



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS
AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

**DISPONIBILIDAD, USO Y GESTIÓN DEL AGUA EN COMUNIDADES RURALES
DEL ALTIPLANO Y HUASTECA POTOSINA, HACIA UNA GESTIÓN INTEGRAL
DEL AGUA**

PRESENTA:

MARÍA DE LOS ANGELES GIL ANTONIO

DIRECTOR DE TESIS:

DR. HUMBERTO REYES HERNÁNDEZ

ASESORES:

DR. ANTONIO CARDONA BENAVIDES

DR. LEONARDO ERNESTO MARQUEZ MIRELES

San Luis Potosí, S.L.P., Agosto de 2015



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, INGENIERÍA Y MEDICINA

PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

DISPONIBILIDAD, USO Y GESTIÓN DEL AGUA EN COMUNIDADES RURALES DEL
ALTIPLANO Y HUASTECA POTOSINA

PRESENTA:

MARÍA DE LOS ANGELES GIL ANTONIO

COMITÉ TUTELAR:

Director: DR. HUMBERTO REYES HERNÁNDEZ

Asesor: DR. ANTONIO CARDONA BENAVIDES

Asesor: DR. LEONARDO ERNESTO MARQUEZ MIRELES

SINODALES:

Presidente: DR. HUMBERTO REYES HERNÁNDEZ

Secretario: DR. ANTONIO CARDONA BENAVIDES

Vocal: DR. LEONARDO ERNESTO MARQUEZ MIRELES

Vocal: DRA. CANDY CARANZA ÁLVAREZ

Vocal: DR. FRANCISCO JAVIER PEÑA DE LA PAZ

CRÉDITOS INSTITUCIONALES

PROYECTO REALIZADO EN:

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
PROGRAMAS MULTIDISCIPLINARIOS DE POSGRADO
EN CIENCIAS AMBIENTALES**

LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

**LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS DE AGUA Y SUELO DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA**

AGRADEZCO A CONACyT EL OTORGAMIENTO DE LA BECA-TESIS

Becario No. 165724

**EL DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES RECIBE APOYO A TRAVÉS
DEL PROGRAMA NACIONAL DE POSGRADO DE CALIDAD (PNPC)**

Agradecimientos institucionales

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por permitirme vivir la experiencia de ser estudiante de doctorado en los PMPCA.

Al CONACyT por otorgarme la beca que me permitió realizar mi preparación como Doctora en Ciencias Ambientales.

A la Agenda Ambiental por permitirme formar parte de su alumnado durante mis estudios de doctorado.

A los Programas Multidisciplinarios de Posgrado en Ciencias Ambientales (PMPCA), por desarrollarme el interés en los temas ambientales y formarme como Doctora en Ciencias Ambientales.

A la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades por brindarme un espacio para trabajar durante mi estancia en el doctorado, así como al personal de la facultad por todo el apoyo brindado durante dicha estancia.

A todo el personal de la Agenda Ambiental, por todo el apoyo que me proporcionaron durante mi paso por sus instalaciones.

Al equipo de trabajo del Dr. Cardona, por el apoyo para la recolección y análisis de las muestras de agua.

Mis agradecimientos al Laboratorio de Análisis Químicos de Agua y Suelo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por la realización de los análisis microbiológicos, físicos y químicos de las muestras de agua colectadas como parte de mi investigación, especialmente a la Dra. María Elena García Arreola, MC Ana María Guadalupe López Hernández y a la Ing. Sandra Dinorah Ramos Martínez.

Agradecimientos personales

Al Dr. Humberto Reyes Hernández por su dirección y consejos, así como por el apoyo brindado en los momentos más críticos del doctorado.

Al Dr. Antonio Cardona Benavides por todas las enseñanzas y consejos dados para realizar el presente trabajo.

Al Dr. Leonardo Ernesto Márquez Mireles por todos los consejos y retroalimentación dada para el presente trabajo.

Al Dr. Francisco Javier Peña de Paz por los valiosos comentarios que permitieron mejorar el presente trabajo.

A la Dra. Candy Carranza Álvarez por sus aportaciones para enriquecer el presente trabajo.

A todos los profesores de los PMPCA por los conocimientos compartidos durante sus cursos y asesorías.

A los pobladores de las localidades de Cuatlamayán y San José del Grito por todo el apoyo y hospitalidad brindado durante las estancias realizadas y el trabajo de campo realizado, especialmente a la Sra. Rosario, Doña Sabina y Don Teodoro, así como a la Sra. Salome, Don José y Don Juan.

A Mayte por sus palabras y consejos tan atinados, Adrián por el apoyo brindado en cada momento, Gualulus por las largas pláticas, paseos y momentos compartidos, Lina por el entusiasmo inyectado, Mari por los agradables momentos, Areli por todas las enseñanzas y charlas compartidas, Angélica por los ánimos en cada momento, Olivia por ese corto pero sustancioso tiempo compartido, Amaranta por esas agradables y amenas conversaciones, Joab y Miriam por esos momentos de esparcimiento, Sócrates por hacer menos pesado el trabajo en campo; a todos y cada uno de los compañeros de la maestría y el doctorado en Ciencias Ambientales.

A la ciudad de San Luis Potosí por todas las experiencias y momentos vividos durante mi estancia en el doctorado.

Dedicatorias

A mis padres Luis y Rosalinda por sus consejos, enseñanzas y el apoyo brindado en todo momento.

A mis hermanos Leopoldo, Luis Enrique, Elizabeth y Mireya por las palabras de aliento en todo momento brindadas a pesar de la distancia.

A mis sobrinos Luis Fernando, Itzel, Alejandro, Indira, Gabriela, Yatziri y Laura, porque a pesar de la ausencia siempre han estado presentes con las sonrisas y momentos compartidos.

ÍNDICE

PREFACIO	9
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I.....	14
Introducción	14
Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH)	14
Gestión de recursos naturales.....	17
Disponibilidad de agua	18
Uso eficiente del agua	19
La participación social en el manejo del agua	21
Justificación	24
Objetivo general.....	26
Objetivos específicos	26
Área de estudio.....	26
San José del Grito	29
Cuatlamayán	30
Bibliografía.....	31
CAPITULO II	34
Gestión integral del agua desde un enfoque social, hacia una economía ecológica	34
CAPÍTULO III	52
Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales	52
CAPÍTULO IV	60
Disponibilidad y uso de agua en dos comunidades del Altiplano y Huasteca Potosina	60
Resumen.....	60
Introducción	61
Uso de agua	62
Uso doméstico de agua.....	63
Uso de agua en zonas rurales.....	64
Disponibilidad de agua	65
Disponibilidad de agua en zonas rurales.....	66
Materiales y métodos.....	67

Resultados.....	73
Análisis estadísticos.....	74
Discusión	81
Conclusiones.....	82
Bibliografía.....	83
CAPÍTULO V	84
Calidad y gestión del agua en dos comunidades rurales de San Luis Potosí, México .	84
Propuesta general	120
CONCLUSIONES GENERALES	124
Anexos.....	127

PREFACIO

En las últimas décadas se ha hablado de una situación de crisis de agua en el mundo, la cual se atribuye a la ausencia de una gestión adecuada de la misma, esto dio lugar a la generación de acciones encaminadas a mejorar la gestión; en los últimos años se han desarrollado y aplicado planes, programas y proyectos tanto en zonas urbanas como rurales para lograrlo; sin embargo, en éstas últimas existen particularidades que provocan una heterogeneidad entre las mismas, aspectos como: características físicas de su ubicación, culturales y la situación particular que existe en relación al agua, provoca que su forma de organizarse sea diferente, ocasionando que muchos de los planes y programas puestos en marcha en estas áreas no tengan los resultados esperados.

Aunque se han desarrollado planes y proyectos donde se busca la participación de los usuarios de las localidades rurales en la construcción, operación y administración, muchos de estos procesos de gobernanza para la gestión local del agua han fracasado, éstos no van de acuerdo a las características de las zonas donde se están desarrollando, asimismo son acciones en las cuales no existen ningún tipo de colaboración por parte de los pobladores provocando que no se sientan parte de los mismos.

En este trabajo se buscó analizar la disponibilidad, uso y calidad del agua en dos comunidades rurales, del Altiplano (San José del Grito) y Huasteca Potosina (Cuatlamayán), para conocer sus semejanzas y diferencias en relación a su gestión, y con ello definir acciones encaminadas a lograr una gestión integral del agua, basada en la participación de los usuarios.

En el primer capítulo se realizó una revisión de los conceptos manejados a lo largo de la investigación, asimismo se presenta la justificación y objetivos general y específicos de la investigación, así como la descripción del área de estudio, dos comunidades rurales del estado de San Luis Potosí, México,

donde se llevó a cabo el trabajo de campo y se obtuvo la información necesaria para analizar la disponibilidad, uso, calidad y gestión del agua.

El análisis de la disponibilidad, uso y gestión del agua en comunidades rurales situadas en regiones con condiciones culturales y ambientales distintas, inicia con el entendimiento de los postulados teóricos que explican las complejas relaciones entre los sistemas socioeconómicos y ecológicos. Por ello, en el segundo capítulo de este trabajo se incluyen aspectos teóricos acerca de la participación social y sus implicaciones en la mejora de la gestión de recursos naturales como es el caso del agua.

Por otra parte, a fin de entender la problemática asociada a los recursos hídricos y considerando que es necesario definir de manera adecuada los conceptos de disponibilidad y uso eficiente del agua en las zonas rurales, en el tercer capítulo del trabajo se habla de dichos conceptos, teniendo en consideración que cuando se analiza la disponibilidad, el uso y la gestión de este recurso en regiones como el Altiplano y la Huasteca potosina, además de definir un marco teórico y conceptual, es necesario establecer una tipología sobre la disponibilidad de agua y uso eficiente, la cual se incluye en la última parte del capítulo.

