



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Programa
Hidrológico
Intergubernamental

Situación del abastecimiento de agua a las poblaciones rurales en México: estudio de caso en San Luis Potosí

Situation of water supply to rural populations in Mexico: case study in San Luis Potosí



Ma. Catalina Alfaro de la Torre^{1*}, Juan Carlos Tejeda González²,
Emiliano García Romero³, Felipe Salto Quintana⁴, Regina de Montserrat González
Balderas⁵

Recibido: 29/09/2021

Aceptado: 30/09/2021

*Autor de correspondencia

Resumen

En varios países se ha resaltado la brecha existente entre el medio urbano y el rural en lo que respecta a los servicios de abastecimiento de agua y el saneamiento. El establecimiento del Derecho Humano al Agua (DHA) y su reconocimiento representa un reto y a la vez una oportunidad para que los países analicen la situación y establezcan estrategias acordes a la problemática diversa y compleja de las comunidades rurales. En este trabajo la situación del abastecimiento de agua se analizó con base en la cobertura de agua, el costo del servicio y la calidad del agua que se suministra a las comunidades rurales en dos regiones del Estado de San Luis Potosí (Mex) determinándose que el DHA no se cumple, aún y cuando, en su mayoría, las comunidades acceden a una fuente de agua, enfrentan también diferentes problemas que amenazan seriamente la sostenibilidad de este servicio básico.

Palabras clave: Derecho Humano al Agua, Calidad de Agua, Comunidades Rurales.

Abstract

In several countries, the gap between urban and rural areas has been highlighted about water supply and sanitation services. The Human Right to Water (HRW) has been established and its recognition by the countries represents a challenge and at the same time an opportunity to analyze the situation and establish strategies according to the problematic diverse and complex of the rural communities. In this work, the situation of water supply in rural communities in San Luis Potosí (Mex) was analyzed from different approaches, determining that the HRW is not met, even when most communities access to a water source, also, they face different problems that seriously menace the sustainability of this basic service..

Keywords: Human Right to Water, Water Quality, Rural Communities.

- 1 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, alfaroca@uaslp.mx, teléfono (52-444) 8262300 ext 6489
- 2 Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Colima, tejeda@uocol.mx, teléfono (52-312)3193801
- 3 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, emgrcr96@gmail.com, teléfono (52-444) 8262300 ext 6566
- 4 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, f.saltoquintana@outlook.com, teléfono (52-444) 8262300 ext 6566
- 5 Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, regina.gonzalez@uaslp.mx, teléfono (52-444) 8262300 ext 6566

1. INTRODUCCIÓN

Una vasta literatura conformada por publicaciones científicas e informes de organizaciones nivel mundial describen la problemática relacionada con la cobertura del abastecimiento de agua y del saneamiento tanto en las ciudades como en las pequeñas poblaciones mostrando condiciones contrastantes entre el Norte y el Sur, entre los países más desarrollados y los menos desarrollados (Adams y Smiley, 2018; Liverman, 2018; UN-GLAAS, 2019; Weststrate et al., 2019; UN-SDGS Reporte 2020 y otros). Para disminuir la brecha entre regiones del mundo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) con el apoyo fundamental de los países se han dado a la tarea de guiar las acciones prioritarias para incrementar la cobertura de agua (y saneamiento) en los países miembros. De esta forma, en el período de los años 2002-2015 se implementaron los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) que en la Meta 7c (ODM-7c) estableció reducir a la mitad la población que no tenía acceso sostenible al agua y al saneamiento básicos y esto antes de 2015. A la conclusión de los ODM, los países reportaron haber cumplido con las metas de cobertura de agua. En la realidad es posible que la meta no se haya cumplido (Martínez-Santos, 2017; Liverman, 2018; Weststrate et al., 2019). De acuerdo con Martínez-Santos (2017) si bien, oficialmente se logró el objetivo, dado que los indicadores se enfocan en el acceso a fuentes de agua mejoradas, en realidad parece que los parámetros de medición no fueron los adecuados por el hecho que en muchos casos las fuentes de agua siguen estando contaminadas, no son fiables o no son asequibles. Por otro lado, se identificaron diferencias de importancia entre el abastecimiento de agua a las áreas urbanas y a las áreas rurales; en este último, aunque se avanzó en una mayor cobertura de agua, la pregunta que surge es si ésta reúne la calidad como “agua potable” (Weststrate et al., 2019). El acceso a una fuente mejorada de agua no significa que es segura, que es potable. Una situación similar se presentó en el tema de saneamiento quedando situaciones a resolver como es que la población cuente con infraestructura sanitaria apropiada y reducir el fecalismo al aire libre, esto sobre todo en el medio rural.

Una nueva etapa inicia en el 2015, en que los países miembros de la ONU aprobaron los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) como parte de la Agenda 2030 en un esfuerzo de mejorar las condiciones de vida de la población. Así, se

estableció en el Objetivo 6 (ODS-6) “garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos” hacia 2030 (ONU, 2021). De acuerdo con el Reporte Global de la ONU-Agua (UN-GLAAS, 2019), en lo que respecta al ODS-6, los países de la región de América Latina y el Caribe enfrentan un gran desafío ya que a pesar de los esfuerzos para aumentar la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento, aún existen entre 17 y 53 millones de personas que, por diversas razones, aún carecen de servicios mejorados de agua y saneamiento respectivamente siendo las zonas rurales las que mayormente presentan esta condición (WHO/UNICEF, 2019). Se entiende por servicios mejorados que la población tenga acceso a agua potable (libre de contaminantes que afecten su salud), accesible y disponible cuando se necesita.

De acuerdo con uno de los últimos reportes del avance mundial en el cumplimiento de los ODS (UN-SDGS Reporte 2020), la proporción de la población global que tiene acceso a “servicios de agua potable gestionados de forma segura” se incrementó de 61% en el año 2000 a 71% en 2017; 2.2 billones de personas en el mundo aún no tienen acceso al servicio de agua potable y de esta cifra, 785 millones no tienen acceso a servicios básicos de agua (UN-SDGS Reporte 2020). En el tema de saneamiento, la situación es algo más compleja ya que en el mismo período, la población con acceso a un “servicio de saneamiento gestionado de forma segura” se incrementó de 28% a 45% y actualmente 4.2 billones no tienen acceso a un servicio de saneamiento apropiado de los cuales 2 billones no tienen acceso a los servicios básicos y 673 millones de personas aun practican el fecalismo al aire libre. Aunque este documento se enfoca al tema del agua, ambos problemas no se pueden disociar completamente debido a que la inapropiada disposición de las aguas residuales domésticas es una de las causas comunes de contaminación de las fuentes de agua destinadas al abastecimiento.

Situación en México. De acuerdo con el informe 2020 de los ODS que muestra el avance en el cumplimiento del indicador 6.1.1 refiere que el 43% de la población en México cuenta con un servicio de agua potable gestionado de forma segura, notablemente inferior al promedio mundial que es de 74%. De acuerdo con el informe, la población tiene acceso a una fuente mejorada de agua, asumimos que se refiere a la población urbana debido a que, en el medio rural, el 98% tiene acceso al menos a un

servicio básico, 2% no cuenta con servicio de agua lo que representa aproximadamente a 2.5 millones de habitantes (UN-SDGS Reporte 2020; datos reportados en <https://sdg6data.org>).

Las instancias oficiales indican que a la par del último reporte de los ODM en México, desde 2010, nuestro país inició un proceso para monitorear el acceso al agua denominado la Agenda del Agua 2030 con el fin de definir los aspectos necesarios para la sostenibilidad hídrica, teniendo como instancia responsable del seguimiento a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). De acuerdo con este organismo (CONAGUA, 2017), el abastecimiento de agua a la población urbana y rural pasa por serias dificultades, entre algunas de las causas: la variación climática, la sobre-extracción de agua en aquellas regiones donde se depende principalmente de agua subterránea, la contaminación de los cuerpos de agua superficiales, entre otras. Sin embargo, la CONAGUA también reportó que el 91.5% de la población del país tiene cobertura de alcantarillado y un 95.3% tiene acceso a agua entubada (CONAGUA, 2017). Faltaría diferenciar el medio urbano del medio rural.

La realidad podría ser algo diferente. Como ejemplo, los resultados del último censo nacional de población y vivienda realizado en 2020 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) indican que, a nivel nacional, el 96.14% de las viviendas disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda y particularmente, 83.90% disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público, es decir, no todas las viviendas reciben agua entubada que proviene de un servicio público como podría ser a través de un organismo operador, servicio municipal u otro, que pudiera asegurar un proceso de potabilización previo a la distribución. El 3.45% no disponen de agua entubada (INEGI, 2020). De acuerdo con los datos, al menos se puede decir que los informes nacionales son concordantes en lo que respecta al porcentaje de la población que recibe agua entubada, sin conocer con claridad cuál es la calidad de esta. Sin embargo, si se toma en cuenta lo que se reporta con respecto del indicador 6.1.1 de los ODS en México, menos de la mitad de la población cuenta con un servicio de agua potable gestionado de forma segura.

Por otro lado, en el mundo, el Derecho Humano al Agua y al Saneamiento (DHAS) tiene sus antecedentes en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (Mar del Plata, 1977) y en el Decenio Internacional del Agua Potable y del

Saneamiento Ambiental (1981-1990); el DHAS fue reconocido en la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2010 (AG-ONU, 2010). México reconoció este derecho a nivel constitucional desde 2012 lo que representó un avance significativo pues obliga a los gobiernos de Estados y Municipios a procurar una mayor cobertura de agua potable, sin embargo, también plantea un gran desafío, dadas las condiciones de los recursos naturales como indica CONAGUA. El reconocimiento del DHAS ha obligado a la evolución de los sistemas de gestión de abastecimiento de agua y a una nueva forma de burocracia de los actores responsables del suministro de agua potable a la población (Valdés de Hoyos y Uribe Arzate, 2016). En lo que respecta al abastecimiento de agua, la ONU ha especificado los factores que se deben cumplir en cualquier circunstancia: disponibilidad, calidad, accesibilidad, no discriminación y acceso a la información. Sin embargo, es erróneo suponer que estos factores pueden ser medidos o exigidos bajo los mismos parámetros en cualquier lugar y tiempo, puesto que existen circunstancias que provocan variaciones en el nivel del cumplimiento (Domínguez et al., 2013).

En este trabajo se analiza la situación del abastecimiento de agua en el Estado de San Luis Potosí (México) y de acuerdo con el INEGI (2020), el 92.35% de las viviendas disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda, 73.96% disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público, y 7.40% no disponen de agua entubada. Claramente, estos indicadores evidencian una problemática más seria en este Estado del Centro de México con respecto del nivel nacional.

