsénico, mercurio y cadmio, los cuales figuran entre las diez sustancias químicas de mayor preocupación para la salud pública debido a sus efectos perjudiciales por exposición crónica<sup>43</sup>.

Para complementar esta información, se contrastó con los resultados de la encuesta realizada, la cual muestra que en todas las localidades encuestadas una parte significativa de la población reporta problemas relacionados de color, sabor, olor y la presencia de residuos arenosos en el agua. La Figura 5 muestra que Bahía de Lobos, Loma de Guamúchil, Vícam Pueblo y Rahum son las localidades que perciben los mayores problemas de calidad del agua, que no siempre corresponden con la presencia de contaminantes. Por ejemplo, en Pitahaya solo el 20 % de la población percibió problemas de olor, sabor y residuos arenosos en el agua, pese a que los estudios revisados registraron hasta diez parámetros que exceden el estándar.

### Accesibilidad del servicio de agua potable y disposición a pagar

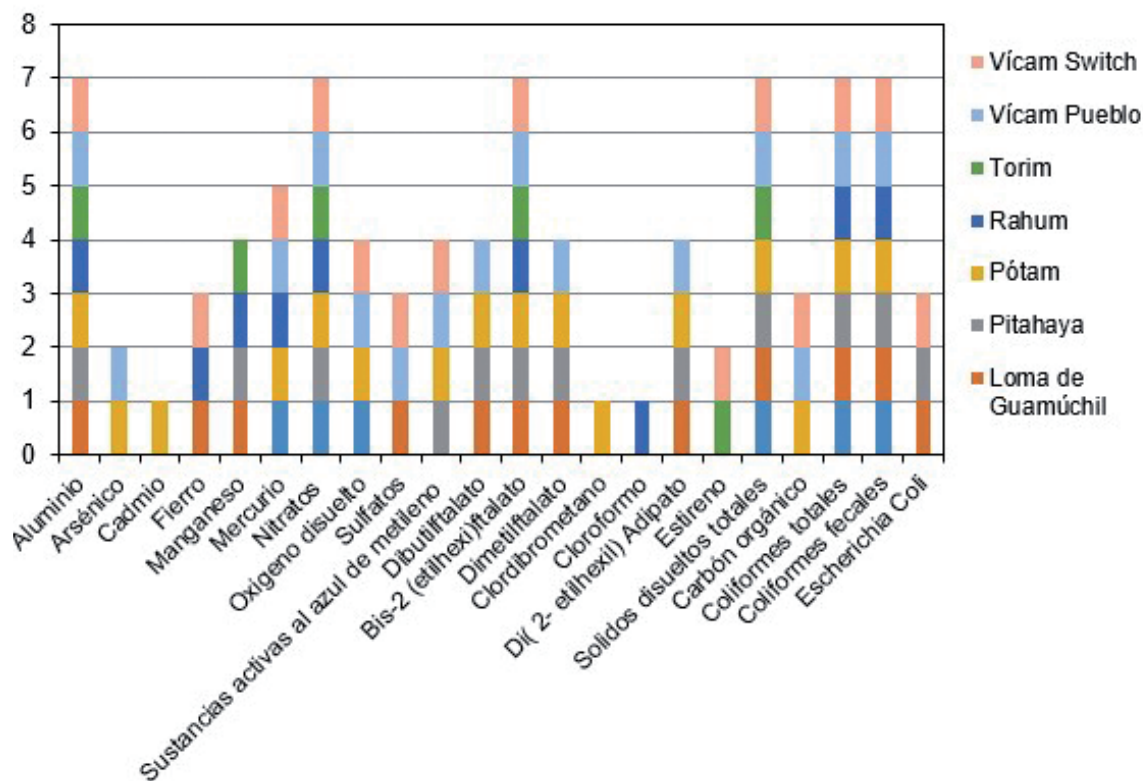
En general, la población considera asequible el servicio de agua potable, con un gasto promedio mensual de 85

<sup>41</sup> Felix et al., 2010, 59. Aguilar et al., 2010, 61. Arreola-Lizárraga et al., 2014, 53. Garrido-Hoyos et al., 2018, 67.

<sup>42</sup> Secretaría de Salud, 2021. CONAGUA, 2021. La Secretaría de Salud de México emite y actualiza la norma de agua potable que se distribuye en los hogares, la cual debe ser apta para el consumo de acuerdo con los parámetros de la NOM-127-SAI-2021. Por otra parte, la CONAGUA en la ley federal de derechos de agua se establecen otros contaminantes no presentes en la norma de la Secretaría de Salud. Para efectos del análisis se utilizó el criterio más estricto.