En las zonas rurales los usos del agua suelen ser diferentes, en la mayoría de los casos asociados a su abundancia o carencia. En el cuarto capítulo del trabajo se presentan los resultados obtenidos mediante la aplicación de un cuestionario en las comunidades bajo estudio, acerca de los conceptos de disponibilidad y uso de agua en las comunidades, encontrándose que la cantidad de agua utilizada en ambas comunidades para realizar sus actividades cotidianas no tienen notables variaciones entre ambas localidades, por otra parte se encontró que en San José del Grito (Altiplano) las actividades de captación de agua de lluvia y reutilización de agua es una práctica cotidiana para la mayoría de los pobladores de la localidad.

Un componente fundamental para lograr una adecuada gestión del agua en las comunidades rurales se relaciona con su origen y calidad. En el capítulo cinco se analiza la calidad y gestión del agua de San José del Grito y Cuatlamán.

Aunque las dos comunidades bajo estudio se abastecen de distintas fuentes de aprovisionamiento de agua ambos sitios muestran una presencia notable de coliformes, entre otros contaminantes. Ello implica que el agua actualmente consumida en estas comunidades no es 100% potable. En cuanto a su gestión, destaca la presencia de un consejo local de administración del agua en la comunidad del Altiplano, encargada además, de aplicar el reglamento respectivo; mientras que en la localidad de la Huasteca la organización es un tanto individualizada, debido a diversidad de fuentes de agua que existen en esta zona.

Finalmente se presentan las conclusiones a las que llegaron después de realizar el análisis de la información documental y de campo, asimismo se incluye una propuesta para mejorar la calidad del agua en ambas localidades, tomando en consideración los datos recabados a lo largo de la investigación y considerando la participación de los usuarios, así como las particularidades de cada localidad.

RESUMEN

En el presente trabajo se buscó analizar la disponibilidad, uso y calidad del agua en dos comunidades rurales, del Altiplano y Huasteca Potosina, para conocer sus semejanzas y diferencias en relación a su gestión, y con ello definir acciones encaminadas a lograr una gestión integral del agua, basada en la participación de los usuarios. Para realizar la investigación se partió de un análisis de los planteamientos teóricos relacionados a la participación de los usuarios en la gestión del agua; también fue necesario hablar de la disponibilidad y uso de agua en las zonas rurales, asimismo se realizó una tipología de las diferentes situaciones que se pueden presentar en las zonas rurales en relación a estos conceptos; para conocer las diferencias que existen entre las áreas rurales se trabajó en dos comunidades, una de la Huasteca potosina, cuyo abastecimiento de agua es superficial y la otra del Altiplano, que se abastece de fuentes subterráneas, se aplicaron cuestionarios para saber desde el punto de vista de los usuarios la disponibilidad y uso que se le da al agua, se detectó que a pesar de las diferencias en los niveles de disponibilidad, la cantidad de agua que se utiliza en actividades cotidianas dentro del hogar es similar en ambas comunidades, otro aspecto a destacar es que en la localidad del Altiplano se realiza la captación de agua de lluvia y el reuso de aguas grises por la mayoría de los habitantes, situación que no se observa en la localidad ubicada en la Huasteca; para planear alternativas de mejora en la gestión del agua se analizó la calidad y gestión del agua, para ello se recolectaron muestras de agua y se aplicaron entrevistas a informantes clave, encontrándose que en relación a la calidad del agua un problema que prevalece en ambas comunidades es la presencia de coliformes totales y fecales, en el caso de la localidad del Altiplano existen otros problemas atribuidos a la composición de las formaciones rocosas de la zona, así como a la inexistencia de un sistema de drenaje y al inadecuado manejo de los desechos de los animales, en cuanto a la gestión su forma de organizarse internamente es diferente debido a que sus usos y costumbres son distintos, lo mismo que sus fuentes de abastecimiento.

Palabras clave: gestión, comunidades rurales, Huasteca potosina, Altiplano potosino, disponibilidad de agua, uso de agua, calidad de agua.

Abstract

The present study aimed to analyze the availability, use and quality of water in two rural communities of the Altiplano and Huasteca Potosina, for know about their similarities and differences in relation to their management and thus define actions to achieve comprehensive management water, based on user participation. To perform the research was based on an analysis of the theoretical approaches related to user participation in water management; it was also necessary to mention the availability and use of water in rural areas, as well it has been made a typology of the different situations that may occur in rural areas in relation to these concepts; for know the differences between rural areas we worked in two communities, one of the Huasteca whose supplying water is surface, and the other of the Altiplano, which is supplied from underground sources, were applied questionnaires to find out from the point of users the concept of availability and use that is given to water, it was found that despite the differences in the levels of availability, the quantity of water used in daily activities within the home is similar in both communities, another aspect to note is that in the Altiplano the most people capturing rainwater and perform reusing grey water, a situation not seen in town in the Huasteca; to plan alternatives for improvement in the management of water we analyzed quality and water management, for this were collected water samples and applied interviews to key informants , finding what in relation to water quality problem prevailing in both communities It is the presence of total and fecal coliforms, in the case of the town of Altiplano there are other problems attributed to the composition of the rock formations in the area, as well as the absence of a drainage system and inadequate management of waste animals, in terms of managing their way of internal organization it is different because their uses and customs are different, as well as their sources of supply.

Keywords: management, rural communities, Huasteca potosina, Altiplano potosino, water availability, water use, water quality

CAPÍTULO I

Introducción

En los últimos años la disminución en los niveles de disponibilidad de agua ha propiciado una situación de crisis, que amenaza la seguridad, la estabilidad y el equilibrio ambiental de las naciones. Considerándose incluso como un tema de seguridad nacional. Una de las principales causas de ésta crisis es la falta de una gestión adecuada de los recursos hídricos (UNESCO, 2006). Tradicionalmente la administración del agua por parte del Estado se realiza mediante la implementación de estrategias, planes y programas para disminuir la cantidad de población sin acceso a agua, mediante la creación de más infraestructura hidráulica. Sin embargo, esto no representa el único problema relacionado con la gestión del agua, por ello, se han buscado nuevas formas de hacer frente a esta problemática.

Ante la disminución en la disponibilidad de agua para consumo humano y la falta de una de gestión que permita un uso más eficiente, surgió la iniciativa denominada Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) este es un proceso que puede asistir a los países en sus esfuerzos por tratar los asuntos del agua de una manera sustentable y con efectividad de costos. Se considera como un paradigma cuyo proceso toma en consideración tanto la oferta como la demanda de agua para uso y consumo humano, así como a todos los actores involucrados en la gestión de la misma.

Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH)

La GIRH emerge como respuesta a la crisis de mala administración del agua, es una estrategia holística necesaria para combatir el incremento de la escasez de agua y la contaminación. Se puede emplear un gran número de métodos y técnicas incluyendo la conservación del agua, la reutilización y la gestión de aguas residuales. Asimismo se requiere crear un marco legal e institucional que

permita establecer principios, acompañados de herramientas de trabajo y metodologías para su implementación (Sánchez y Sánchez, 2004).

Dicha iniciativa se basa en los cuatro principios rectores de la Declaración de Dublín sobre Agua y Desarrollo Sostenible que son:

Principio 1. El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. Por lo tanto debe manejarse con un enfoque holístico, tener en consideración que la producción del recurso tiene límites naturales, así como los efectos de las actividades humanas en el recurso hídrico.

Principio 2. El aprovechamiento y la gestión del agua deben inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles.

Principio 3. La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua. El involucramiento de la mujer en la toma de decisiones y como usuaria de agua, requiere de una conciencia de género.

Principio 4. El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.

Para estimular la adopción de un enfoque más estratégico y sostenible para los recursos hídricos, la Cumbre Mundial 2002 sobre el Desarrollo Sostenible hizo un llamado a todos los países para que desarrollaran Planes de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y de Eficiencia Hídrica para finales de 2005. Esas metas debían alcanzarse antes de 2015, por lo que la Asociación Mundial para el Agua (GWP) reconoció la importancia de crear capacidades en los países para apoyar el proceso de preparación de esos planes (Pochat, 2008).

Un aspecto importante de la GIRH es la transversalidad de las políticas públicas, la cual se puede definir como la conjunción de esfuerzos de diversos organismos de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal en pro de acciones conjuntas para resolver la problemática ligada a una misma zona, y donde la principal virtud radica en que los esfuerzos para solucionar una

problemática dada, contribuyen en cierta medida a solucionar otras (Vargas *et al.* 2004).

La GIRH es un proceso cíclico y de largo plazo, por lo que aunque los países ya la hayan insertado en sus políticas y leyes de aguas, deben continuar el proceso y revisar su estado continuamente, con el fin de atender nuevos asuntos y requerimientos prioritarios en cuanto a gestión de infraestructura (Pochat, 2008).

En México con la publicación de las reformas a la Ley de Aguas Nacionales en abril de 2004, la GIRH se consideró como prioridad nacional y la cuenca y acuíferos como la unidad territorial básica para ejecutarla. El Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 (PNH) se sustentó en cinco premisas: 1) el desarrollo del país debe darse en un marco de sustentabilidad, 2) el agua es un recurso estratégico de seguridad nacional, 3) la unidad básica para la administración del agua es la cuenca hidrológica, 4) el manejo de los recursos debe ser integrado, y 5) las decisiones deben tomarse con la participación de los usuarios.

La GIRH en México se sustenta en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, mediante los cuales coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan, para lograr el desarrollo sustentable. La Comisión Nacional del Agua ha visualizado a la GIRH a nivel cuenca, como un proceso en el que se deben de considerar los siguientes aspectos: 1) usos del agua integrados, 2) interacción agua superficial y agua subterránea, 3) disponibilidad de agua en cantidad y calidad, 4) relaciones entre el agua y otros recursos naturales de la cuenca, y 5) los recursos naturales y su relación con el desarrollo económico y social (Vargas, *et al.*, 2004).

Con las modificaciones a la Ley de Aguas Nacionales en 2004 y la creación de los Consejos de Cuenca, se buscó que el sector hidráulico evolucionará hacia

un manejo integrado del agua, sin embargo esto aún no se ha logrado debido a que la participación de los usuarios se ha quedado al margen de las acciones y programas emprendidos por parte del gobierno. En México dicho enfoque integral se ha desarrollado a nivel país y regiones hidrológicas y macrocuencas, lo que impide observar las particularidades de cada cuenca y más aún de cada subcuenca (Santacruz, 2007).