En este contexto, se propuso analizar la situación de la cobertura de agua potable en el área rural en el Estado de San Luis Potosí (SLP) registrando la situación del abastecimiento desde los aspectos de la administración del recurso y su calidad, la participación de los actores involucrados, entre otros, bajo un proceso de Evaluación Ambiental Estratégica. Lo anterior con el propósito de identificar los factores que mayormente inciden en la problemática de la gestión y el abastecimiento de agua. Este trabajo fue llevado a cabo en dos regiones del Estado que dependen principalmente del agua subterránea para el abastecimiento a la población: la Zona Media y la Zona Altiplano, que conforman dos de las cuatro regiones del Estado y corresponden a 27 de sus 58 municipios.

2. REGIÓN DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en el estado de San Luis Potosí, que tiene una población de 2.8 millones de habitantes y 58 municipios. Estos últimos se agrupan en cuatro regiones, por compartir condiciones similares como el clima: Altiplano, Huasteca, Centro y Zona Media (ver Figura 1). Este proyecto analiza la situación del abastecimiento de agua en la Zona

Media con el 10.0% de la población del estado, esto es 282,761 habitantes y en la Zona Altiplano con el 12.3%, es decir 346,904 habitantes. En estas regiones, aproximadamente la mitad de la población vive en el área rural. El suministro de agua a la población depende de la extracción de agua subterránea, aunque en la Zona Media se tiene una mayor disponibilidad de agua.

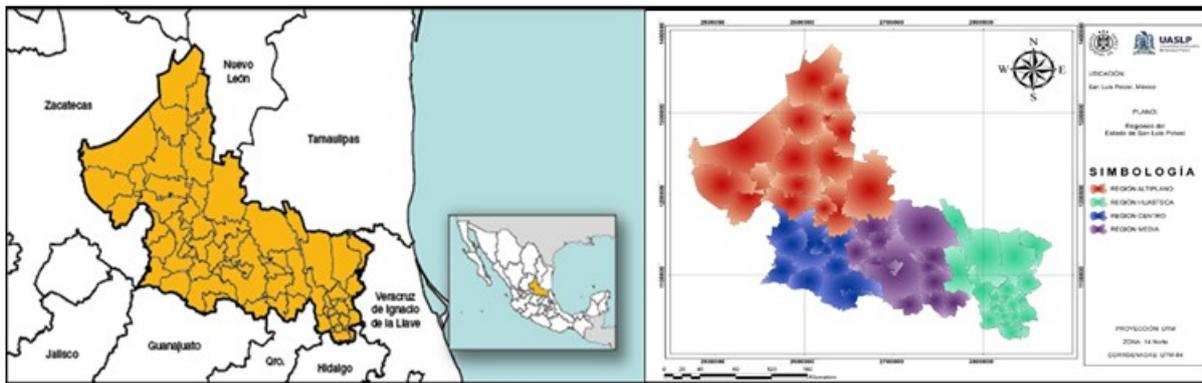


Figura 1. Localización del Estado de San Luis Potosí en la República Mexicana y su división en cuatro regiones. Imágenes tomadas de INEGI (2020) y Hernández et al. (2019)

2.1 Región Altiplano

Comprende 15 municipios y ocupa la mayor extensión territorial del Estado (46.5%), de clima seco-desértico, con una precipitación anual entre 300 y 400 mm. Forma parte del Altiplano Mexicano. Se practica mayormente la agricultura de temporal, la agricultura tecnificada y limitadamente la agricultura de riego, el pastoreo de ganado caprino y ovino, la minería como fuentes de recursos económicos. Otras actividades económicas importantes son el comercio y el turismo. Dadas las condiciones de precipitación y las características fisiográficas existen muy pocos aprovechamientos superficiales y los que hay son de baja capacidad; en varias localidades se tienen bordos para almacenar agua sobre todo para abrevadero (CONAGUA-UJED, 2013).

2.2 Región Zona Media

Comprende 12 municipios y ocupa el 10% de la superficie del Estado en su porción central, su clima es cálido subhúmedo, con una precipitación anual mínima de 500 mm y una máxima de 1200 mm. Cuenta con abundantes recursos hídricos mayormente de tipo subterráneo, aunque existen algunos aprovechamientos superficiales de importancia como el Río Verde, el manantial de la Media Luna y otros

que se utilizan sobre todo para riego agrícola. Se practica la agricultura de riego en gran escala, también la agricultura tecnificada y de temporal, además de la ganadería. Otras actividades económicas son el comercio y el turismo. En 5 municipios de esta región habitan comunidades indígenas de origen Pame.

3. METODOLOGÍA

Como se describe previamente, este trabajo se realizó con énfasis en las comunidades consideradas rurales en dos regiones del Estado de San Luis Potosí: Altiplano y Zona Media. Dado que el número de comunidades en el área rural es alto y para hacer posible este estudio, se eligieron todas las comunidades de 500 a 2,500 habitantes en los municipios que conforman las Regiones Altiplano y Zona Media. Los estudios se realizaron en dos diferentes periodos de tiempo: Región Altiplano (2012-2015) y Región Zona Media (2018-2021), por cuestiones de presupuesto. Las comunidades se eligieron con base a los datos de población reportados por INEGI en el momento del estudio correspondiente. Con el propósito de identificar las condiciones que inciden en que la población tenga

acceso a abastecimiento de agua y que este sea conforme a lo indica el Derecho Humano al Agua (accesible, asequible y de calidad), en cada Región el estudio se realizó en dos etapas. En la primera etapa se entrevistaron las autoridades municipales y se les presentó el proyecto. Se visitó cada una de las comunidades para obtener la información básica sobre el abastecimiento de agua y mediante GPS (Garmin 64s) se georreferenciaron cada una de las fuentes de agua en uso. Como segunda etapa se realizó una campaña para la toma de muestras de agua de cada una de las fuentes de abastecimiento de la comunidad previamente identificadas y georreferenciadas y se analizaron.

3.1 Etapa 1. Caracterización de las condiciones del abastecimiento de agua en las comunidades

En esta etapa se entrevistaron a las autoridades municipales para conocer los procedimientos administrativos y técnicos relacionados con el abastecimiento del agua tanto en la cabecera municipal como en las comunidades rurales elegidas. Se visitó cada una de las comunidades elegidas y se entrevistaron a los responsables de la gestión del agua a nivel local: comités de agua, comisariado ejidal y/o responsable de la operación de los pozos (pocero). Con la información recopilada, se generó un Padrón de Fuentes de Abastecimiento por municipio y una base de información con datos de los responsables del servicio de agua, tarifas de agua, costo del suministro de agua a la población y condiciones de la infraestructura, estrategias para atender situaciones de escasez del recurso, y otros datos correspondientes a cada comunidad.

3.2 Etapa 2. Estudios de calidad del agua

En una segunda visita, en cada comunidad se tomaron muestras de agua de todas las fuentes de abastecimiento en uso identificadas las cuales correspondieron en su gran mayoría a pozos. En donde no fue posible coleccionar la muestra del pozo, se hizo de la pileta a donde se bombea el agua para ser clorada y distribuida a la población. Algunas pocas fuentes de abastecimiento correspondieron a manantiales, ollas de agua e incluso agua de lluvia almacenada que la población manifestó utilizar para beber y/o para cocinar. Se coleccionaron muestras para el análisis de sulfatos, fosfatos, nitratos, cloruros, fluoruro, alcalinidad y dureza totales, metales totales (Cu, Pb, Cr, Cd, As, Ni, Fe, Mn, Ca, Mg, Na, K; analizados por Espectrofotometría de Absorción Atómica VARIAN Spectra220 Sistema Duo) y coliformes totales y fecales. En el sitio de colecta de

las muestras se determinaron los parámetros de pH, temperatura (°C), conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxígeno disuelto (mg/L y %), potencial redox (mV), alcalinidad total (por titulación con HCl 0.08N; $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$) y cloro libre residual (HANNA Instruments HI 701; mg/L); para la medición de estos parámetros en campo se utilizaron medidores portátiles (Conductronic). La colecta de muestras se realizó con base en los procedimientos descritos en la Norma Oficial Mexicana (NOM-230-SSA1-2002) colectándose al menos un set de muestras para todos los análisis que se indican, por fuente de abastecimiento en cada comunidad visitada. En el análisis de las muestras se utilizaron métodos estándar; no se hizo la determinación de sustancias orgánicas. Los estudios de la calidad del agua se realizaron en el Laboratorio de Elementos Traza de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. En la Región Altiplano el muestreo de agua se llevó a cabo durante 2014 y se tomaron muestras de un total de 74 fuentes de abastecimiento (7 correspondieron a la fuente principal de agua en las Cabeceras Municipales). En la Región Zona Media, las muestras de agua se tomaron entre septiembre 2019 y agosto de 2020, se caracterizó un total de 95 fuentes de abastecimiento correspondientes a las cabeceras municipales y 64 comunidades rurales. Los resultados de calidad del agua se interpretaron con base a la Norma Oficial Mexicana para agua de uso y consumo humano (NOM-127-SSA1 Modificada en el Año 2000) y las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011; 2017). Una vez concluido el levantamiento de información en campo y los estudios de calidad del agua, se elaboró un informe por municipio el cual se presentó y entregó a las autoridades correspondientes.

Para finalizar el proyecto en cada región, se integró un Plan de Gestión Integral para el Abastecimiento de Agua Potable (PGIAP) mismo que fue entregado a las autoridades estatales y municipales correspondientes. Dicho documento se generó como una herramienta de apoyo para los tomadores de decisiones en la materia, en la región y se basó en los principios de la Evaluación Ambiental Estratégica, con el propósito de proponer las mejores alternativas para el abastecimiento de agua en las comunidades en la región. En este trabajo esencialmente se resaltan los principales factores que inciden en la problemática de abastecimiento de agua en las regiones estudiadas y que resultaron del análisis del PGIAP.

4. RESULTADOS

La visita y la entrevista con las autoridades responsables del abastecimiento de agua tanto en las Cabeceras Municipales como en las localidades rurales de las regiones del Estado de San Luis Potosí en estudio, así como la consulta a diversos documentos permitieron identificar variadas condiciones en lo concerniente a la gestión y a la administración del agua. En las dos regiones estudiadas, las fuentes de agua corresponden a pozos, en pocas localidades a manantiales y/o colecta de agua de lluvia o acarrear agua de una corriente cercana (Río Santa María en Santa Catarina, SLP).