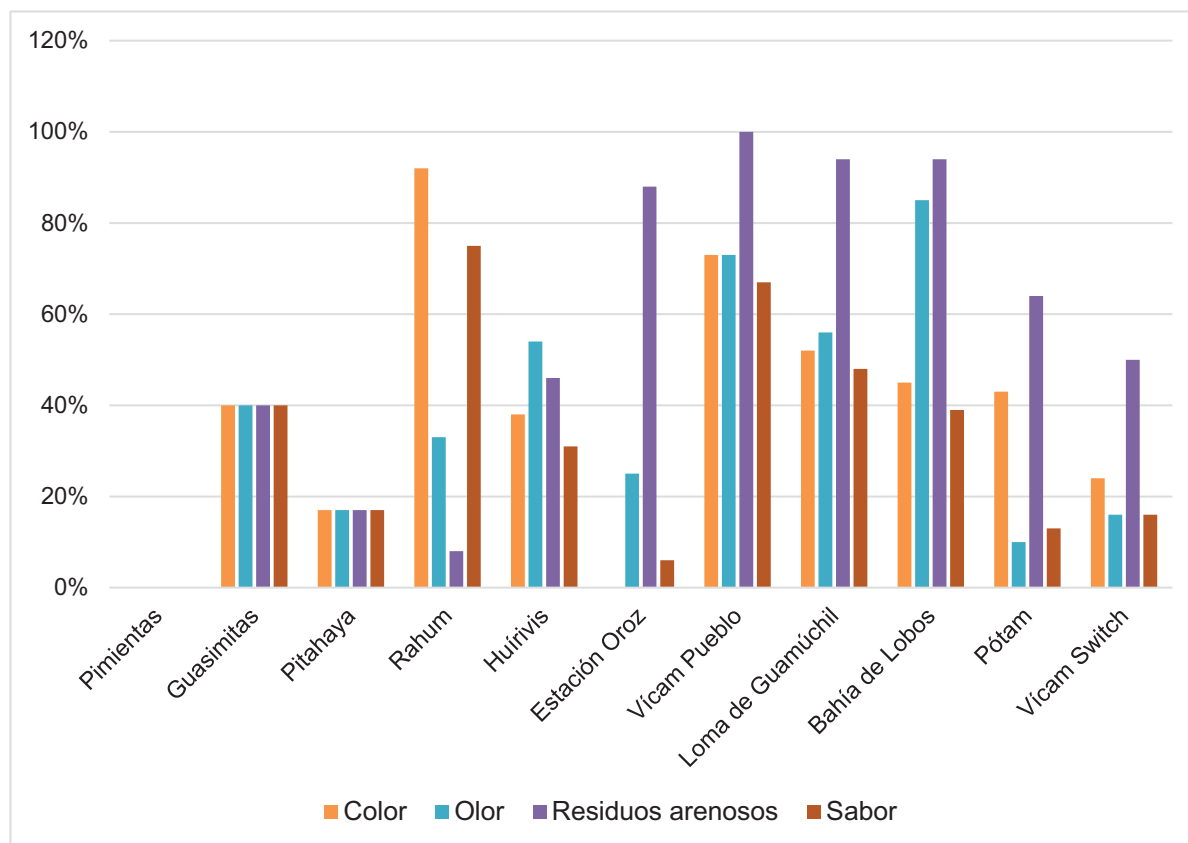
<sup>43</sup> WHO, 2021. Mitra et al., 2022, 2.

Figura 4. Elementos contaminantes fuera de la norma



Fuente: elaboración propia con datos de Felix et al., 2010; Aguilar et al., 2010; Arreola-Lizárraga et al., 2014; Garrido-Hoyos et al., 2018.

Figura 5. Porcentaje de la población insatisfecha con el agua recibida por localidad



Fuente: elaboración propia.

pesos por familia. Cerca del 40 % de la población paga menos de 200 pesos al mes, mientras que el 13 % afirma no pagar nada. Sin embargo, debido a la insuficiencia del servicio en la mayoría de las localidades, muchas familias deben recurrir a prácticas adicionales que implican costos significativos en dinero o tiempo. Este gasto puede llegar a quintuplicarse cuando se incluyen los costos asociados al acarreo de agua y la compra de agua embotellada. Las dificultades de acceso también afectan la disposición y capacidad de pago de la población: en total, el 45 % de los encuestados dejó de pagar el servicio en el último año. Esta falta de pago es particularmente alta en Bahía de Lobos, Estación Oroz, Rahum, Loma de Guamúchil y Guasimitas donde más del 80 % de la población no contribuye económicamente al servicio (Figura 6).