Por otra parte, si bien la GIRH se ha visualizado como una alternativa de solución para mejorar la gestión de los recursos, existen autores como (Jeffrey y Gearey, 2006) quienes mencionan que la GIRH ambiciona alcanzar dos complejos y complicados objetivos: desarrollo sostenible y planificación intersectorial, a estos autores les preocupa la expansiva agenda de objetivos que tiene la GIRH. Por otra parte Medema (et al.) mencionan que “gestionar todos los recursos de manera integrada y holística, parece una receta para un gran número de sistemas de gobernanza, no gestionables y contra-productivos”. Para evitar esto, los autores mencionan que se pueden realizar sugerencias sobre la creación de colaboración, cooperación, y coordinación entre las instituciones existentes y se debe de dejar de tratar de integrar institucionalmente la gestión de múltiples recursos (Medema et al., 2008).

Gestión de recursos naturales

Considerando la gestión desde un enfoque global de acuerdo a la RAE (Real Academia Española, 2015) gestionar es administrar, lo cual nos lleva a que se trata de suministrar, proporcionar o distribuir algo, o bien graduar o dosificar el uso de algo, para obtener mayor rendimiento de ello o para que produzca mejor efecto.

En relación a la gestión de los recursos naturales y por ende del agua en las zonas rurales el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola señala que ésta es un componente fundamental de las iniciativas para reducir la pobreza de las personas que viven en estas zonas (FIDA, 2012). En el caso de la gestión del agua se reconocen los límites de una cuenta o cuencas interconectadas con el

fin de captar, regular, controlar, aprovechar y transvasar este recurso; se reconoce la cuenta como únicamente como un área captadora de agua y en donde se diseñan obras hidráulicas auxiliares y proyectos de inversión, con el fin de balancear la oferta con la demanda (Burgos y Bocco, 2014). Lo anterior está relacionado con la gestión del agua a nivel cuenca y es como se ha dividido el país para realizar la gestión del recurso, sin embargo, es importante tener en consideración que el consumo doméstico no se encuentra dividido por cuenca, éste se encuentra relacionado con los asentamientos

Para la gestión del agua de uso doméstico en las comunidades rurales es necesario conocer las condiciones en las que se encuentra el recurso que se busca gestionar, es importante conocer su disponibilidad, así como el uso que se le está dando, esto permitirá determinar cuál es el mejor uso de la misma; cuando se habla de agua para consumo humano se debe de considerar que se debe de cumplir con ciertos criterios de calidad, para evitar problemas de salud, provocados por los contaminantes que puedan estar presentes.

Disponibilidad de agua

De acuerdo con SEMARNAT (2009) existen algunas formas de estimar la disponibilidad de agua de un país o región, como son la *precipitación total*, que es una aproximación muy gruesa, para lo cual debe considerarse también la evapotranspiración, que disminuye en forma significativa el volumen de agua disponible. *Volumen por habitante*, en este caso se considera la relación de la cantidad de agua medida en m³ con la cantidad de habitantes durante un año dado, lo que permite conocer cuál es el volumen de agua por habitante en un país o región. *Intensidad de uso o extracción per cápita*, es la otra medida de disponibilidad de agua, más cercana a las necesidades de la población. *Grado de presión del recurso (GPR)*, representa la proporción del agua disponible que se extrae en una zona, ya sea para fines agrícolas, públicos, industriales u otros. En relación a esto se han definido cuatro categorías:

- a) *Escasa presión* sobre el agua, cuando se extrae menos del 10 por ciento de la disponible;
- b) *Presión moderada*, cuando se extrae del diez al 19 por ciento;

- c) *Presión media fuerte*, cuando se extrae del 20 al 40 por ciento; y
- d) *Fuerte presión*, cuando se extrae más del 40 por ciento del agua disponible.

En México la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha determinado la diferencia entre disponibilidad de agua superficial y agua subterránea. De esta manera la disponibilidad media anual de agua superficial en una cuenca hidrológica es el valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen anual actual comprometido aguas abajo. Mientras que la disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica es el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas.

Mediante esta distinción la CONAGUA ha realizado estudios acerca de los niveles de disponibilidad a nivel acuíferos y cuencas hidrológicas; asimismo para realizar estudios sobre disponibilidad dividió al país en trece regiones hidrológico-administrativas: I. Península de Baja California; II. Noroeste; III. Pacífico Norte; IV. Balsas; V. Pacífico Sur; VI. Río Bravo; VII. Cuencas Centrales del Norte; VIII. Lerma-Santiago-Pacífico; IX. Golfo Norte; X. Golfo Centro; XI. Frontera Sur; XII. Península de Yucatán; XIII. Aguas del Valle de México.

Tanto a nivel cuencas hidrológicas-administrativas como acuíferos los niveles de disponibilidad de agua en algunas zonas del norte y centro del país son bajos, situación que puede estar relacionada con la distribución de la población así como con la condensación de la actividad económica, es en estas zonas donde existe una mayor concentración de población y de actividades económicas.

Uso eficiente del agua

Debido al aumento de la población y a la expansión económica se ha incrementado el uso de agua por lo que se plantea la necesidad de buscar

mecanismos para integrar el uso eficiente en los programas y proyectos, considerando el rol del agua como un bien ambiental, social y económico y los derechos de los grupos más necesitados y vulnerables.

El uso eficiente del agua plantea varios desafíos como el desarrollo de programas de seguimiento continuo y la evaluación del desempeño, para contar con información que permita tomar decisiones y emprender acciones. Asimismo, es parte del marco conceptual de la gestión integrada de los recursos hídricos, los principios orientadores para el uso eficiente son los que se articularon en Dublín en 1992 (Sánchez y Sánchez, 2004).

Uso eficiente es optimizar el uso del agua y de su infraestructura, con la participación activa de los usuarios y con un alto sentido de equidad social (Arreguin, 2001). El Concepto de "uso eficiente del agua" incluye cualquier medida que reduzca la cantidad de agua que se utiliza por unidad de cualquier actividad, y que favorezca el mantenimiento o mejoramiento de la calidad de agua (Tate, 1991). Dicho término contiene tres aspectos importantes: el uso, la eficiencia y el agua.

El uso significa que es susceptible a la intervención humana, a través de alguna actividad que puede ser productiva, recreativa o para su salud y bienestar. La eficiencia tiene implícito el principio de escasez, considerándose a el agua dulce como un recurso escaso, finito y limitado que debe ser bien manejado, de manera equitativa, considerando aspectos socio-económicos y de género (Sánchez y Sánchez, 2004).

En México la CONAGUA ha desarrollado acciones para lograr la eficiencia en el uso del agua, diseñando para ello un manual de planeación de acciones de incremento y control de la eficiencia en sistemas de agua potable. Destaca el hecho que la estructura está centrada únicamente en las acciones que pueden realizarse dentro de los organismos operadores de agua, pero no incluye a los usuarios.

Si bien los organismos operadores cuentan con un departamento que tiene a su cargo una parte de la cultura del agua, donde se busca dar a conocer a los usuarios las diferentes formas de hacer un uso eficiente del agua, la mayoría de las veces no representa un área prioritaria para los organismos operadores de agua. Por mucho tiempo se consideró que las acciones para lograr el uso eficiente de agua debían concentrarse en los organismos encargados de abastecer de agua, sin embargo en los últimos años se ha observado que para lograr un uso eficiente es necesario considerar a todos los actores involucrados en el uso, manejo y distribución del agua.

La participación social en el manejo del agua

La participación ciudadana, un tema relativamente nuevo, fue abordado por primera vez por Arnstein (1971) al mostrar una tipología de la participación ciudadana. Dicho esquema se representa mediante una escalera en donde cada peldaño corresponde a la medida de poder de los ciudadanos en la determinación del plan o programa en que estén participando.

La participación social en la gestión del agua es una herramienta que puede incorporar múltiples conocimientos (tradicionales, científicos, técnicos, administrativos, entre otros); lo cual permite tener una visión integral de los problemas y prioridades. Asimismo, los mecanismos participativos permiten garantizar la conservación y el acceso equitativo al servicio. Esta participación se puede promover a través de la investigación a múltiples escalas y el aprendizaje social colectivo entre los diferentes actores.

Tales acciones pueden contribuir a que la gestión de estos servicios sea más eficiente, efectiva y duradera en términos sociales, ambientales y económicos. Así mismo puede funcionar como una herramienta que contribuya a optimizar el agua y hacer más efectivo su manejo. La gestión participativa de los servicios públicos puede traer varios beneficios entre los que se pueden destacar los siguientes:

- Reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida de las personas que vivan en el lugar donde se realice.

- Facilitar una definición coherente de las necesidades de acuerdo con el contexto y la realidad de la zona, donde se lleve a cabo este tipo de gestión.
- Permitir la incorporación de actores como el sector público, privado, comunidades locales, universidades y otros, lo que a su vez fortalece y capacita la estructura de la organización local. Así mismo, al mejorar la comunicación e intercambio de información entre sectores, genera un ambiente de confianza.
- Identificar soluciones más eficientes, efectivas y duraderas en términos económicos, sociales y ambientales, generando beneficios colaterales.
- Incorporar múltiples conocimientos y puntos de vista para facilitar el intercambio entre saberes.
- Promover espacios de participación en otros ámbitos (Ramsar, 2002).

Algunos aspectos a considerar en la elaboración y aplicación de estrategias de participación social, son la capacitación de todos los implicados, el acceso equitativo a la información, la aplicación de participación a través de la identificación de líderes locales y regionales. Por otra parte, para que la participación social funcione es necesario elaborar estrategias que definan de manera exacta el proceso de participación.

También se debe considerar el marco legal del lugar donde se pretende realizar; de lo contrario, es muy probable que no se obtengan los beneficios esperados, como incrementar la eficiencia en los organismos operadores mediante las aportaciones hechas por los ciudadanos que participan y el reconocimiento de los usuarios hacia los operadores del servicio público, sean éstos de capital público o privado.