El Cuadro S1 en Materiales Suplementarios indica sobre los responsables de la administración del agua y brevemente se describe el suministro, el número de localidades visitadas y el número de abastecimientos de agua analizados en este trabajo. Los municipios cuentan con Organismos Operadores que son los responsables del abastecimiento de agua a la cabecera municipal y en algunos casos, también abastecen a localidades rurales cercanas, que no cuentan con una fuente de abastecimiento o tienen un pozo cuya agua es salobre como es el caso de dos localidades en el municipio de Ciudad del Maíz a quienes el organismo operador suministra pipas de agua y hace el cobro correspondiente por el servicio. En el municipio de Río verde, once de veintiséis localidades rurales estudiadas son administradas por el organismo operador de la cabecera municipal, el cual nombra a una persona de la localidad para operar el pozo o abrir las válvulas de la red de distribución del agua; los habitantes de las localidades se quejan del alto costo del servicio que deben pagar aun cuando no reciben agua de manera regular. En el Altiplano, el municipio de Villa de Guadalupe es abastecido por el organismo operador del municipio de Matehuala. Entre el Altiplano y la Zona Media existe una diferencia clara en la forma en que las localidades rurales se organizan para la administración y gestión del agua. En lo general, el abastecimiento de agua se administra a través de Comités de Agua (conformado por presidente, secretario y tesorero), Encargado del Agua, Comisariados Ejidales o se tiene al menos un responsable de la operación de los pozos (pocero). En el Altiplano, los comités de agua que generalmente son coordinados por el comisariado ejidal como presidente del comité son los responsables de la gestión del agua de la comunidad, de clorarla y suministrarla, de hacer el cobro correspondiente por el servicio y efectuar o coordinar

las operaciones de mantenimiento de la infraestructura; el comisariado hace las gestiones ante autoridades municipales, estatales o federales sobre apoyos para el mantenimiento o reemplazamiento de la infraestructura, para un nuevo pozo o para el aprovisionamiento de las sustancias químicas para la desinfección del agua la cual se realiza a nivel de piletas de distribución, generalmente. En la Zona Media, la administración del servicio de agua corresponde a un Comité de Agua o Junta de Agua conformada por presidente, secretario, tesorero y pocero, todos miembros de la comunidad, pero no son necesariamente parte del comité ejidal, solo en pocas localidades el comité ejidal nombra a un comité o a un responsable del agua; en algunas localidades, solo se nombra a un responsable del agua o a un pocero. En todos los casos, los comités y responsables del agua se hacen cargo de cobrar las tarifas del agua, buscar los apoyos para el mantenimiento de la infraestructura (reparación de bombas, reemplazo de transformadores, tubería y otros) ya que los recursos económicos por las tarifas del agua son insuficientes para cubrir sus adeudos de electricidad. Tanto en el Altiplano como en la Zona Media, menos del 10% de las localidades visitadas cuentan con medidores de agua, mayormente se establece una tarifa que se cobra cada mes o dos meses. Lo que se recolecta se utiliza para cubrir el salario de por lo menos el pocero o del encargado de operar el sistema de bombeo del agua, las cuotas de electricidad y el mantenimiento de la infraestructura. El pocero también es el responsable de llevar el control del tandeo por zonas de la comunidad. En las localidades rurales, las tarifas de agua se calculan con base en el recibo de electricidad, el salario del pocero, y pocas veces se prevén los recursos para el mantenimiento de la infraestructura. La morosidad y la falta de recursos para hacer frente a los imprevistos son causa de la suspensión del servicio de agua. Para el restablecimiento del servicio, cuando los habitantes no lo pueden resolver, por ejemplo, por el robo de transformadores (caso en Guadalcázar en 2014) los pozos no se pueden operar de forma que los responsables del agua buscan los apoyos con el gobierno municipal, estatal o buscan acceder a apoyos federales para restituir la infraestructura. Entre tanto, los habitantes se proveen de agua por sus propios medios y costos; lo mismo sucede si su fuente de agua es un manantial o una corriente de agua superficial, las personas acarrear agua a sus domicilios por sus propios medios.

En cuanto al servicio del agua hay diferencias entre localidades tanto en las tarifas que se aplican como en la estrategia de abastecimiento que usualmente es el tandeo (Cuadro S1). Las tarifas de agua variaron de \$50 a \$107 MXN por mes en la Zona Media, y fueron inferiores a \$100 MXN/mes de acuerdo con el estudio del Altiplano; es necesario resaltar que, en el municipio de Santa Catarina, en la Zona Media no se cobra el servicio de agua. Una problemática que es común se debe a la morosidad en el pago de las tarifas de agua que llega a impactar a la comunidad porque aunado a las tarifas bajas, los recursos generados por el pago del servicio no les permiten cubrir sus adeudos de electricidad. Situaciones similares han sido documentadas en otras comunidades rurales en México (Soares, 2021).

Como se indicó, las tarifas de agua son variables y les asegura un suministro de entre 6 y 10 m³. En ninguna de las comunidades rurales visitadas en ambas regiones del Estado se encontraron plantas de potabilización; el único proceso que es generalizado corresponde a la cloración por inyección de soluciones de cloro a nivel del pozo, en forma previa a la distribución a la comunidad o la aplicación de soluciones de hipoclorito de calcio suministradas a nivel de la pileta de distribución, mediante procesos rudimentarios que no aseguran la desinfección del agua. Cabe señalar que aún en las cabeceras municipales no se cuenta con plantas potabilizadoras (a excepción de dos municipios, Matehuala y Rioverde), solamente se desinfecta. De esta forma, aunque el costo por potabilización no impacta las tarifas del agua (a excepción por lo que se invierte en la cloración), éstas deberían revisarse ya que lo que se recauda no es suficiente para cubrir el pago de energía eléctrica, el mantenimiento de la infraestructura y el pago del personal. Una característica en varias de las comunidades rurales visitadas es su dispersión y el asentamiento de viviendas en las colinas, de forma que el costo por bombeo seguramente será mayor incidiendo en el costo del suministro del agua, aunque la tarifa por vivienda es la misma para toda la población. En la mayoría de las cabeceras municipales, el servicio es medido, se aplica una tarifa de base que permite sostener la administración, la red de suministro y el tratamiento que es solamente cloración. Como se indica en el Cuadro S1, el tandeo es la estrategia que más se utiliza en el abastecimiento de agua, se aplica por sector o por cierto número de horas por día, o cada tercer día, o cada tres días, o tres veces por semana, que es lo comúnmente encontrado en las

localidades rurales. En este sentido, los habitantes almacenan el agua en tambores o tambos, en piletas o tinacos de forma que cotidianamente no cuentan con el servicio agua para todos los usos en sus casas. Además, escasamente se clora a nivel de pileta de distribución ya sea porque no cuentan con las sustancias químicas, los poceros no están capacitados para esta operación o las personas de la comunidad no les agrada el agua clorada. Algunas personas manifestaron utilizar esta agua solo para cocinar, lavar, para regar sus plantas, dar agua a sus animales y otros usos en la casa, comprar agua purificada para tomar, y en la realidad reconocen consumir el agua que se les abastece, sobre todo las personas adultas. Las personas saben que su alternativa es el consumo de agua purificada para tomar y cocinar, algunas familias la compran (uno a dos garrafones por semana) pero existen familias que sus recursos económicos no les permiten cotidianamente contar con agua purificada. Un aspecto que se percibió muy positivo en la Zona Media es el esfuerzo de la población para instalar infraestructura para colecta de agua de lluvia a nivel comunitario (Villa Juárez) o a nivel de vivienda (Villa Juárez, Rayón, Santa Catarina). Pueden colectar hasta 10m³ en la temporada de lluvias y de acuerdo con las personas, es agua de muy buen sabor, les es suficiente para varios meses y la utilizan para beber y cocinar. Un aspecto que se consideró negativo es que la baja disponibilidad de agua en algunas comunidades rurales del Altiplano (Villa de Guadalupe) y de la Zona Media (Ciudad del Maíz, Rioverde) les hace completamente dependientes del suministro a partir de fuentes de agua que se localizan en otro municipio o en la cabecera municipal dependiendo muchas veces del suministro con pipas. Los resultados de la calidad del agua se muestran en las tablas 1 y 2. Se indican las concentraciones promedio (y la desviación estándar), así como las concentraciones mínimas y máximas encontradas. La determinación de estos valores se realizó utilizando la herramienta XRealStatistic en Excel®. Para aquellos parámetros en que más del 20% de las concentraciones fueron menores al límite de detección, se indica como valor mínimo el límite de detección y como valor máximo, el determinado en el análisis de las muestras. Los valores de los parámetros determinados de la calidad del agua en cada sitio se compararon con los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011; 2017), y por la Norma Oficial Mexicana para agua de uso y consumo humano vigente (NOM-127 modificación año 2000).

Tabla 1. Parámetros de la calidad del agua determinados en muestras de agua de las fuentes de abastecimiento en la Región Altiplano, San Luis Potosí (N=74)

Parámetro	Unidades	Promedio	SD	Min	Max	OMS	México
pH		7.49	0.31	6.99	8.26	6.5-9.5	6.5-8.5
Temperatura	°C	22.1	4.6	12.7	35.6	-	-
Conductividad	mS/cm	1.15	0.91	0.22	5.53	-	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	4.8	1.7	1.4	9.9	-	-
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	203.9	64.8	72.8	483.6	-	-
Fluoruro	mg/L	1.10	1.10	0.02	4.7	1.5	1.5
Cloruro	mg/L	86.6	176.0	<5	1286	250	250
Nitrato	mg/L	5.3	5.6	<0.5	27.2	50	10
Sulfato	mg/L	333.1	355.9	<10	1773	500	400
Sodio	mg/L	107.7	131.2	0.2	692.8	200	200
Potasio	mg/L	10.4	19.2	<1	153.4	-	-
Calcio	mg/L	84.7	41.0	2.6	207.2	-	-
Bario	mg/L	0.6	0.2	0.14	1.05	1.3	0.7
Hierro	mg/L	-	-	<0.1	4.64	-	0.3
Zinc	mg/L	-	-	<0.1	54	2	5
Plomo	µg/L	-	-	<1.0	78.3	10	10
Arsénico	µg/L	-	-	<1.0	141.2	10	25
Cromo	µg/L	-	-	<0.5	12	50	50
Cobre	µg/L	-	-	<0.5	191.2	2000	2000
Cadmio	µg/L	-	-	<0.1	2.1	3	5
Coliformes totales	NMP/100mL	11	34	0	0	No específica	Ausencia
Coliformes fecales	NMP/100mL	4	18	240	150	Ausencia	Ausencia

Cuando se comparan las concentraciones determinadas para cada uno de los parámetros de la calidad del agua con los valores recomendados por la OMS (2011; 2017) y la normativa mexicana para agua de uso y consumo humano (NOM-127 Modificación año 2000), se identifica la siguiente problemática de la calidad del agua. Para la Región Altiplano (tabla 1, figuras 2 y 3):

1. Alto contenido de sales (sulfatos, cloruros, sodio) en muestras de pozos profundos en los municipios de Salinas, Villa de Ramos, Villa de Arista, Villa Hidalgo, Villa de la Paz, Matehuala, Guadalcázar, Vanegas y Santo Domingo. El análisis de las familias de agua indicó que éstas son de los tipos bicarbonatada-cálcicas o bicarbonatadas-sódicas y sulfatadas-cálcicas lo cual explica la presencia de las sales (Figura 3).
2. Contaminación por nitratos mayormente en pozos someros en Villa de Ramos, Villa de

Arista, Villa Hidalgo, Villa de la Paz y Guadalcázar.