Las principales razones para no pagar por el servicio son la falta de suministro o la baja calidad del mismo, lo cual fue señalado por el 57 % de los encuestados. En localidades como Bahía de Lobos, Loma de Guamúchil y Vícam, el servicio puede faltar durante meses, especialmente en períodos de sequía. Otras razones incluyen desconfianza en las autoridades (5 %), falta de dinero (5 %) o la ausencia de una autoridad que cobre el servicio (4 %). Un 27 % de los encuestados no proporcionó una razón específica para la falta de pago.

Aproximadamente el 40 % de la población considera que el servicio debería ser gratuito. En varias ocasiones,

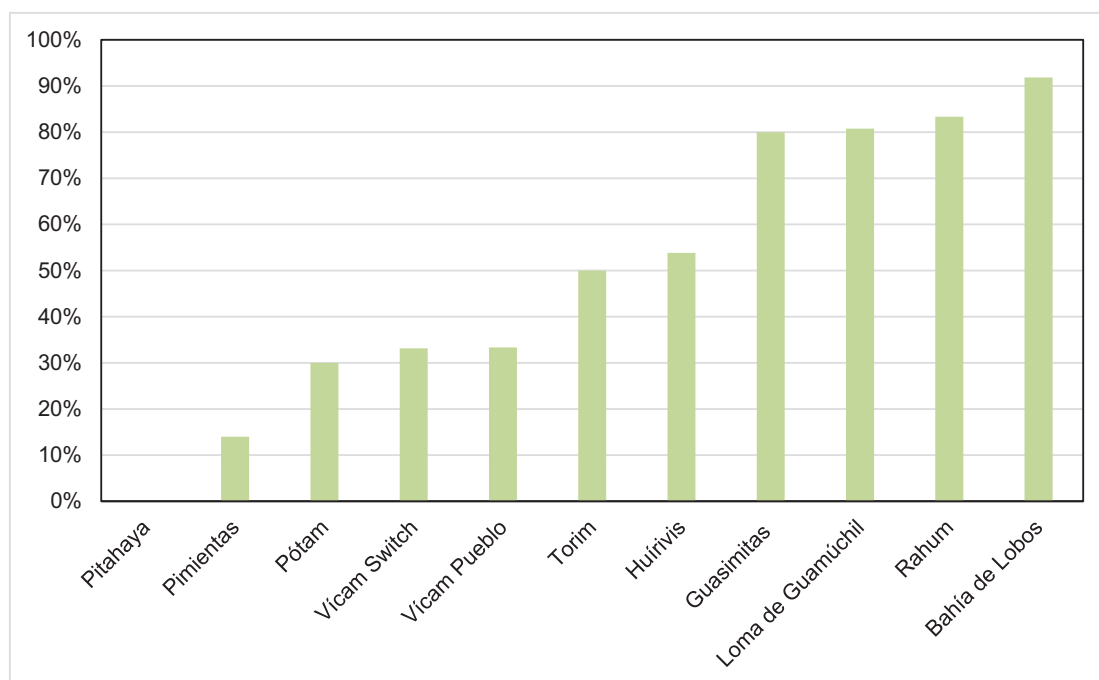
los residentes expresaron que el agua, al igual que el territorio, pertenece a los yaquis y, por tanto, no debería cobrarse. Esta percepción también se presenta como una compensación simbólica por las injusticias históricas que han sufrido. Localidades con un porcentaje significativo de personas que consideran el agua como un derecho gratuito incluyen a Loma de Bácum y Pueblo Yaqui, donde la población ha dejado de pagar por el agua en el último año. En general, solo el 60 % de la población está de acuerdo en pagar por el servicio, coincidiendo con el mismo porcentaje de personas que efectivamente pagaron en el último año.

### Barreras en la gestión del agua

Los resultados de este análisis reflejan las diferencias en el acceso y la gestión del agua entre las catorce comunidades estudiadas (Tabla 3). Los obstáculos específicos se presentan en las columnas, mientras que en las filas se identifican cinco desafíos principales relacionados con la gestión del agua, proporcionando un resumen de los hallazgos más significativos a partir de diversos métodos aplicados.