Entre los mecanismos empleados para obtener el involucramiento de la ciudadanía se hallan las encuestas, las audiencias públicas, las audiencias parlamentarias y los congresos de consenso, entre otros (Rowe y Frewer, 2000). Las audiencias públicas podrían dar un perfil más fino a las sensibilidades detectadas mediante encuestas. Por otra parte, las audiencias

parlamentarias podrían, además de proporcionar respaldo público al proyecto, ser una fuente de información respecto al modo en que los representantes democráticos de los ciudadanos perciben el tema del bienestar social y del papel en él de las políticas. Independientemente del mecanismo de involucramiento de la ciudadanía que se utilice se debe evaluar el funcionamiento de éste.

Rowe y Frewer (2000) diseñaron algunos criterios de evaluación para los mecanismos de participación, los cuales incluyen criterios de funcionamiento y criterios de procedimiento, que permiten medir la calidad de la participación.

Criterios de funcionamiento:

Relacionados con el diseño y funcionamiento de un mecanismo

1. *Criterio de la representatividad.* El público participante debería comprender una muestra ampliamente representativa del público afectado o interesado. En principio, cuanto mayor sea el número y diversidad de individuos o grupos involucrados, más democrático puede considerarse el mecanismo participativo en cuestión.

2. *Criterio de la independencia / igualdad.* El proceso de participación debería ser conducido de un modo independiente y no sesgado, garantizando la igualdad para las distintas partes. Ello implica, entre otras cosas, transmisión de toda la información, disponibilidad de medios, no intimidación e igualdad de trato.

3. *Criterio de la implicación activa.* El público participante debería implicarse desde las fases iniciales de definición de problemas y el debate de sus parámetros principales, y no sólo considerar reactivamente su opinión en el terreno de las soluciones.

4. *Criterio de la efectividad / influencia.* El resultado del procedimiento debería tener un impacto genuino en la toma de decisiones. Para ello es necesario que se produzca una delegación de la autoridad o un acceso efectivo a aquellos que la detentan.

Criterios de procedimiento:

Relacionados con la potencial aceptación pública e institucional.

1. *Criterio de la transparencia.* El público general debería ser capaz de ver cómo se desarrolla el proceso y se toman las decisiones.
2. *Criterio de la accesibilidad de recursos.* El público participante debería tener acceso a los recursos apropiados para el satisfactorio desempeño de su tarea.
3. *Criterio de la definición de objetivos.* La naturaleza y alcance de los objetivos y actividades de la participación deberían ser definidas con claridad.
4. *Criterio de la estructuración de la toma de decisiones.* El ejercicio de la participación debería hacer uso de los mecanismos apropiados para estructurar con claridad el proceso de toma de decisiones.
5. *Criterio de costo/efectividad.* El procedimiento debería ser efectivo con relación al costo.

La participación social en la toma de decisiones con respecto al tema del agua es aún escasa. La falta de programas y leyes que contribuyan a fomentarla, ha provocado que en la mayoría de los casos donde existe presencia de la sociedad en la toma de decisiones en relación a la gestión del agua no se logren los resultados esperados. A pesar de las acciones encaminadas a fortalecerla, ésta no se ha concretado, además de la limitada cultura organizativa de parte de las comunidades aledañas a las cuencas, empresas privadas e instituciones públicas locales, regionales y nacionales. Sin embargo, existen casos de éxito los cuales tienen como nexo común la democratización de los servicios del agua y la participación ciudadana en su gestión (Ortega, 2006).

Justificación

Para analizar la disponibilidad, uso y gestión del agua en comunidades rurales es necesario entender los postulados teóricos que explican las complejas relaciones entre los sistemas socioecológicos. Por otra parte, para determinar la mejor forma de participación de los usuarios en la gestión del agua, se deben considerar las características particulares del lugar donde se pretende realizar un proceso de participación. Los problemas que se enfrentan en relación al agua son diferentes en cada región, por ello resulta conveniente analizar la

participación de los usuarios y con ello proponer estrategias específicas considerando las características de la zona. Un primer paso es mediante la determinación de la relación que existe de los usuarios con el recurso.

La menor cobertura de agua potable en las zonas rurales con respecto a las zonas urbanas, muestra una falta de equidad en su distribución regional, si bien en los últimos años se ha realizado un esfuerzo para llevar agua potable a las zonas rurales, no se ha logrado disminuir la brecha que existe entre la dotación del servicio de agua en las zonas rurales en comparación con las urbanas. A esto se suma la mala calidad de que viene a agravar el problema; para dar solución a los problemas de contaminación hídrica se han desarrollado soluciones tecnológicas adaptadas en las áreas rurales (como pozos, tanques sépticos y letrinas); sin embargo, estas no aseguran un nivel de calidad o funcionalidad de los servicios que sea comparable al existente en las ciudades (Jouravlev, 2004).

La problemática existente en relación a la calidad y gestión del agua en zonas rurales suele agravarse debido a su heterogeneidad. Este trabajo analiza la disponibilidad, uso, gestión y calidad de agua en dos comunidades rurales situadas en regiones con condiciones culturales y ambientales distintas. Para ello, es necesario definir de manera adecuada los conceptos de disponibilidad y uso eficiente del agua en las zonas rurales y sus discrepancias con respecto a las ciudades. Hasta ahora se ha privilegiado el abasto, la creación y mantenimiento de infraestructura del agua para las ciudades, el Estado ha buscado la participación de las localidades rurales en la construcción, operación y administración de infraestructura para ofrecer el servicio de agua en estas zonas, sin embargo, muchos de estos procesos de gobernanza para lograr una gestión local del agua han fracasado; en muchos casos ha sido causado por la imposición de nuevas tecnologías, lo que provoca una falta de apropiación de las mismas por parte de los usuarios.

Dadas las diferencias que existen entre las zonas rurales además de definir un marco teórico y conceptual, es necesario establecer una tipología sobre la

disponibilidad de agua y uso eficiente, así como definir los diferentes usos del agua asociados a su abundancia o carencia. Un componente fundamental para lograr una adecuada gestión del agua en las comunidades rurales se relaciona con su origen y calidad, es así que este trabajo incluye un análisis de la calidad del agua; el cual permite tener proponer estrategias de gestión tomando en consideración dicho aspecto.

Objetivo general

- Analizar la disponibilidad, uso y calidad del agua en dos comunidades rurales, del Altiplano y Huasteca Potosina, para conocer sus semejanzas y diferencias en relación a su gestión, y con ello definir acciones encaminadas a lograr una gestión integral del agua, basada en la participación de los usuarios.

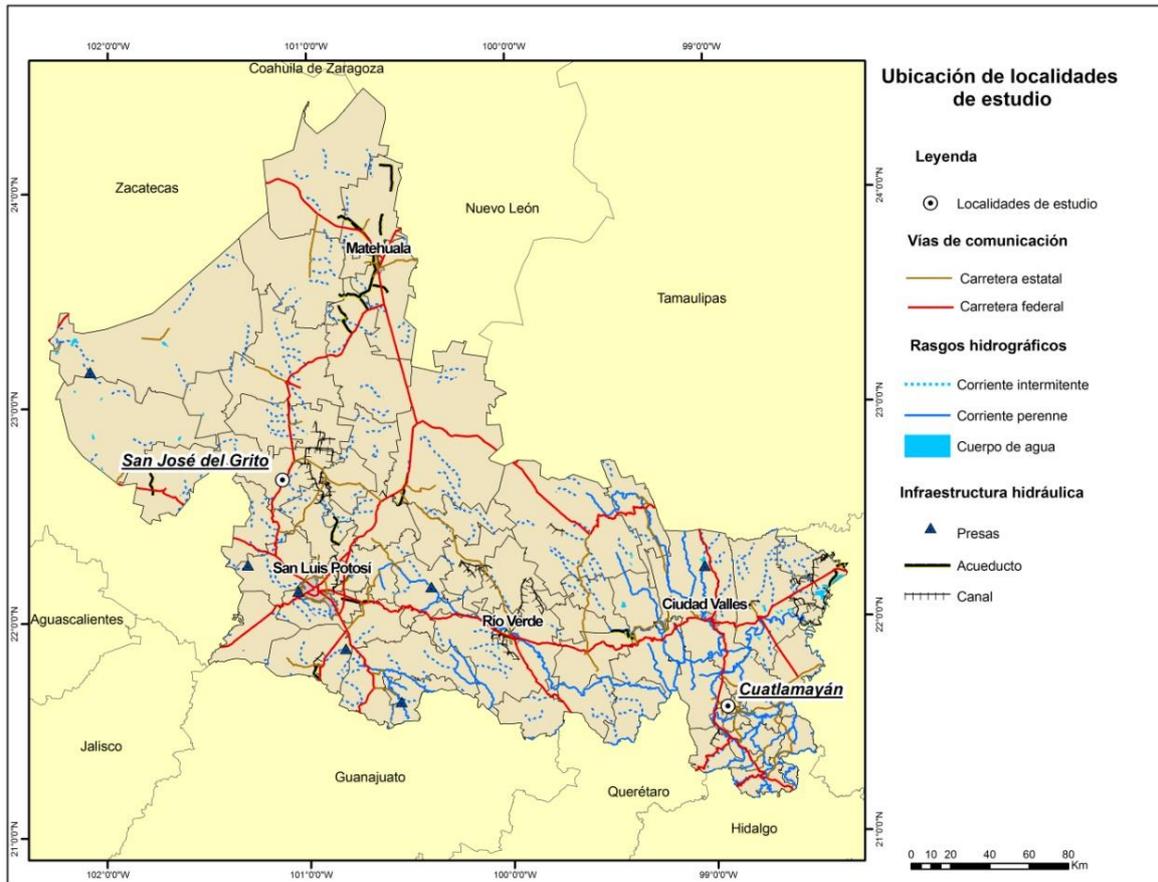
Objetivos específicos

- Analizar los postulados teóricos que permitan explicar las relaciones entre los sistemas socioeconómicos y ecológicos en relación con la gestión del agua.
- Definir el uso de los conceptos disponibilidad y uso eficiente del agua en las zonas rurales y sus discrepancias con respecto a las ciudades y establecer su respectiva tipología.
- Analizar la disponibilidad y uso del agua en las comunidades de San José del Grito, Moctezuma y Cuatlamayan, Tancanhuitz, San Luis Potosí.
- Establecer los parámetros de calidad del agua en las dos comunidades bajo estudio.
- Delinear las acciones que permitan lograr una gestión integral del agua, basada en la participación de los usuarios.