3. Contaminación con fluoruro y arsénico en muestras de pozos profundos que represento el 19% de los abastecimientos analizados (Salinas, Villa de Arista, Villa de Ramos, Villa Hidalgo, Villa de la Paz, Matehuala, Guadalcázar, Vanegas, Venado, Charcas, Santo Domingo). Esta problemática ya ha sido documentada previamente (Banning et al., 2012; Cardona et al., 2018).
4. La contaminación bacteriológica se detectó principalmente en muestras de pozos someros y piletas de almacenamiento. Solo en un 22% de las fuentes de abastecimiento se detectó cloro libre residual en concentraciones menores a 0.5mg/L lo cual no asegura que el agua llegue desinfectada a las viviendas. Algunas personas comentan que el sabor del agua es desagradable cuando está clorada por lo que, sobre todo las

personas adultas mayores, no la aceptan para beber.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el 77.9% de las fuentes de abastecimiento analizadas en la región Altiplano presentó al menos un parámetro de la

calidad del agua fuera de la norma mexicana para agua potable (NOM-127); en el 36.4% de los abastecimientos, las concentraciones de arsénico fueron superiores a lo que marca la guía para agua potable de la OMS (2011, 2017).

Tabla 2. Parámetros de la calidad del agua determinados en muestras de agua de las fuentes de abastecimiento en la Región Zona Media, San Luis Potosí (N=95)

Parámetro	Unidades	Promedio	SD	Min	Max	OMS	Mex
pH		7.15	0.45	5.62	9.28	6.5-9.5	6.5-8.5
Temperatura	°C	25.8	2.6	21.0	33.7	-	-
Conductividad	mS/cm	0.898	0.593	0.017	3.550	-	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.1	1.4	2.1	8.5	-	-
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	236.2	69.8	2.0	440	-	-
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	440.9	401.9	<10	2138	-	400
Fluoruro	mg/L	0.85	1.06	0.01	5.00	1.5	1.5
Cloruro	mg/L	22.9	30.5	<5	186.6	250	250
Nitrato	mg/L	6.8	7.0	0.4	31.9	50	10
Sulfato	mg/L	229.9	388.6	0.1	1999	500	400
Sodio	mg/L	32.3	44.7	0.05	285.4	200	200
Potasio	mg/L	4.2	4.8	0.2	35.0	-	-
Calcio	mg/L	124.7	96.8	2.9	528.2	-	-
Magnesio	mg/L	24.1	29.3	1.0	176.9	-	-
Bario	mg/L	0.10	0.09	0.05	0.55	1.3	0.7
Zinc	mg/L	-	-	<0.1	4.5	2	5
Hierro	µg/L	-	-	<0.1	67.0	-	300
Manganeso	µg/L	-	-	<0.5	38.4	400	150
Arsénico	µg/L	-	-	<1.0	44.0	10	25
Cromo	µg/L	-	-	<0.5	10.9	50	50
Cobre	µg/L	-	-	<0.5	45.3	2000	2000
Cadmio	µg/L	-	-	<0.1	2.0	3	5
Coliformes totales	NMP/100mL	215	541	0	2400	No especifica	Ausencia
Coliformes fecales	NMP/100mL	35	101	0	460	Ausencia	Ausencia

Para la Región Zona Media (tabla 2, figuras 3 y 4):

1. Presencia de sales. Las personas manifestaron que el agua es dura, es decir, posee un alto contenido de carbonatos y sulfatos de calcio y/o magnesio. Algunas fuentes de abastecimiento correspondieron a agua con alta dureza y conductividad mayor a 1000 µS/cm; aunque también se detectaron aguas saladas (conductividad >1000 µS/cm) pero con dureza menor a 500 mg/L y concentraciones de sulfatos (>400 mg/L) en 18.9% de las fuentes de abastecimiento analizadas. El análisis de las familias de agua

indicó que éstas son de los tipos bicarbonatada-cálcicas y sulfatadas-cálcicas, lo que es congruente con la geología de la región (figura 3; García Romero, 2020).

2. Contaminación por nitratos (>10mg/L) en agua de pozos localizados en sitios con actividad agrícola o en pozos poco profundos, en comunidades de siete municipios (Rio verde, Cárdenas, Ciudad del Maíz, Cerritos, Ciudad Fernández, Alaquines, Lagunillas). No se detectaron concentraciones de nitrito en ninguno de los casos.

3. Presencia de fluoruro (>1.5mg/L) en 21% de las fuentes de abastecimiento estudiadas. El Estado de San Luis Potosí presenta una problemática debido a la presencia de fluoruros en agua, principalmente en la ciudad capital y en el Altiplano Potosino (Cardona et al., 2018).
4. Contaminación por metales y arsénico. Los resultados no mostraron una problemática de preocupación con respecto a los metales, pero se determinaron concentraciones de arsénico mayores a la permitida por la Normativa Mexicana (NOM-127; 25 µg/L) o la recomendada por la OMS (10 µg/L). La presencia de arsénico ha sido documentada ampliamente (Banning et al., 2012).
5. Contaminación bacteriológica. Se determinó principalmente en muestras de pozos someros, piletas de almacenamiento, manantiales o cuando la muestra fue colectada del grifo. Este problema está asociado a que en la mayoría de las fuentes de abastecimiento no se clora el agua. Del total de fuentes de agua en comunidades rurales (n=64), en el 25.3% se aplicaba un proceso de desinfección y el 14.7% el cloro libre residual estuvo dentro de lo que marca la NOM-127. En las cabeceras municipales, se clora a nivel de pozo por inyección de cloro en la tubería o a nivel de las piletas de almacenamiento utilizando pastillas de hipoclorito de calcio o una combinación con gas cloro.

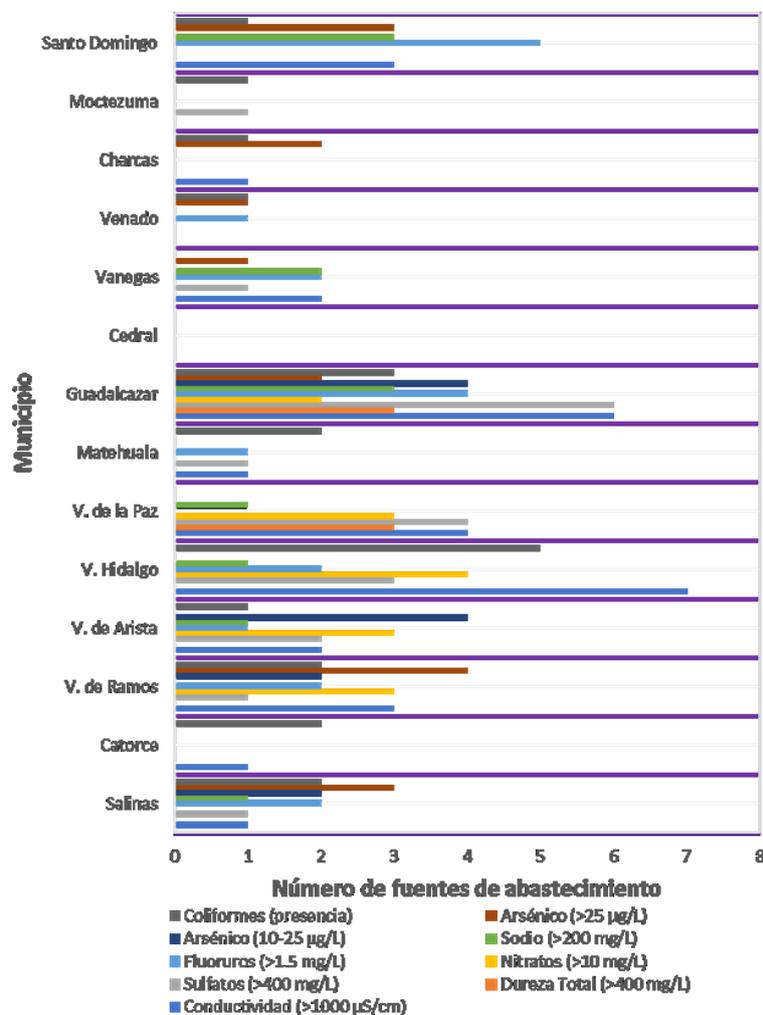


Figura 2. Distribución por municipio del número de muestras que presentaron alguno de los parámetros de la calidad del agua por encima de lo que marca la Norma Oficial Mexicana para agua de uso y consumo humano vigente (NOM-127 modificación año 2000) en la Región Altiplano. El total de muestras analizadas correspondió a n=74

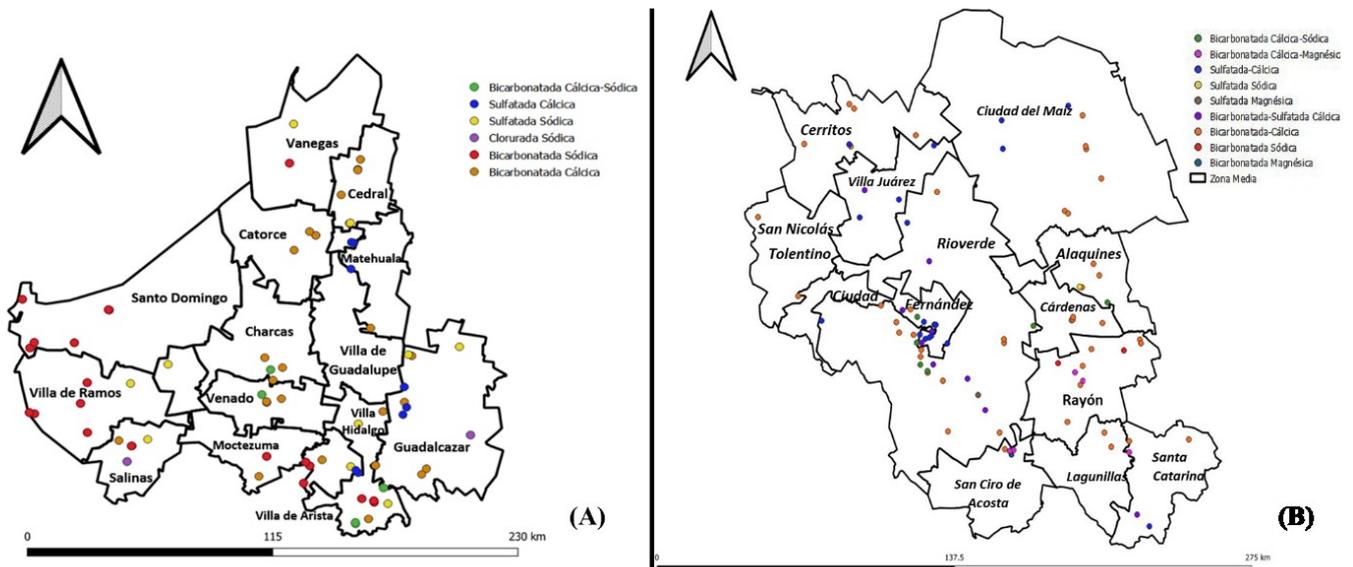


Figura 3. Familias de agua determinadas con base en la calidad del agua de los pozos en las localidades estudiadas en las Regiones Altiplano (A) y Zona Media (B)

Con respecto de la región Zona Media, el 63.2% de las fuentes de abastecimiento analizadas presentó al menos un parámetro de la calidad del agua fuera de la norma mexicana para agua potable (NOM-127); en el 12.6% de los abastecimientos presentaba concentraciones de arsénico superiores a lo que marca la guía para agua potable de la OMS (2011, 2017), un porcentaje menor a lo que se determinó en la región Altiplano.