Las barreras fueron definidas a partir de indicadores cualitativos derivados de los resultados de calidad del agua (Figura 4). Por ejemplo, la presencia de bacterias coliformes se asocia con la falta de drenaje y la práctica de la defecación al aire libre, tal como se reveló en las

Figura 6. Porcentaje de población que ha dejado de pagar por el servicio en el último año



Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Barreras relacionadas con la gestión del agua en las localidades yaquis estudiadas

Dimensión	Barrera	Vícam Switch	Pótam	Bahía de Lobos	Loma de Guamúchil	Vícam Pueblo	Estación Oroz	Huirivis	Rahum	Pitahaya	Guasimitas	Pimientas
Disponibilidad de agua	Baja presión en la tubería.	*	*	*								
	Bajo mantenimiento de tuberías	*	*	*								
	Falta de continuidad del servicio	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Falta de recursos financieros para operar pozos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Falta de servicio de agua corriente	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Calidad adecuada	Fuentes de agua distantes para poblaciones sin servicio	*	*	*					*			
	Falta de medidas de desinfección del agua	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Falta de monitoreo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Fuentes de agua contaminadas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	El agua no recibe tratamiento para su potabilidad	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Asequibilidad y disposición a pagar por el servicio	Costo adicional por tratamiento de agua	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Costo adicional por la compra de agua embotellada	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Falta de pago del servicio	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	El servicio es considerado gratuito						*	*	*	*	*	*

Fuente: elaboración propia.

encuestas. En términos de cantidad de agua disponible para consumo y uso humano, Bahía de Lobos enfrenta el mayor número de barreras debido a factores como la contaminación de la fuente de agua, la discontinuidad del servicio y la necesidad de acarrear agua desde fuentes lejanas, lo que implica mayores costos económicos y de tiempo adicionales.

## Discusión

La falta de instalaciones adecuadas para la higiene y el saneamiento es otra barrera significativa, ya que facilita la contaminación de cuerpos de agua. Además, aunque no se abordó explícitamente en el cuestionario, se observó que la mala gestión de residuos contribuye a la contaminación del agua, como sugieren algunos de los contaminantes detectados en otros estudios<sup>44</sup>. La contaminación de cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos, representa una barrera crucial para el acceso completo a agua segura, pues en al menos diez localidades el suministro de agua presenta contaminantes que constituye un riesgo potencial para la salud.

Un desafío importante para la organización colectiva en torno al agua es la fragmentación del territorio yaqui en cuatro municipios. Esta división implica la coexistencia de múltiples autoridades en diferentes niveles, sin una delimitación clara de funciones y competencias, lo que resulta en que ninguna entidad asuma plenamente la responsabilidad del suministro de agua potable y saneamiento. En respuesta, una de las demandas históricas de los yaquis ha sido la creación de su propia organización de suministro de agua potable<sup>45</sup>, un objetivo que aún no se ha concretado.

Finalmente, otro obstáculo evidente es el limitado interés o desconocimiento por parte de las autoridades tradicionales sobre los acuerdos y gestiones en curso, lo cual afecta la comunicación con los habitantes. Por ejemplo, la población no ha sido consultada respecto al manejo del acueducto actualmente en construcción, y prevalecen los rumores sobre la forma en que se dará su operación.

La gestión del agua en las comunidades yaquis está condicionada por factores sociales, históricos y económicos que han restringido su acceso al agua potable y las han llevado a depender de soluciones precarias, como la compra de agua embotellada y el acarreo de

agua. Estas prácticas, aunque cubren necesidades inmediatas, tienen repercusiones profundas en el bienestar económico, social y ambiental de estas comunidades, que enfrentan una situación de vulnerabilidad y marginación en el manejo de los recursos hídricos.

El despojo territorial histórico ha sido uno de los principales factores que contribuyen al acceso desigual al agua. Desde la colonización hasta la construcción de infraestructuras para desviar el agua del río Yaqui, las políticas estatales y los intereses privados han priorizado el uso de este recurso en sectores agrícolas e industriales, relegando a la población indígena a soluciones insatisfactorias. Esta exclusión ha obligado a sus habitantes a recurrir al agua embotellada para suplir sus necesidades básicas. En términos económicos esta dependencia representa un gasto significativo que limita la capacidad de las familias para cubrir otras necesidades esenciales como la alimentación, la educación y la salud, perpetuando el ciclo de pobreza en la región. Así, se establece una relación de mercado desigual, donde deben comprar un recurso que, en condiciones de justicia, deberían ser accesible y asequible.