Área de estudio

La investigación se realizó en dos localidades rurales del estado de San Luis Potosí, Cuatlamayan, Tancanhuitz de Santos, y San José de Grito, Moctezuma.

Figura 1. La primera de ellas se localiza en la región tropical conocida como



Huasteca potosina, la otra en la región semidesértica conocida como Altiplano.

Figura 1. Localización del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

Debido a su ubicación, los municipios donde se encuentran situadas las localidades tienen características ambientales y culturales diferentes **Tabla 1.**

Tabla 1. Características de los municipios

Aspecto	Moctezuma	Tancanhuitz
Población	19,327 hab.	21,039 hab
Altitud	1,720 msnm	200 msnm
Superficie	1,268.53 km ²	134.05 km ²
Precipitación anual	349 mm	2,267.2 mm
Temperatura media anual	18.2°C	23.4°C
Período de lluvias	De junio a septiembre	De abril a noviembre

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

A pesar de estas diferencias se buscó trabajar con localidades que tuvieran características similares, tales como: tamaño de población, número de hombres y mujeres, grado de escolaridad, grado de marginación y el número de hogares dentro de la localidad, **Tabla 2.**

Tabla 2. Características de las localidades bajo estudio

Aspecto	Cuatlamayán	San José del Grito
Población total	419	448
Población femenina	215	223
Población masculina	204	225
% población mayor de 60 años	10.98	15.85
Grado promedio de escolaridad	7.5	5.35
Grado de marginación	Alto	Alto
Total de hogares	96	116

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

Por otra parte es importante mencionar que existen aspectos que hacen marcadas diferencias entre ambas comunidades, aspectos como que Cuatlamayán sea una comunidad nahua y San José del Grito totalmente mestiza, esto origina que la percepción de los pobladores con respecto al agua sea diferente, debido a que la cosmovisión de ambas localidades es muy diferente, sus usos y costumbres son diferentes.

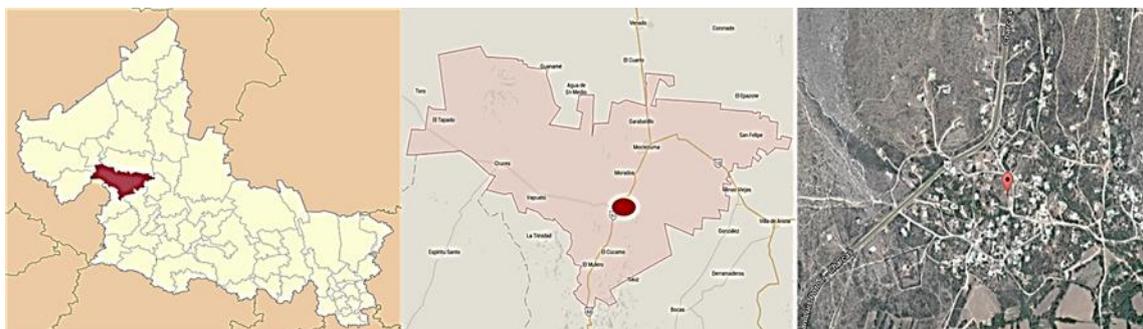
La forma de relacionarse con el recurso agua es diferente en cada comunidad, en el caso de San José del Grito la ven como algo que les ayuda a cubrir sus necesidades básicas; mientras que para los pobladores de Cuatlamayán ven al agua no como recurso para satisfacer únicamente sus necesidades, lo visualizan como algo sagrado, por lo cual tienen que compartirlo entre todos los pobladores y el manejo del mismo es manera comunitaria, consideran que si no se maneja de esta manera pueden ser castigados y quedarse sin agua por largos periodos de tiempo, por otra parte cuando se llegan a presentar largos periodos de sequía consideran necesario realizar “ritos” para que el agua no se escasee; el tipo de relación que tienen los pobladores de las comunidades con el recurso, también lleva a que existan marcadas diferencias en cuanto a la forma de gestionar el recurso de manera interna, asimismo es importante

considerar dichas diferencias al momento de buscar alternativas de solución a los problemas que puedan existir en cada una de las localidades.

San José del Grito

Esta localidad se encuentra ubicada en el municipio de Moctezuma, que se localiza al noroeste del estado, en la zona del semidesierto potosino conocida como Altiplano. Pertenece a la región hidrológica-administrativa siete, Cuencas Centrales del Norte, situado en las coordenadas 101°05' LW y 22°45' LN, a una altitud de 1,720 metros. Tiene una superficie total de 1,268.5 km², lo que representa el 2.1% del territorio estatal.

Figura 2. Ubicación de San José del Grito.



Fuente: Elaboración propia con base en google maps.

El municipio se ubica en la región hidrológica de El Salado, dentro de la cuenca de San Pablo y al acuífero del Valle de Aqualulco. El acuífero es considerado en condiciones de equilibrio pero para su mantenimiento se decretó zona de veda desde 1961. Pertenece al organismo de cuenca o región hidrológica administrativa Cuencas Centrales del Norte, durante el 2009 esta región presentó un grado de presión de 48.7% clasificándose como una presión fuerte sobre el recurso hídrico.

Dentro del municipio se localizan dos regiones montañosas bien definidas, una es la denominada El Durazno, situada en la porción norte, y El Jacalón que se localiza al suroeste del municipio. No existen corrientes superficiales aprovechables de agua, sólo en épocas de extraordinaria precipitación. La

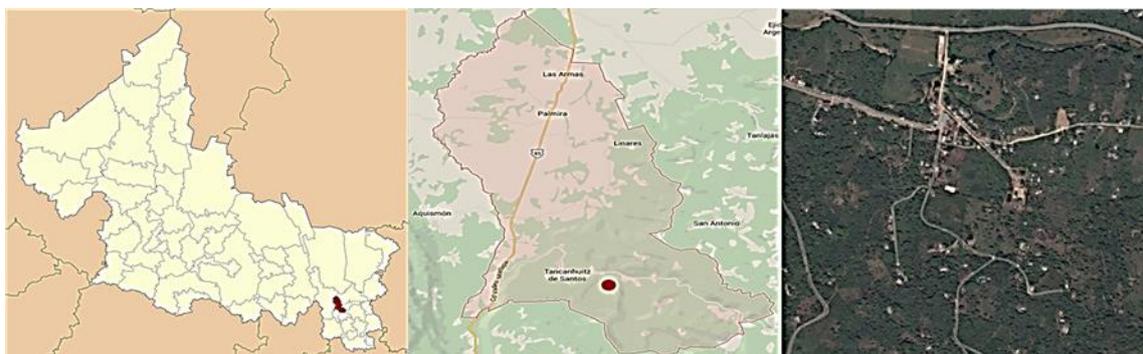
explotación de mantos acuíferos subterráneos es la única solución para emplear aguas de riego.

De acuerdo a la información publicada por el INEGI la población actual del municipio es de 19,327 habitantes. El municipio se encuentra integrado por 131 localidades, la mayor concentración de población se localiza en Moctezuma cabecera municipal y en las localidades de: Morados, Cruces y San José del Grito con más de 400 habitantes.

Cuatlamayán

La localidad de Cuatlamayán se encuentra ubicada en el municipio de Tancanhuitz de Santos, que pertenece al organismo de cuenca o región hidrológica administrativa del Golfo Norte, durante el 2009 esta región presentaba un grado de presión sobre el recurso hídrico de 19.0% clasificado como moderado. Está situado en las coordenadas 98°58' LW y 21°36' LN, a una altitud de 200 metros. La superficie total del municipio es de 134.05 km² y representa el 0.22% del territorio estatal. El municipio se encuentra asentado casi en su totalidad en una zona de serranía, la región de planicie es pequeña y se localiza al norte y noroeste de la cabecera municipal.

Figura 3. Ubicación de Cuatlamayán.



Fuente: Elaboración propia con base en información de google maps.

Entre sus principales cuerpos de agua destacan el río Oxitipa y el arroyo Tancancuitz que en su recorrido de poniente a oriente pasa por el centro de la cabecera municipal rumbo a Tampamolón. Estas corrientes vierten sus cauces

al río Coy, en los límites con Aquismón y posteriormente este se une al río Tampaón y juntos descargan sus cauces en el río Pánuco, situación que lo ubica dentro de la cuenca del río Pánuco y la subcuenca del río Moctezuma.

En la mayor parte del municipio predomina un clima semi cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, al norte de la región tiene un clima cálido submontano, con temperatura media de 23.4°C y una precipitación pluvial media de 2,267.2 mm. El período de lluvias es de abril a noviembre y el de sequía de febrero a abril.

De acuerdo con el INEGI la población actual del municipio es de 21,039 habitantes. El municipio se encuentra integrado por 232 localidades, la mayor concentración de población se localiza en Tancanhuitz cabecera municipal y en las localidades de: Las Armas y San José Pequetzen con más de 500 habitantes.

Bibliografía

- Arnstein, S. (1971). A ladder of citizen Participation. *Journal of the Royal Planning Institute* , 1-6.
- Arreguín, Cortés Felipe I. (1991). Uso eficiente del agua. Instituto de Tecnología del Agua (IMTA), CNA. En Ingeniería hidráulica en México: publicación técnica de la Secretaría de Recursos Hidráulicos; 6 (2): p.. 9-22, mayo – ago. 1991.
- Burgos, Ana y Bocco, Gerardo. (2014). La gestión del agua y el aporte de la geografía al enfoque de cuencas hidrográficas en México. En: Gestión pública y social del agua en México. Coor, Fernando Pérez Correa. UNAM, Secretaría de Desarrollo Institucional (SDI).
- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). (2012). Gestión del medio ambiente y los recursos naturales. Política. Medios de vida resilientes mediante el uso sostenible de activos naturales.