5. DISCUSIÓN

Para entender las condiciones en que se lleva a cabo el abastecimiento de agua, es necesario entender como es la gestión del agua potable, proceso sumamente complejo ya que involucra una amplia gama de actores desde el nivel federal hasta el comunitario pasando por el nivel estatal y municipal (Tejeda-González, 2017; Soares, 2021). Así mismo, en la gestión del agua considerando un abastecimiento sostenible participan diferentes fuerzas motrices en las dimensiones social, económica, política, biofísica, de salud, cultural y legal-institucional de la gestión del agua, que afectan directa o indirectamente la disponibilidad, la accesibilidad al recurso y su calidad (Tejeda et al., 2018).

5.1 Accesibilidad física y económica

En lo concerniente a la disponibilidad del agua, a través de la recopilación de datos en campo, se

estableció un Estudio de Línea Base para cada región del estudio, lo que permitió analizar la incidencia de diferentes factores sociales, económicos, culturales, políticos, de salud y biofísicos (geología, relieve, y otros) sobre la disponibilidad del recurso. En esa complejidad se logró identificar que los factores de mayor relevancia y que han incidido en la disponibilidad del agua se relacionan con: (1) las relaciones intra e intercomunitarias, (2) las tarifas del agua, (3) la disponibilidad de infraestructura de almacenamiento y distribución, (4) la planeación, (5) la calidad del agua en la fuente, (6) el estado de la infraestructura (y su mantenimiento) y (7) la falta de medidores que la población percibe como “reparto inequitativo del recurso” en aquellas comunidades donde no hay equipo de medición (Tejeda-González, 2017; Salto-Quintana, 2020). En lo correspondiente a las relaciones intra e intercomunitarias, éstas se percibieron positivas debido a que las comunidades han logrado acuerdos para aprovechar mejor el recurso, por ejemplo, estableciendo principios básicos de entendimiento entre comunidades para el aprovechamiento del agua de una fuente común; por ejemplo, en la Región Altiplano, el organismo operador de la ciudad de Matehuala abastece a la cabecera municipal y algunas localidades del municipio de Villa de Guadalupe.

La distribución y el almacenamiento del agua se percibe como un asunto de alta preocupación ya que algunas veces no tienen los insumos y/o recursos para el mantenimiento de la infraestructura y muchas

veces las comunidades dependen más bien del suministro con pipas que provee la cabecera municipal (los casos de Ciudad del Maíz y Santa Catarina, en la Zona Media) o bien utilizan agua desde fuentes superficiales contaminadas como lo son bordos u ollas de agua. Esto es particularmente crítico en el Altiplano donde las fuentes de agua superficiales son temporales y escasas dadas las condiciones de la región. A diferencia del Altiplano, en la Zona Media se observó que existe muy poca planeación y gestión de agua a nivel de las comunidades o ante una autoridad, aun cuando su única fuente de agua pueda estar contaminada o se encuentre a algunos kilómetros de distancia; como ejemplo, la comunidad indígena de Santa María Acapulco en el municipio de Santa Catarina no tiene una fuente de agua y depende del suministro con pipas por parte de la cabecera municipal, cuando no reciben agua, la acarrean del Río Santa María, a una distancia de 2 km, y hasta 4 h (ida y vuelta). Así, para hacer frente a la falta de agua en sus viviendas, las personas van a buscarla a las fuentes por diferentes medios: utilizando sus camionetas, carretas, carretillas, o utilizando animales de carga. Esta situación es de mayor importancia en el Altiplano, y también ocurre en la Zona Media.

El análisis de la Accesibilidad Física y Accesibilidad Económica al agua se realizó con base en la información recopilada durante las visitas a las comunidades. En esta descripción no se incluye a las cabeceras municipales ya que cuentan con infraestructura física y operativa para el suministro de agua a la población.

La accesibilidad física supone que los servicios e instalaciones de agua deben estar al alcance de la población, en distancia y/o tiempo de desplazamiento, además de proveer de agua de calidad suficiente de acuerdo con lo que han establecido los organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (CESCR, Observación General No. 15, 2003; Albuquerque, 2014). En la Región Altiplano, los habitantes que no reciben agua entubada dentro del terreno de su vivienda tienen acceso a una fuente comunitaria, sin embargo, en la época de sequía es habitual que aquellas comunidades con limitado acceso al agua la compren en pipas a otras comunidades o bien soliciten este apoyo a la cabecera municipal. Las comunidades disponen de bordos u ollas de agua para el suministro a los animales o para otros usos dentro de la vivienda. Se reconoce que los factores que inciden en la disponibilidad física del recurso están

relacionados con las propias condiciones áridas de la región. Otro factor de importancia que incide en la disponibilidad de agua se relaciona con el otorgamiento de concesiones para la extracción de agua subterránea para uso agrícola que contabiliza por un 75%, según el Registro Público de Derechos del Agua de la CONAGUA (REPDA, 2021) en la Región Altiplano y por un 61.6% en la Zona Media. De acuerdo con las personas, no hay vigilancia sobre la extracción del volumen concesionado a la agricultura y podría ser mayor a lo reportado; esta situación podría incidir en una menor disponibilidad de agua para la población considerando que la extracción de agua para la agricultura es alta y que los pozos concesionados a la agricultura y aquellos para el abastecimiento con frecuencia se localizan en el mismo acuífero. De acuerdo con Martínez-Austria y Vargas-Hidalgo (2017), la Ley de Aguas Nacionales debe revisarse y el sistema de concesiones debe ser diferenciado ya que la forma en cómo actualmente se otorgan crea inequidades que obstaculizan el cumplimiento del derecho humano al agua.

La accesibilidad económica supone que el usuario paga un costo relacionado con el abastecimiento de agua en tal proporción que no compromete su acceso a otros servicios y su subsistencia (CESCR, Observación General No. 15, 2003; Albuquerque, 2014). Como se describió previamente, aunque se aplican diferentes tarifas por el servicio de agua, en general éstas son bajas, sin embargo, cuando los habitantes perciben mala calidad del agua que se le suministra, sea por su aspecto, olor, color y/o sabor, optan por comprar agua purificada para tomar y cocinar lo que representa un gasto considerable para acceder al agua que necesitan. Esta situación no es exclusiva a las regiones de estudio, ocurre en el país dado que como ya se ha señalado en otros trabajos, el suministro de agua corresponde a agua “entubada” y no es necesariamente potable (Vázquez-García y Sosa-Capistrán, 2017; Ibáñez y Lazo, 2020; Soares, 2021).

Un aspecto que se percibió muy positivo en la Zona Media es el esfuerzo de la población para instalar infraestructura para colecta de agua de lluvia a nivel comunitario (Villa Juárez) o a nivel de vivienda (Villa Juárez, Rayón, Santa Catarina). Los habitantes colectan hasta 10m³ en la temporada de lluvias y de acuerdo con las personas, es agua de muy buen sabor, les es suficiente para varios meses y la utilizan para beber y cocinar. Un aspecto que la población consideró negativo es que la baja disponibilidad de

agua en algunas comunidades rurales del Altiplano (Villa de Guadalupe) y de la Zona Media (Ciudad del Maíz, Rioverde y Santa Catarina) les hace completamente dependientes del suministro a partir de fuentes de agua que se localizan en otro municipio o en la cabecera municipal dependiendo muchas veces del suministro con pipas. Sin desacreditar su sentir, los acuerdos entre comunidades o entre municipios para resolver su problema de falta de agua demuestra una fortaleza en donde los habitantes tienen una activa participación para asegurar su propio acceso al agua. Casos documentados a este respecto han sido reportados para América Latina y México (Silva et al. 2015; Galindo y Palerm, 2016; Romano et al. 2021). Tomando como ejemplo la situación en Honduras, Costa Rica y Nicaragua, Romano y col. (2021) indican que, en América Latina, el Estado ha empezado a prestar mayor atención al medio rural, aunque reconocen que el acceso mejorado al agua ha sido asegurado por los propios residentes quienes realizan la gestión del agua ante varias instancias. De acuerdo con Silva y col. (2015) esto ha estado también ocurriendo en México, aunque esta forma de gestión no ha sido objeto de reconocimiento, posiblemente por la estructura gubernamental centralizada de nuestro país. En este trabajo se describe que los comités ejidales, los comités o juntas de agua y los responsables locales participan en la gestión del agua para su comunidad. Es necesario reconocer que, aunque los responsables del agua tienen poca capacitación en los procesos de gestión (y las normativas vigentes en materia de agua), acuden a la instancia que consideran les puede apoyar a resolver su problema de agua. El fortalecimiento de los comités y/o juntas de agua y comités ejidales con una adecuada capacitación sería un acierto para lograr una mayor y mejor cobertura de agua (en cantidad y calidad, de forma equitativa) fortaleciendo así la gestión comunitaria como una alternativa para suministrar servicios de agua y saneamiento, en las zonas rurales como ya ha sido previamente resaltado por Silva y col. (2015), Galindo y Palerm (2016). De acuerdo con los autores, lo anterior implica mayor coordinación entre los tres niveles de gobierno (municipal, estatal, federal) y reformas al marco legal para reconocer y regular este tipo de gestión en el país, en la que los recursos públicos se ejercen en la ejecución de planes consensuados en torno a metas nacionales, pero dejando a las organizaciones comunitarias la autonomía en la toma de decisiones respecto al acceso equitativo para uso personal y concesiones condicionadas de acuerdo a la

disponibilidad ecológica y prioridad de uso (Martínez-Austria y Vargas-Hidalgo, 2017).

5.2 Calidad del agua

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) buscan lograr el acceso universal al agua gestionada de forma segura, lo que requiere que una fuente mejorada esté ubicada en las instalaciones, disponible cuando sea necesario y libre de contaminación (Adams y Smiley, 2018; WHO/UNICEF, 2019). El problema es si en la realidad la población tiene acceso a fuentes mejoradas de agua como lo marcan las cifras oficiales (Martínez-Santos, 2017). De acuerdo con la ONU-Agua y la Organización Mundial de la Salud “las fuentes mejoradas de agua potable son aquellas que tienen el potencial de suministrar agua segura por la naturaleza de su diseño y construcción, e incluyen agua entubada, perforaciones o pozos entubados, pozos excavados protegidos, manantiales protegidos, agua de lluvia y agua envasada o distribuida”; además, el agua potable se considera “administrada de manera segura cuando las personas utilizan una fuente mejorada de agua potable que es accesible en las instalaciones, disponible cuando se necesita y libre de contaminación” (WHO/UNICEF, 2019). En este contexto, varios autores han analizado el acceso de la población a fuentes de agua segura concluyendo que más allá de la asequibilidad y la accesibilidad, está la calidad del agua en aspectos tan fundamentales como que esté libre de contaminación bacteriológica y de ser posible, química, que no se cumple completamente en las zonas rurales e incluso en algunas zonas urbanas (Martínez-Santos, 2017; Vázquez-García y Sosa-Capistrán, 2017; Hollas et al., 2019; Bain et al., 2020; Galezzo y Rodríguez, 2021; Soares, 2021).