El marco legal y político en México contribuye a esta exclusión. Aunque el derecho humano al agua, los mecanismos para garantizarlo son débiles, especialmente en áreas rurales e indígenas. Las políticas de distribución del agua siguen favoreciendo intereses externos, y las decisiones políticas que afectan directamente a las comunidades se toman sin considerar sus derechos ancestrales, ni su consulta o participación. La falta de inclusión en las decisiones sobre el agua significa que sus necesidades y derechos son frecuentemente ignorados.

Desde una perspectiva ambiental, la deficiente disposición de aguas residuales y residuos domésticos, sumada a la contaminación del agua por factores naturales y agroindustriales, impide el acceso a agua limpia. Esta situación refuerza el concepto de desposesión descrito por Harvey, donde, en lugar de gestionar sus propios recursos, los habitantes se ven forzados a depender de fuentes externas debido a la degradación del entorno<sup>46</sup>.

A pesar de las promesas de mejora, el plan de justicia y dignidad para la tribu Yaqui presenta limitaciones que dificultan una solución efectiva. Su enfoque tecnológico prioriza la construcción de infraestructura sin fortalecer la autonomía de las comunidades yaquis ni promover su participación en la gestión de sus recursos hídricos<sup>47</sup>. La construcción de acueductos y plantas

<sup>44</sup> Arreola-Lizárraga et al., 2014, 65.

<sup>45</sup> Autoridades Tradicionales Yaquis, 2001.

<sup>46</sup> Harvey, 2004, 125.

<sup>47</sup> Gobierno de México, 2021.

potabilizadoras, aunque podría mejorar el acceso en el corto plazo, perpetúa una dependencia en sistemas externos, replicando las mismas dinámicas de exclusión que históricamente los han marginado. Además, el plan carece de un enfoque integral y culturalmente sensible, abordando desde una perspectiva técnica que no toma en cuenta la cosmovisión y las prácticas tradicionales de la tribu yaqui en la gestión de sus recursos. La falta de mecanismos reales de consulta y participación vulnera sus derechos colectivos y limita la efectividad de las soluciones propuestas.

## Conclusiones

Los hallazgos de este estudio revelan varios desafíos persistentes en el acceso al agua potable en las comunidades yaquis de Sonora. Aunque el acceso al agua de red es generalizado, la calidad del servicio es deficiente, con interrupciones frecuentes y fuentes de agua contaminadas, lo cual representa un riesgo considerable para la salud de los habitantes. Esta situación obliga a muchos a recurrir al acarreo de agua y a la compra de agua embotellada. Los análisis de calidad muestran la presencia de contaminantes que superan los límites permitidos por las regulaciones mexicanas en todas las localidades encuestadas, lo que subraya la urgencia de tomar medidas. La disposición de aguas residuales en campos abiertos también contribuye a la contaminación ambiental y representa un riesgo para la salud pública. Además, el costo del servicio se vuelve inaccesible para muchas familias quienes dejan de pagar debido a la mala calidad del servicio.

En términos de gestión, el estudio identifica barreras significativas en los procesos de toma de decisiones, donde la responsabilidad del suministro recae mayormente en los individuos, con escasas iniciativas de organización comunitaria para gestionar colectivamente el acceso al agua. Esto refleja una falta de apoyo institucional y una dependencia en soluciones individuales que no abordan las necesidades estructurales.

En conclusión, los desafíos de acceso al agua potable exigen un enfoque integral que trascienda las soluciones temporales. Para mejorar el bienestar y la salud de la población, es fundamental garantizar la calidad del servicio, proteger las fuentes de agua y promover prácticas de higiene y saneamiento adecuadas. Un enfoque participativo que respete la autonomía yaqui, reconozca su cosmovisión y fomente su gestión de los recursos es clave para avanzar hacia un modelo de justicia

ambiental que asegure el acceso equitativo y sostenible al agua en estas comunidades.

## Financiación

Investigación financiada gracias al programa Investigadoras e Investigadores por México de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (CONAHCYT) proyecto 694.