- Jeffrey, P y Gearey, M. (2006). "Integrated water resources management: lost on the road from ambition to realistaion?". *Water Science & Technology*. Vol. 53, No. 1. Pág. 1-8. Disponible en: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/1026?mode=simple>.
- Medema, W; McIntosh, B.S y Jeffrey, P.J. (2008). "From Premise to Practice: a Critical Assessment of Integrated Water Resources Management and Adaptive Management Approaches in the Water Sector". *Ecology and Society*. Vol. 13, No. 2, Art. 29. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art29/>.
- Organización de las Naciones Unidad para la Educación, I. C. (2006). *El agua, una responsabilidad compartida. Resumen ejecutivo del Segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. Francia: UNESCO.
- Ortega, E. (2006). Recuperado el 30 de enero de 2015, de <http://www.revistapueblos.org/spip.php?article1042>.
- Pochat, V. (2008). *Principios de Gestión Integrada de los recursos hídricos. Bases para el desarrollo de Planes Nacionales* . South America: Global Water Parthership.
- Ramsar, I. (2002). *Humedales: agua, vida y cultura. La gestión ambiental participativa (GAP) como herramienta para el Manejo y Uso Racional de los Humedales. 8a. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre Humedales*. Valencia, España.
- Row, G., & Frewer, L. (2000). Public Participation Methods: A Framework for Evaluation. *Science, Technology and Human Values* , 3-29.
- Sánchez Torres, L. D., & Sánchez Torres, A. (2004). *Uso eficiente del agua. Ponencias sobre una perspectiva general temática* . IRC. International Water and Sanation Centre.
- Santacruz de León, G. (2007). *Hacia una Gestión Integral de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Valles, Huasteca, México. Tesis de doctorado en Ciencias Ambientales* . San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2009). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales.
- Tate, D. M. (1991). Principios de Uso Eficiente del Agua. *Seminario Internacional sobre Uso Eficiente de Agua*. México, DF.: CNA-IMTA-IWRA.
- Vargas Valencia, J. C., Días Nigenda, J. J., & Ibarrola Reyes, H. J. (2004). La gestión integrada de los recursos hídricos en México: Nuevo paradigma en el manejo del agua. En H. (. Cotler, *El manejo integras de cuencas en México. Estudios y refreciones para orientar la política ambiental*. DF: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología.

CAPITULO II

Gestión integral del agua desde un enfoque social, hacia una economía ecológica

RESUMEN

El modelo de economía ecológica es un sistema abierto que distingue las interrelaciones entre el sistema económico y el ecológico. En ese sentido, es integral, pues considera aspectos monetarios, sociales y ambientales. En lo que respecta al estudio de la disminución en la disponibilidad de agua, este modelo presenta una alternativa, pues daría cuenta de aquellos aspectos relacionados con la gestión integral del agua que apunta a la participación de la sociedad como una opción alterna. El objetivo de este trabajo es mostrar la relación entre la economía ecológica y la gestión integral del agua, tomando en consideración que para ambas el aspecto social es significativo.

Palabras claves: economía ecológica, gestión integral del agua, participación social.

ABSTRACT

The ecological economics model is an open system that analyzes the relationships between the economic and ecologic system. In that sense, it is integral, being that it considers monetary, social and environmental aspects. As for the study of the decline of water availability, this model presents an alternative since it would give account of those aspects related to integrated water management which points to the participation of society as an alternate option. The aim of this paper is to show the relationship between ecological economics and integrated water management, taking into consideration that for both the social aspect is crucial.

Key words: ecological economics, integrated water management, social participation.

Gestión integral del agua desde un enfoque social hacia una economía ecológica

Integrated water management
from a social approach
to an ecological economics

*María de los Ángeles Gil Antonio¹
y Humberto Reyes Hernández²*

- 1 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Maestría en Economía Regional. Especialización: Economía y Ciencias Ambientales. Adscripción: Programa de posgrados multidisciplinarios en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Correo electrónico: aminoago@hotmail.com.
- 2 Nacionalidad: Mexicana. Grado: Doctorado en Geografía. Especialización: Geografía Ambiental. Adscripción: Coordinación de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Correo electrónico: hreyes@uaslp.mx.

Fecha de recepción: 5 de febrero de 2013

Fecha de aceptación: 11 de octubre de 2013

Introducción

En los últimos años, se ha estudiado que se debe de reorientar la gobernanza de la economía mundial de manera que se asigne a los aspectos sociales y medioambientales el mismo nivel de prioridad que tienen el comercio y las finanzas (Agrupación Global Unions, 2009). Los cambios en el paradigma económico han permitido el surgimiento de la economía ecológica, donde los aspectos ambientales y sociales forman parte importante, en este nuevo modelo se toma en cuenta el impacto que tienen las actividades económicas en el medio ambiente. En este contexto, en la gestión del agua también han surgido cambios, se valora que es importante la participación social para lograr una gestión integral que contribuya a mejorar el nivel de vida de la población.

En el presente documento se señala que tanto la economía ecológica como la gestión integral del agua tienen un carácter holístico, y para ambas el aspecto social representa un elemento importante. En un primer apartado se hace mención de la economía ecológica, poniendo de manifiesto la importancia de las interrelaciones entre el sistema económico y el ecológico. Se aborda la gestión integral del agua como alternativa para hacer frente a la situación de disminución de disponibilidad, provocada por una inadecuada gestión. Finalmente se hace referencia a la participación social como una herramienta que puede incorporar múltiples conocimientos, lo cual permite tener una visión integral de los problemas y prioridades.

Algunas de las conclusiones a las que se llegó, después de la revisión, fueron que existe la necesidad de una mejor gestión del agua debido a la situación de escasez en la que se encuentra, la participación social es una posible alternativa de mejora para ello. Por otro lado, es importante que para poder ejecutar la participación social, se deben diseñar políticas públicas que la propicien. Si no existen éstas que fomenten diversas acciones, resultaría complicado formalizarla.

Economía ecológica

En las últimas décadas el aspecto ambiental se ha introducido en diferentes ramas de la ciencia y la economía no es una excepción, surgiendo así la economía ecológica que busca analizar los problemas económicos desde una visión más integral, sin atender únicamente aspectos monetarios, en ésta hay indicadores físicos y sociales de sustentabilidad y los deseos y preferencias no económicas de la población, asimismo se consideran a las poblaciones no humanas.

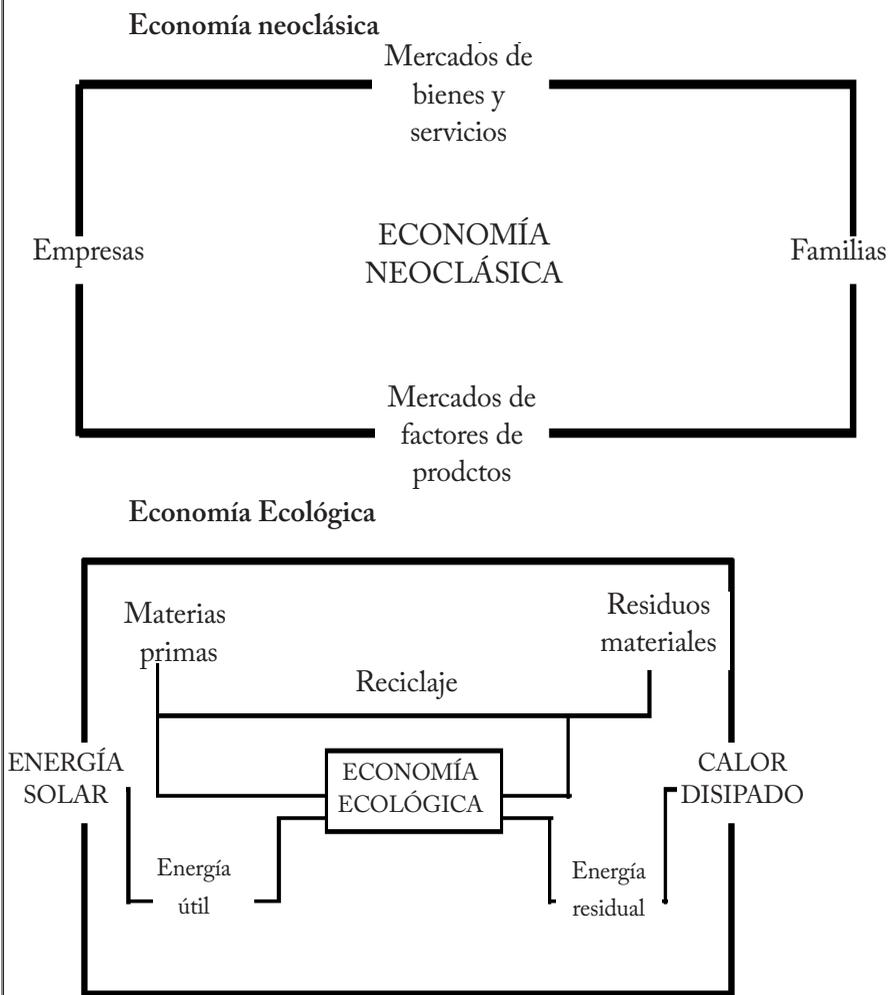
Entre los sistemas económico y ecológico existen interacciones que por mucho tiempo no se les ha dado importancia, aunque han estado presentes, por ello la economía ecológica las retoma. Common y Stagl (2008) la señalan como el estudio de las relaciones entre el gobierno de la casa de los seres humanos y el gobierno de la casa de la naturaleza. Dicho de otro modo, es el estudio de las distintas interacciones entre sistemas económicos y sistemas ecológicos. Se reflexiona que tanto la economía como la ecología son disciplinas cuyos temas se superponen y es el campo de la economía ecológica donde está esa superposición.