Bajo el criterio del acceso a fuentes mejoradas de agua, se puede resaltar que si bien, la población en las localidades estudiadas principalmente tiene acceso a agua de pozos entubados y protegidos, la calidad química no es adecuada como se puntualiza en las tablas 1-2 y figuras 2-4 de este documento. La estrategia de distribución más comúnmente empleada es bombear el agua del pozo a una pileta donde se desinfecta por cloración y desde donde se distribuye a la población por gravedad. Esta operación incrementa la posibilidad de que el agua se contamine bacteriológicamente durante el propio proceso de distribución cuando las piletas no tienen tapa y no se aplica el proceso de desinfección, como se pudo observar en varias localidades. De esta

forma, aunque la población en teoría tendría acceso a una fuente mejorada de agua, ésta “no es segura”; las fuentes de agua como manantiales no protegidos, arroyos o ríos, bordos y ollas de agua no se consideran fuentes mejoradas, ni siquiera debería considerarse que contribuyen al suministro “básico” mientras no sean manejadas (protegidas, el agua sea potabilizada, conectadas a una red de distribución) de forma segura.

En lo relativo a la calidad fisicoquímica del agua (tablas 1-2, figuras 2-4), los datos muestran que, en los municipios de las dos regiones estudiadas, existen comunidades que no reciben agua con la calidad para uso y consumo humano, si se compara su calidad con lo que establece la OMS y la normativa nacional. En las localidades visitadas no se aplica ningún proceso de potabilización para eliminar sustancias tóxicas como arsénico, plomo y fluoruro o reducir el nivel de sales de forma que se puede afirmar que las localidades visitadas, donde así ocurre, reciben “agua entubada” y no agua potable, lo cual es congruente con lo reportado por otros autores para otras localidades en México (Vázquez-García y Sosa-Capistrán, 2017; Ibáñez y Lazo, 2018; Soares, 2021). El suministro de agua que no es apropiada para el consumo humano ha sido reportado para otras localidades en México y en otros países como Brazil, Costa Rica, Colombia entre otros (Mena-Rivera et al., 2018; Hollas et al., 2019; Galezzo y Rodríguez, 2021). Bain y colaboradores (2020) indican que, a nivel mundial, los contaminantes más comúnmente encontrados en el agua para consumo humano son bacterias, arsénico y fluoruro de tal manera que esto compromete el cumplimiento del ODS 6.1 y del derecho humano al agua.

En México, varios reportes han descrito la problemática de la contaminación por arsénico y fluoruro en agua de pozos que se utilizan para el abastecimiento a la población afectando a localidades en veintitrés Estados, entre ellos, San Luis Potosí, con el consecuente riesgo a la salud (Banning et al., 2012; Estrada-Capetillo et al., 2014; Cardona et al., 2018; Limón-Pacheco et al., 2018; Armienta et al., 2021). Posiblemente como resultado de las campañas de salud en el Estado, la población manifiesta consumir agua purificada (de garrafón) para beber, aunque reconocen utilizar el agua de las fuentes de abastecimiento al menos para cocinar, bañarse, lavar y otras tareas en la vivienda. Al final, la población paga para tener agua para beber y cocinar a un costo que no todas las personas pueden cubrir.

5.3 Estadísticas nacionales del suministro de agua

En el año 2020 se llevó a cabo el Censo de Población y Vivienda que se realiza a través del INEGI cada 5 años. A partir de su base de datos, se generó la información que se muestra en la Tabla 3, para el Estado de San Luis Potosí. Se estimó la población total en la Región, la que vive en las Cabeceras Municipales, en las comunidades entre 500 y 2500 habitantes o en comunidades menores a 500 habitantes. Por cada grupo de población, se estimó el porcentaje de viviendas que reciben agua entubada en el terreno de la propia vivienda, las viviendas que no reciben agua entubada y que deben colectarla de fuentes de abastecimiento comunitarias con los medios a su alcance; se registró también la cobertura de drenaje como el porcentaje de viviendas con este servicio público.

Cabe destacar que el suministro de agua entubada no significa agua que ha sido potabilizada (Soares, 2021); de acuerdo con el Censo 2020, la población que recibe agua suministrada por un servicio público, se entiende agua potable, es del orden de 46.6% en el Altiplano y 58% en la Zona Media teniendo mayor peso en estos porcentajes, la cobertura de agua a las cabeceras municipales.

La información que muestra la Tabla 3 es informativa sobre la situación del abastecimiento de agua en dos Regiones del Estado de San Luis Potosí que podrían ser un reflejo de la situación Estatal. De los datos resaltan algunas observaciones:

1. La cobertura de agua es inferior al promedio estatal (valor afectado por la cobertura de agua en las dos ciudades más grandes del estado y que no se localizan en las Regiones en estudio) y al promedio nacional descrito previamente.
2. Dos regiones con marcada diferencia en cuanto a su extensión, pero con coberturas de agua más o menos similar, si comparamos los valores promedio.
3. Diferencia notable en cuanto a la cobertura de agua en los diferentes municipios (notar los valores de los rangos) si lo analizamos por región y por tamaño de las comunidades en contraste con las cabeceras municipales. Es evidente que se requiere mayor igualdad en el suministro de agua entre la población urbana y rural. Como apunta Silva (2016) son años de incertidumbre en relación con la responsabilidad por el abastecimiento de

agua, y hay grandes diferencias geográficas en el país, pero es una problemática que se debe atender en el corto plazo.

4. Un porcentaje de viviendas que no reciben agua entubada mayor al promedio estatal.
5. Un riesgo latente de contaminación bacteriológica cuando vemos la cobertura de drenaje en las comunidades rurales ya que la cobertura de drenaje no significa que exista infraestructura de tratamiento de aguas residuales.

aunque en las viviendas se cuenta al menos con letrina o un hoyo que hace las funciones de un sanitario. Es posible que en el Censo 2020, se haya considerado esta condición para indicar la cobertura de drenaje. Seis municipios de la Zona Media cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales, en las cabeceras municipales. Aunque no se tienen datos actuales de la situación en el Altiplano, a través del trabajo de campo se pudo constatar una condición similar e incluso mayor dificultad para mantener la higiene de las instalaciones sanitarias, por la falta de agua.

En la Zona Media, por ejemplo, no se encontró infraestructura de drenaje en las comunidades,

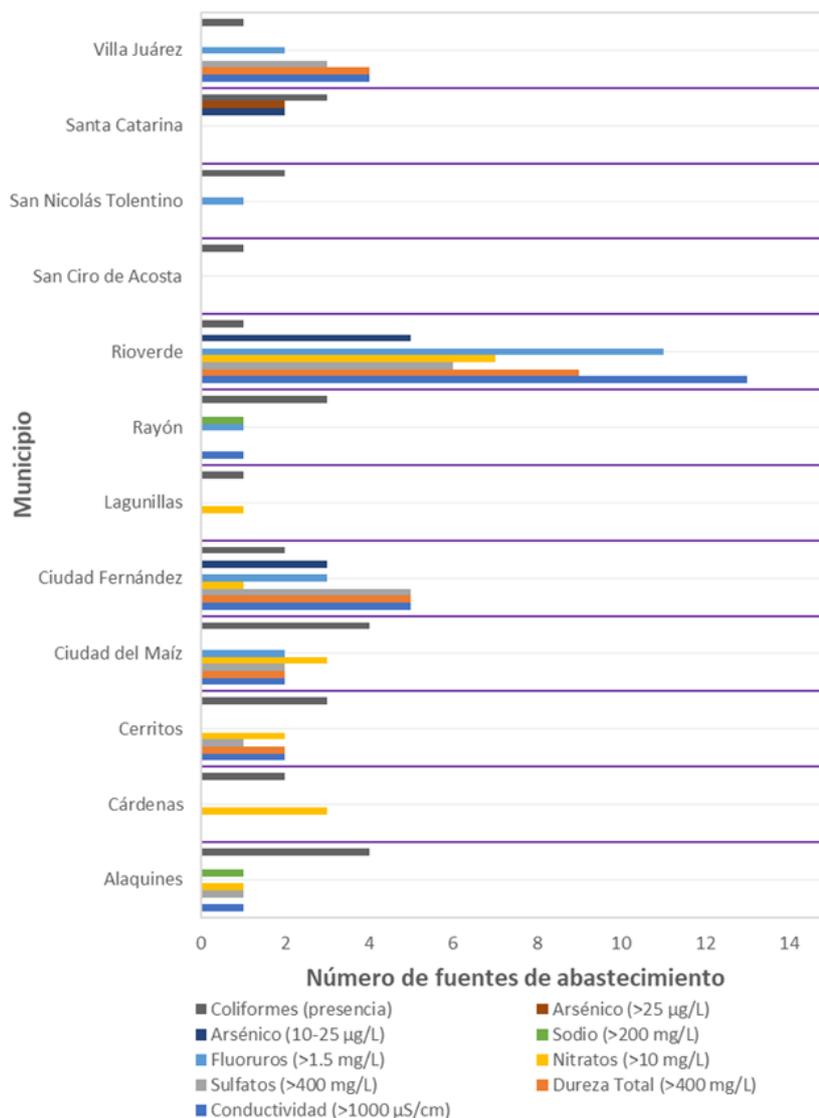


Figura 4. Distribución por municipio del número de muestras que presentaron alguno de los parámetros de la calidad del agua por encima de lo que marca la Norma Oficial Mexicana para agua de uso y consumo humano vigente (NOM-127 modificación año 2000) en la Región Zona Media. El total de muestras analizadas correspondió a n=95

Tabla 3. Población en las Regiones Altiplano y Media del Estado de San Luis Potosí, así como la cobertura de agua y drenaje obtenidos a partir del Censo Nacional de Población (INEGI, 2020)