## Bibliografía

- Aguilar-Apodaca, María Guadalupe; Ortiz-Campa, Mirna Julia; Meza-Montenegro, María Mercedes; Felix, Anacleto; Cantu, Ernesto. 2010: Estudio de la Calidad Química del Agua de abastecimiento de la Comunidad Yaqui de Pótam, Rio Yaqui, Sonora. *VIII Congreso Mexicano de Toxicología. Ciudad Obregón, 13 al 15 de julio de 2010*. Sonora (México), Instituto Tecnológico de Sonora, 61. <https://studylib.es/doc/7520959/memorias-viii-congreso-mexicano-de-toxicolog%C3%ADa>
- Alvarado, Jannice; Siqueiros-García, Jesús Mario; Ramos-Fernández, Gabriel; García-Meneses, Paola; Mazari-Hiriart, Marisa. 2022: Barriers and bridges on water management in rural México: from water-quality monitoring to water management at the community level. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(912) <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10616-5>
- Arreola-Lizárraga, José Alfredo; Acosta-Vargas, Baudilio; Mendoza-Salgado, Renato; Alcantara-Razo, Edgar; Murillo-Murillo, Ivan; Ceseña-Beltrán, Gil; Padilla-Arredondo, Gustavo. 2014: *Diagnóstico de la calidad del agua superficial y subterránea en las comunidades Yaquis del Estado de Sonora*. Guaymas (México), Comisión Nacional del Agua, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Autoridades Tradicionales Yaquis. 2001: *Plan Estratégico de Desarrollo de la Tribu Yaqui 2001-2006*. Sonora (México), Informe Técnico.
- Bartram, Jamie; Brocklehurst, Clarissa; Fisher, Michael; Luyendijk, Rolf; Hossain, Rifat; Wardlow, Tessa; Gordon, Bruce. 2014: Water Supply and sanitation. History methods and future challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11(8), 137-8165. <https://doi.org/10.3390/ijerph110808137>
- Boltvinik, Julio; Figueroa, Héctor. 2010: *Indicador de adecuación sanitaria en el D.F. con base en la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH)*. Distrito Federal (México), Consejo de Evaluación del Desarrollo Social del D.F.
- Budds, Jessica; Linton, Jamie; McDonnell, Rachel. 2014: The hydrosocial cycle. *Geoforum*, 57, 167-169. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2014.08.003>