En la figura 1 se muestra un esquema del modelo de la economía neoclásica, el cual es un sistema cerrado, en él únicamente hay aspectos monetarios; en el recuadro de la parte inferior se apunta el prototipo de la economía ecológica, en éste se expone la relación entre la economía neoclásica y un sistema más grande en el que está inmersa, este tipo es un sistema abierto que enseña de qué manera las actividades económicas se interrelacionan con aspectos tales como el calor disipado y la energía solar, asimismo se explica cómo las actividades económicas hacen uso de la energía útil y de las materias primas presentes en el sistema ecológico, dentro de este modelo se observa que las actividades económicas realizadas generan residuos materiales y energía residual.

En la economía ecológica se habla de un sistema abierto en el que repara la forma en que las acciones que se efectúen dentro del sistema económico repercuten directamente al sistema ecológico. En las actividades económicas se usan de forma constante los recursos que proporciona la naturaleza, lo cual por mucho tiempo no se había tomado en consideración, con el surgimiento del concepto de *desarrollo*

sustentable se ha empezado a reconocer la repercusión que tienen las actividades humanas en los recursos naturales, la economía ecológica se ha encargado de contextualizarlo.

Figura 1. Economía neoclásica frente a la economía ecológica.



Fuente: Joan Martínez Alier. Curso de economía ecológica. PNUMA. México, 1998.

Naredo (2011) señala que la acción humana y las decisiones económicas relacionadas con la producción no ocurren en sistemas cerrados ni siquiera semicerrados, sino dentro de un sistema de relaciones y estructuras dinámicas en interacción abierta continua entre sí. Por lo que quizá sea necesario volver a definir y formular los conceptos de costos y ganancias, así como los criterios de eficiencia y optimalidad económica, los cuales deben de ampliarse estimando el efecto acumulativo de las interacciones entre los sistemas abiertos.

Foladori (2005) destaca que la principal característica de la economía ecológica es su carácter transdisciplinario, derivado de la necesidad de estudiar la relación entre los ecosistemas naturales y el sistema económico, lo que demanda la participación no sólo de economistas, sino también de científicos de las ciencias naturales y de otras disciplinas. Para analizar los problemas ambientales de origen antrópico, la teoría económica-ecológica debe incorporar otras disciplinas, lo que correspondería más fielmente con el carácter multidisciplinar que la problemática ambiental exige.

Por otro lado, Barkin, Carrasco y Zamora (2012), escriben que uno de los atributos básicos de la economía ecológica es su carácter articulador de disciplinas en la construcción de propuestas holísticas, orientadas a comprender el tema de la sustentabilidad ecológica de la economía.

La economía ecológica se ocupa de la naturaleza física de los bienes a gestionar y la lógica de los sistemas que los envuelven, considerando desde la escasez objetiva y la renovabilidad de los recursos empleados, hasta la nocividad y el posible reciclaje de los residuos generados. Con ello busca orientar con conocimiento de causa el marco institucional y tener soluciones, donde se estimen costos, precios y cantidades tanto de recursos utilizados como de productos obtenidos y de residuos emitidos (Naredo, 2011).

Naredo (2011) menciona que una gestión que además de ser económica pretenda ser “sostenible”, deberá preservar el sistema valorando estados críticos derivados tanto de falta de recursos como de exceso de residuos. Se debe tener en cuenta que los residuos generados dependen de los recursos utilizados en los procesos, por lo que la preo-

cupación por la viabilidad de un sistema debe abordar conjuntamente ambos extremos.

Para hacer una adecuada gestión es importante revisar la actual asimetría entre los costos físicos y la valoración monetaria de las materias primas y sus derivados, que es a la vez fuente de deterioro medioambiental y de desigualdad social entre los países del centro y la periferia, o entre zonas de extracción y vertido y áreas de acumulación de capitales y productos (Naredo, 2011).

Gestión integral del agua

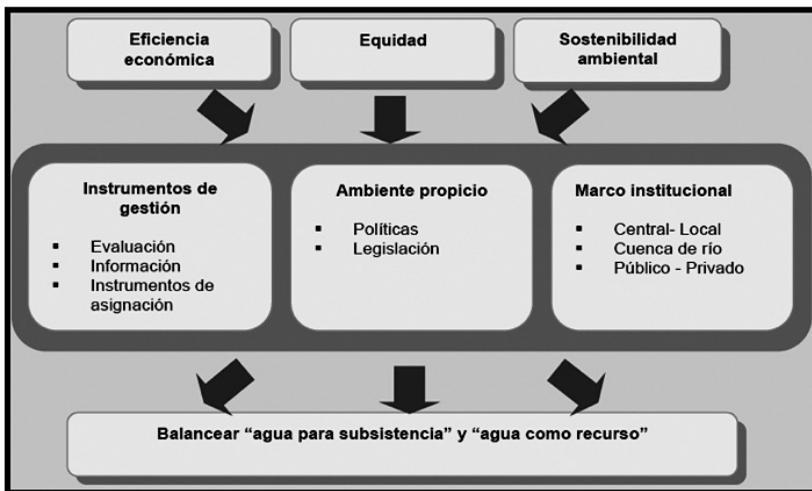
En los últimos años, la disminución en los niveles de disponibilidad de agua ha propiciado una situación de crisis que amenaza la seguridad, estabilidad y el equilibrio medioambiental de las naciones, lo que es un problema cada vez más severo. Una de las causas importantes de esta crisis es la falta de una gestión adecuada de los recursos hídricos (UNESCO, 2003, 2006), que permitiera su uso más eficiente para hacer frente a los nuevos retos económicos, sociales y ambientales, es así que surgió la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) como una alternativa de solución a dicha problemática.

En el caso de la GIRH es importante partir de un análisis socioambiental y holístico, considerando los valores que son atribuidos al agua; empero, en muchas ocasiones únicamente son atendidos los puntos de vista de algunos grupos humanos y se dejan fuera a otros, en la mayoría de los casos, los grupos que quedan marginados en la toma de decisiones, son aquellos que no cuentan con cierto poder adquisitivo que les permita dar a conocer sus preferencias, para lograr una gestión integral del agua se deben de reunir a todos los que hacen uso de dicho recurso.

La GIRH es un proceso que puede asistir a los países en sus esfuerzos por tratar los asuntos del agua de una manera sustentable y con efectividad de costos. Para facilitar el manejo sustentable de los recursos hídricos, es importante agilizar el intercambio de información y ayudar a conciliar las necesidades de solución a problemas de aguas con las herramientas, asistencia y recursos disponibles.

Esta gestión se basa en tres pilares que son la eficiencia económica, la equidad y las sostenibilidad ambiental. Para lograr concretar la GIRH se requieren instrumentos de gestión que posibiliten evaluarla, se necesita de un ambiente propicio mediante la creación de políticas y legislación, y el marco institucional a diferentes niveles, con esto se puede tener agua tanto para las actividades humanas como para el medio ambiente, tal como se muestra en la figura 2. Al valorar cómo gestionar el agua en el futuro y las múltiples opciones disponibles para el cambio, los planificadores han de contemplar los aspectos antes mencionados.

Figura 2. Los tres pilares de la gestión integrada del recurso hídrico.



Fuente: Cap-Net, Global Water Partnership y UNDP. (2005). *Planes de gestión integrada del recurso hídrico. Manual de capacitación y guía operacional.*

La GIRH surgió como respuesta a la crisis de mala administración del agua, es una estrategia necesaria para combatir su creciente escasez y contaminación. Para desarrollar la GIRH se pueden emplear un gran número de métodos y técnicas incluyendo la conservación del agua, la reutilización y la gestión de aguas residuales. Asimismo se requiere crear un marco legal e institucional que establezca principios acompa-

ñados de herramientas de trabajo y metodologías para su aplicación (Sánchez y Sánchez, 2004).

Un aspecto importante de la GIRH es la transversalidad de las políticas públicas, la cual se puede definir como la conjunción de esfuerzos de diversos organismos de la administración pública federal, estatal y municipal en pro de acciones conjuntas para resolver la problemática ligada a una misma zona, y donde la principal virtud radica en que los esfuerzos para solucionar una problemática dada, contribuyen en cierta medida a solucionar otras (Vargas *et al.* 2004).

Uno de los sustentos de la GIRH es el enfoque participativo de todos los actores implicados en la administración del agua; sin embargo, la participación de los usuarios finales se ha mantenido al margen, atribuida a la falta de mecanismos efectivos que la faciliten.

Con la GIRH se busca alcanzar un manejo integral del agua, a pesar de los esfuerzos realizados hasta ahora no se ha logrado. Lo anterior puede ser por la desarticulación que existe entre los que administran actualmente los recursos hídricos y los usuarios, estos últimos por lo regular quedan al margen de cualquier toma de decisiones. Con su acción se puede mejorar la gestión del agua, pues conocen las particularidades que existen en su entorno y, a veces, ellos mismos han desarrollado formas de hacer frente a los problemas específicos de las zonas que habitan.

Participación social

En la economía ecológica como en la gestión integral del agua, el aspecto social es significativo; en la primera se pone mayor énfasis en los costos sociales y ambientales, asimismo dentro de ésta se toman decisiones sociales y no individuales; empero, por mucho tiempo los actores sociales y los económicos han ido por direcciones diferentes. En el caso de la GIRH uno de sus sustentos es el enfoque participativo de todos los actores implicados en la administración y uso del agua.

Esta participación puede contribuir a que la gestión de servicios sea más eficiente, efectiva y duradera en términos sociales, ambientales y económicos. También puede funcionar como una herramienta que contribuya a optimizar el agua y hacer más efectivo su manejo.

La gestión participativa de los servicios públicos puede traer varios beneficios entre los que se pueden destacar los siguientes:

- Reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida de las personas del lugar donde sea aplicada.
- Facilitar una definición coherente de las necesidades de acuerdo con el contexto y la realidad de la zona donde se lleve a cabo este tipo de gestión.
- Permitir la incorporación de actores como el sector público, privado, comunidades locales, universidades y otros, lo que a su vez fortalece y capacita la estructura de la organización local. Por lo tanto, al mejorar la comunicación e intercambio de información entre sectores, genera un ambiente de confianza.
- Identificar soluciones más eficientes, efectivas y duraderas en términos económicos, sociales y ambientales, originando beneficios colaterales.
- Incorporar múltiples conocimientos y puntos de vista para facilitar el intercambio entre saberes.
- Promover espacios de participación en otros ámbitos (Ramsar, 2002).