Región del Estado	Población total (número de habitantes)	% Viviendas con agua entubada en el ámbito de la vivienda (rango)	% Viviendas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda (rango)	% Viviendas con servicios de drenaje (rango)
ALTIPLANO / Población Total	346904	85.5 (49.5-97.9)	14.3 (2.0-49.9)	86.3 (62.3-96.5)
En las cabeceras municipales	48.5%	98.1 (95.9-99.9)	1.6 (0.1-4.7)	96.2 (83.3-99.9)
500 a 2500 habitantes	22.6%	82.7 (51.8-99.5)	10.4 (1.6-47.4)	75.1 (26.3-97.2)
<500 habitantes	28.8%	73.1 (35.5-96.5)	26.1 (3.5-64.0)	78.7 (54.1-94.0)
MEDIA / Población Total	282761	85.9 (51.4-98.3)	13.8 (1.6-48.4)	80.1 (40.1-95.9)
En las cabeceras municipales	55.2%	92.8 (47.6-99.1)	6.5 (0.7-52.4)	89.7 (71.4-98.6)
500 a 2500 habitantes	21.2%	75.7 (53.7-98.4)	15.7 (1.5-46.2)	61.9 (24.8-96.4)
<500 habitantes	23.5%	76.0 (50.4-93.1)	23.8 (6.8-49.3)	73.6 (46.0-94.7)
ESTATAL / Población Total	2822255	92.4	7.4	90.6

6. CONCLUSIONES

Este trabajo se realizó con el propósito de identificar las condiciones del abastecimiento de agua en el área rural, conocer si es conforme a lo que indica el Derecho Humano al Agua (accesible, asequible y de calidad) y aportar información a los tomadores de decisiones involucrados en el servicio de agua. Los resultados obtenidos refuerzan el hecho que el Derecho Humano al Agua en el área rural no se cumple a cabalidad, la situación en dos regiones del Estado de San Luis Potosí son un ejemplo; tan solo en la calidad del agua, 77.9% en el Altiplano y 63.2% en la Zona Media presentan algún grado de contaminación. Se entiende que la situación en el área rural, en otros estados en el país podría ser mejor de acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020, sin embargo, otros casos en el país con problemas similares han sido descritos en la literatura. De acuerdo a lo observado en las regiones estudiadas, existe aún un rezago importante para lograr alcanzar los indicadores del objetivo ODS-6.1.1 en el 2030 porque si bien en la mayoría de las comunidades rurales hay una disponibilidad y accesibilidad a fuentes de agua en condiciones más o menos aceptables, ya sea porque se recibe agua en la casa o existe una fuente de abastecimiento cercana, no son fuentes mejoradas y no se suministra “agua segura” como lo establecen los organismos internacionales (OMS, ONU-Agua) ya que se incumple en los aspectos de calidad del recurso que no se potabiliza y en menos del 25% de las fuentes de

abastecimiento visitadas, el agua se desinfectaba. En el tema de asequibilidad, en las comunidades rurales existe una diferencia en las tarifas de agua, en lo general no cuentan con medidores del líquido, hay morosidad en los pagos por el servicio, lo que lleva a recaudar recursos insuficientes para el abastecimiento sostenible de agua. De acuerdo con la literatura citada, esta situación no es propia de las regiones del estado de San Luis Potosí por lo que para lograr la cobertura de agua como lo concibe el Derecho Humano al Agua se requiere impulsar las políticas, planes y programas necesarios que incluyan a las comunidades rurales de forma que accedan a los servicios básicos de agua (y saneamiento) y una mayor participación del estado como está sucediendo en otros países de América Latina en donde se ha fortalecido a las organizaciones comunitarias rurales para lograr el acceso a fuentes mejoradas de agua (Romano et al., 2021). El fortalecimiento de las organizaciones comunitarias (comités ejidales, comités o juntas de agua y otros) con apoyo técnico, económico, de capacitación, y su reconocimiento en el marco legal sería un acierto ya que están contribuyendo activamente al logro de la cobertura de agua en el país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento otorgado a través del Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPOCYT) para los proyectos FOMIX FMSLP-2012-C01-194085 y CEEPAC Fideicomiso 18397.

REFERENCIAS

- Adams, E. A., & Smiley S.L. (2018). Urban-rural water access inequalities in Malawi: implications for monitoring the Sustainable Development Goals. *Natural Resources Forum*, 42, 217–226. DOI: 10.1111/1477-8947.12150
- Albuquerque, C. D. (2014). Informe de la relatora especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento (A/HRC/27/55/Add. 1). Ginebra, Suiza: Consejo de Derechos Humanos de las Naciones Unidas. <https://www.refworld.org/es/docid/53eb42bf4.html> [Consultado el 4 de enero de 2022]
- APHA/AWWA/WEF (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22nd Ed. American Public Health Association, Washington, DC, USA.
- Armienta, M.A., Cardona, A., Labastida, I., Alfaro de la Torre, M.C., & Ballinas Casarrubias, M. L. (2021). Situación de la presencia de arsénico y fluoruro en aguas subterráneas en México. En: *Arsénico y fluoruro en agua: riesgos y perspectivas desde la sociedad civil y la academia en México*. 1ª Ed. Ciudad de México, UNAM-Instituto de Geofísica: Hacia el cumplimiento del derecho humano al agua 200, pp.: ISBN 978-607-30-4773-9. <https://agua.org.mx/biblioteca/arsenico-y-fluoruro-en-agua-riesgos-y-perspectivas-desde-la-sociedad-civil-y-la-academia-en-mexico-unam/> [Consultado el 17 de diciembre de 2021]
- Asamblea General de Naciones Unidas (AG-ONU), Resolución: El derecho humano al agua y el saneamiento, 2010 (A/RES/64/292). <https://www.refworld.org/cgi-bin/texis/vtx/rwmain/opendocpdf.pdf?reldoc=y&docid=4cc9270b2> [Consultado el 2 de agosto de 2021]
- Bain, R., Johnston, R., & Slaymaker, T. (2020). Drinking water quality and the SDGs. *npj Clean Water*, 3:37. DOI: 10.1038/s41545-020-00085-z
- Banning A., Cardona A., & Rude T.R. (2012) Uranium and arsenic dynamics in volcano-sedimentary basins –an exemplary study in north-central Mexico. *Applied Geochemistry*, 27, 2160–2172 ISSN: 0883-2927, DOI: 10.1016/j.apgeochem.2012.01.001
- Cardona A., Banning A., Carrillo-Rivera J.J., Aguillón-Robles A., Rude T.R., & Aceves-de-Alba J. (2018). Natural controls validation for handling elevated fluoride concentrations in extraction activated Tóthian groundwater flow systems: San Luis Potosí, Mexico. *Environmental Earth Sciences*, 77(121), 1-13. DOI: 10.1007/s12665-018-7273-1
- Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas (CESCR). Observación General n° 15. 2003 <https://www.es.cr-net.org/es/recursos/observacion-general-no-15-derecho-al-agua-articulos-11-y-12-del-pacto-internacional> [Consultado el 2 de agosto de 2021]
- CONAGUA (2017). *Estadísticas del Agua en México*. Ciudad de México. [Consultado el 10 de septiembre de 2021]. Disponible en: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2017.pdf
- CONAGUA-UJED (2013). Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía (PMPMS) en el Consejo de Cuenca del Altiplano. Convenio de Colaboración Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) CNA-SGT-GIABA-UJED/2013. [Consultado el 10 de septiembre de 2021]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99911/PMPMS_CC_Altiplano_R.pdf
- Domínguez, J., Martínez, D., Palacios, A., & Peña, A. (2013). El monitoreo social del derecho humano al agua y saneamiento. El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales. Instituto de Desarrollo Social. ISBN 978-607-462-474-8
- Estrada-Capetillo, B.L., Ortiz-Pérez, M.D., Salgado-Bustamante, M., Calderón-Aranda, E., Rodríguez-Pinal, C.J., Reynaga-Hernández, E.R., Corral-Fernández, N.E., González-Amaro, R., & Portales-Pérez, D.P. (2014). Arsenic and fluoride co-exposure affects the expression of apoptotic and inflammatory genes and proteins in mononuclear cells from children. *Mutation Research*, 761, 27–34. DOI: 10.1016/j.mrgentox.2014.01.006

- Galindo, E., & Palerm, J. (2016). Sistemas de agua potable rurales. Instituciones, organizaciones, gobierno, administración y legitimidad. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(2), 17-34.
- Galezzo, M.A., & Rodríguez Susa, M. (2021) The challenges of monitoring and controlling drinking -water quality in dispersed rural areas: a case study based on two settlements in the Colombian Caribbean. *Environmental Monitoring Assessment*, 193, 373. DOI: 10.1007/s10661-021-09138-3
- García Romero, E. (2020). Estudio sobre la disponibilidad y calidad del agua en la Zona Media de San Luis Potosí bajo el marco de la Agenda 2030. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Hernández Cortés, M.V., Padilla Díaz, J., & Pérez Cabrera, J.M. (2019). Análisis de la Disponibilidad hídrica en la Región Centro, Media y Huasteca del Estado de San Luis Potosí mediante datos del Registro Público de Derechos del Agua. Tesis de la licenciatura en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Colima.
- Hollas, C.E., Pokrywiecki, T.S., do Prado, N. V., Chini, A., Düsman, E., & da Conceição, P.S. (2019). Water quality for rural home supplying in the south of Brazil. *Acta Scientiarum*, 41, e43266. DOI: 10.4025/actasciobiolsci.v41i1.43266
- Ibañez, O., & Lazo, J. (2018). El derecho humano al agua para excluidos en los municipios de Juárez y Guachochi, Chihuahua. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 9(4), 75-109. DOI:10.24850/j-tyca-2018-04-04.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Panorama sociodemográfico de San Luis Potosí, 2015. [Consultado el 12 de agosto de 2021]. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estructura/inter_censal/panorama/702825082345.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo de Población y Vivienda 2020. [Consultado el 6 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html>
- Limón-Pacheco, J.H., Jiménez-Córdova, M.I., Cárdenas-González, M., Sánchez-Retana, I.M., Gonsebatt, M.E., & Del Razo, L.M. (2018). Potential Coexposure to arsenic and fluoride and biomonitoring equivalents for Mexican children. *Annals of Global Health*, 84, 257-273. DOI: 10.29024/ogh.913
- Liverman, D. (2018). Geographic perspectives on development goals: Constructive engagements and critical perspectives on the MDGs and the SDGs. *Dialogues in Human Geography*, 8(2), 168–185. DOI: 10.1177/2043820618780787
- Martínez-Austria, P. F., & Vargas-Hidalgo, A. (2017). Sistema de asignaciones, concesiones y política hídrica en México. Efectos en el derecho humano al agua. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VIII (5), 117-125. DOI: 10.24850/j-tyca-2017-05-08
- Martínez-Santos, P. (2017) Does 91% of the world’s population really have “sustainable access to safe drinking water”?, *International Journal of Water Resources Development*, 33(4), 514-533. DOI: 10.1080/07900627.2017.1298517
- Mena-Rivera, L., & Quirós-Vega, J. (2018). Assessment of drinking water suitability in low-income rural areas. *Journal of Water and Health*, 16(3), 403-413. DOI: 10.2166/wh.2018.203
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Modificación Año 2000. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2063863&fecha=22/11/2000
- Norma Oficial Mexicana NOM-230-SSA1-2002, Salud Ambiental. Agua para Uso y Consumo Humano. Requisitos Sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos Sanitarios para el Muestreo. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/230ssa102.html>
- OMS/WHO (2011). Guidelines for Drinking Water Quality, 4th Ed. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