- Carrard, Naomi; Neumeyer, Hannah; Kumar Pati, Bikash; Siddique, Sabina; Tshering, Choden; Tseguereda, Abraham; Gosling, Lousia; Roaf, Virginia; Álvarez-Salas, Jorge; Bruhn, Sören.** 2020: Designing Human Rights for Duty Bearers: Making the Human Rights to Water and Sanitation Part of Everyday Practice at the local Government Level. *Water*, 12(2), 378. <https://doi.org/10.3390/w12020378>
- Castro, José Esteban.** 2006: *Water, Power and Citizenship: Social Struggle in the Basin of Mexico*. New York (USA), Palgrave, Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9780230508811>
- Coalición de Organizaciones Mexicanas por el Derecho al Agua (COMDA).** 2017: *Informe sobre las violaciones a los derechos humanos al agua potable y saneamiento en México*. Ciudad de México (México), Coalición de Organizaciones Mexicanas por el Derecho al Agua.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).** 2021: Ley Federal de Derechos. Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales 2021. Ciudad de México (México), CONAGUA.
- Consejo Nacional de Evaluación (CONEVAL).** 2019: *Principales retos en el ejercicio del derecho al medio ambiente Sano*. Ciudad de México (México), Consejo Nacional de Evaluación. [https://www.coneval.org.mx/EvaluacionDS/PP/CEIPP/IEPSM/Documents/Derechos\\_Sociales\\_2024/Dosieres\\_Derechos\\_2024/EDDMA\\_2024\\_RE.pdf](https://www.coneval.org.mx/EvaluacionDS/PP/CEIPP/IEPSM/Documents/Derechos_Sociales_2024/Dosieres_Derechos_2024/EDDMA_2024_RE.pdf)
- De Sousa Santos, Boaventura.** 2014: *Epistemologies of the South: Justice against epistemicide*. New York (USA), Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315634876>
- Faviel-Cortez, Maeli; Infante-Mata, Dulce; Molina-Rosales, Dolores.** 2019: Percepción y Calidad de agua en comunidades rurales del área natural protegida La Encrucijada, Chiapas. *Revista Internacional Contaminación Ambiental*, 35(2), 317-334. <https://doi:10.20937/rica.2019.35.02.05>
- Felix-Fuentes, Anacleto; Meza-Montenegro, María-Mercedes; Cantú-Soto, Ernesto Uriel; Aguilar-Apodaca, María Guadalupe; Balderas-Cortés, José de Jesús.** 2010: Evaluación de la Calidad Microbiológica del agua de consumo humano de la comunidad de Pótam, Río Yaqui, Sonora. *VIII Congreso Mexicano de Toxicología. Ciudad Obregón, 13 al 15 de julio de 2010*. Sonora (México), Instituto Tecnológico de Sonora, 59. <https://studylib.es/doc/7520959/memorias-viii-congreso-mexicano-de-toxicolog%C3%ADa>
- Galindo, Emmanuel., Palerm, Jacinta.** 2016: Sistema de agua potable rurales. Instituciones, organizaciones, gobierno, administración y legitimidad. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(2), 17-34. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222016000200017](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000200017)
- Garrido-Hoyos, Sofia Esperanza; Aguilar-Chávez, Ariosto; Saldaña-Fabela, Pilar; Gómez-Balandra, María Antonieta; Morales-Pérez, Rubén; Camacho-González, Héctor; Avilés-Flores, Martha.** 2018: *Estimación y dispersión de contaminantes en el río Yaqui, evaluación y riesgos ambientales*. Jiutepec (México), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Informe Técnico.
- Gobierno de México.** 2021: *Plan de Justicia para el Pueblo Yaqui*. Ciudad de México (México), Gobierno de México. <https://www.inpi.gob.mx/gobmx-2021/Plan-de-Justicia-del-Pueblo-Yaqui.pdf>
- Harvey, David.** 2004: *El nuevo Imperialismo*. Madrid (España), Ediciones Akal.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).** 2020: *Censo de Población y Vivienda. México*. (Conjunto de datos). Ciudad de México (México), INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Kisakyie, Violet; Van der Brugger, Bart.** 2018: Effects of climate change on water savings and water security from rainwater harvesting systems. *Resources Conservation and Recycling*, 138, 49-63. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.07.009>
- Lerma-Rodríguez, Enriqueta.** 2014: Notas para el análisis de la resistencia yaqui en contra del Acueducto Independencia. *Sociológica*, 29(82), 255-271. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-01732014000200008](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732014000200008)
- Luna-Escalante, Gustavo.** 2007: *Derechos, uso y gestión del agua en el Territorio Yaqui*, tesis de maestría, El Colegio de Sonora, Hermosillo (México).
- Matson, Pamela; Falcon, Walter.** 2012: Why the Yaqui Valley? An Introduction, In Matson, Pamela (Ed.), *Seeds of Sustainability. Lessons from the Birthplace of the Green Revolution in Agriculture*. Washington, D.C. (USA), Island Press, 3-12. [https://doi.org/10.5822/978-1-61091-177-1\\_1](https://doi.org/10.5822/978-1-61091-177-1_1)
- Mendez-Rodríguez, Lía Celina; Acosta-Vargas, Baudilio; Mendoza-Salgado, Renato; Souflee-Robles, Lilia Irene; Oroz-Ramos, Lucas; Arreola-Lizárraga, José Alfredo.** 2019: Abastecimiento y calidad del agua superficial y subterránea, en Arreola Lizárraga, José Alfredo; Garatuza-Payan, Jaime; Yépez-González, Enrico; Robles-Morua, Agustín (Eds.), *Capital Natural y Bienestar Social de la Comunidad Yaqui*. Ciudad Obregón (México), Instituto Tecnológico de Sonora, 135-161.
- Mesri Hashemi-Dilmaghan, Parastoo Anita; Carlón Flores, María Anabela.** 2019: *La organización político-social de la tribu yoeme (yaqui)*. Ciudad de México (México), Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación.
- Meza-Montenegro, María Mercedes; Koppling, Michael; Burgess, Jefferey; Gandolfi, Jay.** 2004: Arsenic Drinking water exposure and urinary excretion among adults in the Yaqui Valley, Sonora México. *Environmental Research*, 96, 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2003.08.010>
- Mitra, Saikat; Chakraborty, Arka Jyoti; Tareq, Abu Montakim; Emran, Talha; Nainu, Firzan; Khusro, Ameer; Idris, Abubakr; Khandaker, Mayeen; Osman, Hamid; Alhumaydhi, Fahad; Simal Gandara, Jesús.** 2022: Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter

- the toxicity. *Journal of King Saud University - Science*, 34(3), 101865 <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101865>
- Moctezuma-Zamarrón, José Luis.** 2007: *Yaquis. Pueblos Indígenas del México Contemporáneo*. Ciudad de México (México), Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Moreno-Vázquez, José Luis.** 2015: *Despojo del agua en la cuenca del río Yaqui*. Hermosillo (México), El Colegio de Sonora. <https://repositorio.colson.edu.mx/items/dd6529bf-c632-4f2b-9540-8a1e0d9c6dbd>
- Nixon, Rob.** 2011: *Slow Violence and the Environmentalism of the Poor*. Cambridge (USA), Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt2jbsgw>
- O'Connor, James.** 1991: On the two contradictions of capitalism. *Capitalism Nature Socialism*, 2(3), 107-109, <https://doi.org/10.1080/10455759109358463>
- Olvera-Molina, Mónica.** 2016: Desnaturalizando la cuenca en México: notas sobre el espacio hidropolítico. *Agua y Territorio/ Water and Landscape*, 7, 11-21. <https://doi.org/10.17561/at.v0i7.2959>
- Organización de Naciones Unidas, (ONU).** 2015: *Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. A/RES/70/1. ONU, Asamblea General. <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/93/pdf/n1529193.pdf?OpenElement>
- Ortega-Márquez, Maritzel; Márquez-Fernández, Olivia.** 2017: Percepción social del servicio de agua potable en el municipio de Xalapa, Veracruz. *Revista Mexicana de Opinión Pública*, 23, 41-59. <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484911e.2017.23.58515>
- Padilla-Calderón, Esther.** 2017: Los yaquis y las crecientes del río. Una historia del control hidráulico del río Yaqui. *Culturales*, 5(2), 67-106. <https://culturales.uabc.mx/index.php/Culturales/article/view/527/331>
- Padilla-Ramos, Raquel.** 2015: El río en la vida de los Yaquis. *Diario de Campo. La tribu yaqui y la defensa de sus derechos territoriales*, 8(2), 6-12. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/diariodecampo/article/view/7419/8261>
- Pahl-Wostl, Claudia; Kranz, Nicole.** 2010: Water Governance in times of Change. *Environment Science & Policy*, 13(7), 567-570. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.09.004>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).** 2010: *Informe sobre Desarrollo Humano 2010. La verdadera riqueza de las naciones: Caminos al desarrollo humano*. Nueva York (USA), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP).** 2017: *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017, Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. París (Francia), UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>
- Rowlands, Jorge.** 2018: Penuria del agua indígena: una construcción social de desigualdades en la cuenca del río Loa. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 11, 109-122 <https://doi.org/10.17561/at.11.2612>
- Saito, Kohei.** 2022: *El Capital en la era del Antropoceno*. Barcelona (España), Penguin House Random Grupo Editorial.
- Secretaría de Salud (SSA).** 2021: *NOM-127-SA1-2021. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua*. Ciudad de México (México), Secretaria de Salud. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5650705>
- Shiva, Vandana.** 2002: *Water Wars: Privatization, Pollution, and Profit*. London (England), Pluto Press.
- Sterling, Evans.** 1998: Yaquis vs Yanquis: An Environmental and Historical Comparison of Coping with Aridity in Southern Sonora. *Journal of the Southwest*, 40(3), 363-396. <https://www.jstor.org/stable/40170114>
- Swyngedouw, Erik.** 2004: *Social Power and the Urbanization of Water: Flows of Power*. New York (USA), Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198233916.001.0001>
- Swyngedouw, Erik.** 2015: *Liquid power: Contested hydro-modernities in twentieth-century Spain*. Cambridge (USA), The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262029032.001.0001>
- Tiburcio-Sánchez, Argelia** 2022: Transformación del territorio hidrosocial del río Yaqui. El surgimiento de la región hidropolítica en el Suroeste de Sonora. En Guerrero Salgado, Gilda; Valarezo, Juan Carlos (Eds.), *Geopolítica Territorio y Gobernanza Multinivel*, Quito (Ecuador) Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 179-219. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d53214e4-4bee-4acb-a9df-757ce37c9456/content>
- United Children's Fund, (UNICEF); World Health Organization (WHO).** 2019: *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities*. New York (USA), United Nations Children's Fund (UNICEF), World Health Organization (WHO). <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516235>
- World Health Organization (WHO).** 2021: *World Health Organization. 10 chemicals of public health concern*. <https://www.who.int/news-room/photo-story/photo-story-detail/10-chemicals-of-public-health-concern>
- World Health Organization (WHO).** 2022: *Guidelines for Drinking Water Quality. Fourth edition incorporating the first and second addenda*. Geneva (Suiza), WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>