- OMS/WHO (2017). Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Desarrollo Sostenible (online). [Consultado el 2 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://sdgs.un.org/es/goals>
- Registro Público de Derechos del Agua (REPDA-CONAGUA, 2021) (online). Disponible en: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=usosAgua>
- Romano, S. T., Nelson-Núñez, J., & LaVanchy, G. T. (2021). Rural water provision at the state-society interface in Latin America. *Water International*, s/n Link: <https://doi.org/10.1080/02508060.2021.1928973>
- Salto Quintana, F. (2020). Marco de influencia de la evaluación ambiental estratégica en el proyecto de gestión del agua en Zona Media de San Luis Potosí. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Silva, J. A. (2016). Rural Water Supply in Mexico. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(78), 123-141. DOI: 10.11144/Javeriana.cdr13-78.rwsm
- Silva Rodríguez de San Miguel, J. A., Trujillo Flores, M.M., Lámbarry Vilchis, F., Rivas Tovar, L.A., & Bernal Pedraza, A. Y. (2015). Community Water Management in Latin America and the Caribbean: Challenges for Mexico. *Journal of Sustainable Development*, 8(3), 102-112. DOI: 10.5539/jsd.v8n3p102
- Soares, D. (2021). El agua en zonas rurales de México. *EntreDiversidades. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 8(2), 191–211. DOI: 10.31644/ED.V8.N2.2021.A09
- Tejeda-González, J.C. (2017). Propuesta metodológica basada en la evaluación ambiental estratégica para la planificación del aprovechamiento sustentable del agua y los recursos naturales en zonas marginadas y con potencial de desarrollo. Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Tejeda González, J.C., Mendezcarlo Silva, V., Alfaro de la Torre, M.C., & Medellín Milán, P. (2018). Requerimientos para la implementación del derecho humano al agua y al saneamiento en México: caso de estudio en el altiplano potosino. *Revista Legislativa de Estudios Sociales y de Opinión Pública*, 11(21), 111-144. ISSN: 2007-1531.
- UN-GLASS (2019). National systems to support drinking-water, sanitation and hygiene: global status report 2019. UN-Water global analysis and assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2019 report. Geneva: World Health Organization. ISBN: 978-92-4-151629-7
- UN-SDGS (2020). The Sustainable Development Goals Report 2020 (online). [Consultado el 3 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://unstats.un.org/sdgs>
- Valdés de Hoyos, E. I. P., & Uribe Arzate, E. (2016). El derecho humano al agua. Una cuestión de interpretación o de reconocimiento. *Cuestiones Constitucionales*, 34, 3-25. ISSN 1405-9193.
- Vázquez-García, V., & Sosa-Capistrán, D.M. (2017). Sin agua no vivo: género y derecho humano al agua en el municipio de La Antigua, Veracruz. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(3), 405-425.
- Weststrate, J., Dijkstra, G., Eshuis, J., Gianoli, A., & Rusca, M. (2019). The Sustainable Development Goal on Water and Sanitation: Learning from the Millennium Development Goals. *Social Indicators Research*, 143, 795–810. DOI: 10.1007/s11205-018-1965-5
- WHO/UNICEF (2019). Joint monitoring programme 2019 update report. Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: special focus on inequalities. New York. ISBN: 978-92-415-1623-5

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Cuadro S1. Organismos responsables de la administración y abastecimiento del agua en los municipios de las Regiones Altiplano y Zona Media del Estado de San Luis Potosí.

Municipio	No. de localidades rurales visitadas (Fuentes de abastecimiento analizadas)	Administración del agua		Tarifas	
		Cabecera municipal	Localidades rurales		
REGIÓN ALTIPLANO					
Catorce*	2 (5)	Dirección de Obras Públicas	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua	Las cuotas se establecen principalmente con base a las tarifas establecidas para el consumo de energía eléctrica para servicio público de bombeo de agua potable, de forma que los usuarios pagaban entre \$20 y \$100 pesos por mes. Al no existir medidores, se estima que los usuarios recibían entre 6 y 10 m ³ al mes. Existe tandeo: cada tercer día, cada 3 días o 2 veces por semana. Dificultades serías para costear el mantenimiento de la infraestructura. Algunas localidades (8/53) dependen del suministro de agua a través de la cabecera municipal.	
Cedral	3 (4)	Organismo Operador: Organismo Paramunicipal de Agua, Drenaje y Saneamiento; Desarrollo Rural	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		
Charcas*	2 (4)	Organismo Operador: Servicios de Agua Potable y Saneamiento de Charcas	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		
Guadalcázar*	10 (13)	Desarrollo Social	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		
Matchuala	2 (2)	Organismo Operador: Servicios de Agua Potable, Alcantarillado, y Saneamiento de Matchuala	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		
Moctezuma	2 (2)	Departamento de Agua Potable	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		
Salinas	4 (5)	Departamento de Agua Potable	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		
Santo Domingo	5 (6)	Secretaria General del Ayuntamiento	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		
Vanegas	2 (2)	Organismo Operador de Vanegas	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		
Venado*	2 (4)	Junta Municipal de Agua Potable	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		
Villa de Guadalupe	Ninguna >500 habitantes	Departamento de Agua Potable	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		Idem
Villa de Ramos	6 (8)	Secretaría General del Ayuntamiento	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		
Villa Hidalgo	8 (11)	Departamento de Agua Potable	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua		

Municipio	No. de localidades rurales visitadas (Fuentes de abastecimiento analizadas)	Administración del agua		Tarifas
		Cabecera municipal	Localidades rurales	
Villa de Arista*	5 (7)	Organismo Operador de Agua Potable de Villa de Arista	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua	
Villa de la Paz*	Ninguna >500 habitantes (4)	Organismo Operador de Agua Potable de Villa de la Paz	Sistema de Organización Ejidal / Comité de agua	
REGIÓN ZONA MEDIA				
Alaquines*	4 (6)	Dirección de Agua Potable	Comité de Agua o Junta de Agua	\$40-50/mes, tandeo (cada 3 días o cada tercer día o 1h/d)
Cerritos*	3 (7)	Organismo Operador: Organismo Paramunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Cerritos	Comité de Agua	\$40-65/mes, 8 a 10m ³ , tandeo (reciben agua 2-4 h/d o 2 d/sem y en la cabecera municipal 5 d/sem)
Ciudad del Maíz*	6 (9)	Organismo Operador: Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento	Comité o junta de agua, responsable del agua, Comité ejidal con un responsable del agua. El organismo operador abastece algunas localidades rurales.	\$30-60/mes (\$79/mes en la cabecera municipal), 10 m ³ . Desde la cabecera municipal se suministra agua con pipas si la localidad no cuenta con una fuente de abastecimiento. Dos localidades acceden a un manantial desde donde la población acarrea el agua por sus propios medios. Algunas localidades con agua muy salina (Palomas, La Libertad) solo consumen agua purificada (\$15/garrafón). Existe tandeo.
Ciudad Fernández*	9 (11)	Dos organismos: Organismo Operador del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Ciudad Fernández; Organismo Operador Paramunicipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de El Refugio	Comité de agua, o bien, el organismo operador abastece y la localidad cuenta con un responsable de la distribución	\$30-80/mes (\$92/mes en la cabecera municipal). Tandeo (4 y hasta 10h/d o 3 d/sem o cada 3 días; sectorizado). Algunas localidades tienen medidores.

Municipio	No. de localidades rurales visitadas (Fuentes de abastecimiento analizadas)	Administración del agua		Tarifas
		Cabecera municipal	Localidades rurales	
Lagunillas	2 (2)	Departamento de Agua Potable	Comisariado ejidal o un responsable del agua	\$40-63/mes; 3 d/sem o cada 3 días. El pozo que surte la cabecera municipal se ubica en una localidad rural lejana.
Rioverde*	26 (29)	Organismo Operador: Organismo Operador Paramunicipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Descentralizado de las Autoridades del Ayuntamiento de Rioverde	Pocero o un responsable para el cobro de tarifas cuando el organismo operador abastece a la localidad. Comité de agua, comité ejidal. Una localidad recibe agua mediante pipas suministradas por Desarrollo Rural Municipal.	\$107/mes tarifa fija para las localidades suministradas por el organismo operador, \$30-80/mes en las demás localidades. Localidades sin una fuente de agua: \$5/m ³ o \$43/mes con derecho a un tambor de agua por cada vez (Desarrollo Rural). Tandeo: 3h/d o cada tercer día o cada 3 días o 1 d/sem.
San Ciro de Acosta*	Ninguna >500 habitantes (3)	Organismo Operador: Dirección de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de San Ciro de Acosta	No tiene localidades rurales de >500 habitantes	\$55/mes, no tiene programa de tandeo
Santa Catarina*	5 (7)	Cuenta con una Oficina del Agua, aunque no está plasmada en su organigrama administrativo	El 78% de su población es indígena de lengua Pame. Se visitaron 5 localidades y solo una cuenta con Comité de Agua. El suministro de agua depende de la cabecera municipal o de la fuente de agua disponible: manantial, agua del Río Santa María o agua de lluvia.	La cabecera municipal aplica una tarifa de \$20/año para mantenimiento. Donde hay una fuente de abastecimiento, las personas acarrear el agua por sus propios medios. Una localidad tiene un Comité de Agua y una tarifa de \$30/mes.
Rayón*	5 (10)	Organismo Operador: Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Descentralizado del Ayuntamiento de Rayón	Comité o junta de agua o el Comité ejidal a través del comisariado ejidal.	\$30 - 100/mes (\$74/mes en la cabecera municipal que cuenta con medidores). Una localidad cobra \$25/mes + \$10/m ³ adicional. Tandeo: 1 h/d o cada tercer día donde está sectorizado. Una localidad se abastece de un manantial y acarrea el agua por sus propios medios; una localidad no tiene pozo, compra el agua por pipas a la cabecera municipal y tiene colecta de agua de lluvia.

Municipio	No. de localidades rurales visitadas (Fuentes de abastecimiento analizadas)	Administración del agua		Tarifas
		Cabecera municipal	Localidades rurales	
Cárdenas*	1 (5)	Organismo Operador: Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cárdenas	El organismo operador administra el recurso suministrado a la única localidad con más de 500 habitantes	\$50/mes (10 m ³) y \$15/m ³ adicional. Tandeo: cada 3 días a la localidad rural.
Villa Juárez*	3 (4)	Departamento de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento	Comité de agua	\$50-60/mes (\$52 en la cabecera municipal). Tandeo: 5h/d o un día por sector. Existe acarreo de agua por sus propios medios desde la pileta de la localidad (una localidad)
San Nicolás Tolentino*	1 (2)	Departamento de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento	Comité de agua	\$10/m ³ en la cabecera municipal y \$50/mes en la localidad rural estudiada. Tandeo: 3 h/d o cada tercer día.

*Se tomaron muestras de agua de las fuentes de abastecimiento a la cabecera municipal y se determinó su calidad.



Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International
CC BY-NC-SA 4.0 license