Rubio y Vera (2012) puntualizan que la participación social puede definirse como un proceso de interacción social donde los individuos se involucran a partir del reconocimiento de las necesidades de cambio, prevaleciendo el ejercicio de libertad individual, grupal y comunitaria sobre las normas socioculturales.

Herrera (2008) expone que la participación social para que sea útil debe cumplir las siguientes características:

Característica	Explicación
Organizada	Ha de tener un orden u armonía para que sus acciones lleguen a cumplir los objetivos marcados.
Comprometida	Los participantes han de adquirir un compromiso de participación y así beneficiar a la comunidad.

Consciente	Los participantes deben ser conscientes de la importancia de su participación.
Activa	Ha de existir un programa de acciones, y que éstas sean constantes para así obtener credibilidad.
Eficiente	Cuanto mayor sea la eficiencia de la participación, se desarrollará mayor número de acciones futuras.

Fuente: Herrera (2008). "La participación social. Apuntes de participación social."

Para la elaboración y aplicación de estrategias de participación social se deben de considerar algunos aspectos como la capacitación de todos los implicados, el acceso equitativo a la información, la aplicación de participación a través de la identificación de líderes locales y regionales. Para que la participación social funcione es necesario llevar a cabo estas estrategias, de lo contrario, es muy probable que no se obtengan beneficios tales como incrementar la eficiencia en los organismos operadores mediante las aportaciones hechas por los ciudadanos que participan, y el reconocimiento de los usuarios hacia los operadores del servicio público, ya sea que éstos sean de capital público o privado.

Entre los mecanismos que podrían usarse para obtener esa participación de la ciudadanía se hallan las encuestas, las audiencias públicas, las audiencias parlamentarias y los congresos de consenso, entre otros. Las audiencias públicas podrían dar un perfil más fino a las sensibilidades detectadas mediante encuestas. Por otra parte, las audiencias parlamentarias podrían, además de proporcionar respaldo público al proyecto, ser una fuente de información respecto al modo en que los representantes democráticos de los ciudadanos perciben el tema del bienestar social (Rowe y Frewer, 2000).

A nivel económico existen formas de participación social al momento de desarrollar proyectos que las beneficien o perjudiquen directamente, entre las formas de valoración de bienes ambientales se tienen las siguientes: el método del costo del viaje, la valoración de contingencias; en ambos es observada la sociedad para determinar qué tan factible es efectuar o dejar de hacer cierta actividad económica.

La participación social en la gestión del agua es una herramienta que puede incorporar múltiples conocimientos (tradicionales, científicos, técnicos, administrativos, entre otros), lo cual faculta tener una visión integral de los problemas y prioridades. Por otro lado, los mecanismos participativos garantizan la conservación y el acceso equitativo al servicio. Todo esto se puede promover a través de la investigación a múltiples escalas y el aprendizaje social colectivo entre los diferentes actores.

Con lo anterior, se examina que cuando se pretende hacer un proceso de participación social se debe sopesar de qué manera será ésta, la cual puede ser en el manejo de acuíferos y cuencas hidrológicas y su preservación, o bien dentro de los organismos operadores de agua. La participación debe ser igual de importante tanto en la cuestión de los acuíferos y cuencas hidrológicas como en los organismos operadores.

En los dos primeros es necesario que exista presencia ciudadana, los pobladores son quienes viven cerca de éstos y suelen ser los que se percatan de los principales cambios que se han dado en las últimas décadas; además, son los ciudadanos los que al tener cercanía con la problemática de la región pueden aportar soluciones.

Los usuarios son quienes reciben el servicio ofrecido por los organismos operadores de agua, por lo que se pueden convertir en los observadores del desempeño que tiene el organismo operador. Otra alternativa de participación social en los organismos operadores está la sociedad mediante la formación de consejos ciudadanos, que les permitan contribuir en el proceso de la toma de decisiones en las principales acciones realizadas por los organismos operadores.

La falta de programas y leyes que fomenten la participación social ha provocado que, en la mayoría de los casos, donde existe presencia de la sociedad en la toma de decisiones con relación a la gestión del agua, no se logren los resultados esperados.

La participación de los usuarios es importante en la administración del agua. No obstante, a pesar de las acciones encaminadas a fortalecerla, ésta no se ha concretado. Existe una limitada cultura organizativa de parte de las comunidades aledañas a las cuencas, empresas priva-

das e instituciones públicas locales, regionales y nacionales. También faltan programas y leyes que impulsen la participación social.

En algunos países existen casos exitosos de participación social en los que la gente ha logrado ponerse de acuerdo para mejorar la gestión del agua. Por ejemplo, se tiene como nexo común la democratización de los servicios del agua y la participación ciudadana en su gestión. (Ortega, 2006)

Casos de participación social en la gestión del agua

La participación social en cuanto a la toma de decisiones con relación a la gestión del agua es importante, debido a que es la sociedad quien se ve beneficiada o perjudicada. Aunque la falta de programas y leyes que describan e incentiven la forma de llevarse a cabo dicha participación, ha provocado que donde se ha dado ésta no ha resultado como se esperaba.

Ortega (2006) menciona que a pesar de esto, existen algunos casos de éxito entre los que se tiene como nexo común la democratización de los servicios del agua y la participación ciudadana en su gestión. Por medio de diversos modelos se ha conseguido mejorar notablemente la eficacia, la calidad del servicio, la receptividad de los ciudadanos y los logros sociales de las empresas públicas del agua.

Se tiene a la ciudad brasileña de Porto Alegre, donde la transparencia en el funcionamiento de la empresa, el control democrático de las decisiones económicas y estratégicas y la participación ciudadana en la fijación de prioridades durante la fase de planificación, se han logrado por las reuniones públicas. Dichos logros se han alcanzado gracias al compromiso político del PT (Partido de los Trabajadores) que dirigía a los gobiernos municipales durante la implantación de estos sistemas participativos. Otro factor fue el papel jugado por ASSEMAE (Asociación Nacional de Servicios Municipales de Agua y Saneamiento) como difusor de dichos sistemas.

En 1979, en Córdoba, España, se establece un modelo participativo en todas las empresas públicas municipales y en particular en la Empresa Municipal de Aguas de Córdoba. La participación se realiza

directamente en el Consejo de Administración, órgano ejecutivo encargado de adoptar las decisiones importantes sobre la gestión de la empresa. El Consejo se ha convertido en un foro de discusión y de búsqueda de soluciones en las que se han tenido en cuenta los intereses de los ciudadanos (Ortega, 2006).

En Venezuela desde 1999 se está desarrollando un modelo de participación de los usuarios en la gestión del agua. El elemento clave son los consejos comunitarios de aguas, formados por las comunidades locales, las empresas de agua y los funcionarios. Los ciudadanos se involucran de manera activa en la toma de decisiones ejerciendo un control democrático sobre la empresa, responsabilizándola de los planes de trabajo y colaborando por medio de cooperativas de trabajadores.

En Cochabamba, Bolivia, en el año 2000, la empresa pública SEMAPA fue objeto de profundas reformas para asegurar su control por los ciudadanos y hacer una gestión compartida. En 2002, los ciudadanos eligieron directamente tres de los siete miembros de la Junta Directiva. Además, mediante una asociación pública y colectiva, SEMAPA, se está trabajando con los comités de agua.

En 2003, el estado indio de Tamil Nadú, inició un programa de transformación institucional de los servicios públicos de agua. El objetivo era transformar la empresa pública en una organización más centrada en las personas, más receptiva ante la comunidad, más transparente y con un mejor sistema de rendición de cuentas. Se creó como un instrumento de participación de un koodam (concepto tradicional en la sociedad india), en que todos los actores, incluidos los gerentes de las empresas de agua, interactúan como iguales, sin distinción de rangos o privilegios, con el objetivo común de aprender del otro y con el otro (Ortega, 2006).

En estas experiencias mencionadas, se contempla la participación de otros actores involucrados en la gestión del agua, en todos éstos existe la presencia por parte del Estado, quien con el diseño de programas y políticas promueve la intervención de la sociedad.

Conclusiones

En las últimas décadas, al aceptar que existe una crisis ambiental, surgió el paradigma de la economía ecológica que reconoce las implicaciones que tienen las actividades económicas, sociales y ambientales sobre el sistema ecológico, sin centrarse únicamente en el aspecto monetario.

Dentro del modelo de la economía ecológica, la participación social es importante para lograr la interrelación entre el sistema económico y el ecológico; si la sociedad se ve afectada tanto por problemas económicos como ambientales, mediante su participación puede manifestarlos y buscar una solución.

Durante mucho tiempo, la gestión del agua ha estado a cargo de la administración por parte del Estado; y éste no ha cubierto las necesidades de la ciudadanía con respecto a este servicio, es por ello que se ve como una posibilidad de mejorar la participación social, la gente mediante sus conocimientos puede ayudar a favorecer la gestión de agua y con ello cubrir una mayor parte de las necesidades que se deben de satisfacer con su suministro.

Existen algunos casos en los que se ha dado la participación social en la gestión del agua, en donde se observa que es importante el trabajo conjunto entre la comunidad y el Estado; éste no debe desaparecer ya que es importante que genere políticas, leyes y programas que vayan encaminados a fortalecer la participación social en la gestión del agua.

Referencias bibliográficas

- Agrupación Global Unions (2009). *Declaración a la Cumbre del G20 en Londres*.
- Barkin, D., Fuente, Carrasco M.; Tagle, Zamora D. (2012). “La significación de una economía ecológica radical.” *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, vol. 19: 01-14.
- Cap-Net, Global Water Partnership y UNDP (2005). *Planes de gestión integrada del recurso hídrico. Manual de capacitación y guía operacional*. Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA).

- Common, M.; Stagl, S. (2008). *Introducción a la economía ecológica*. Traducción: AMT Traducciones; versión española revisada por Álvaro Isidro Paños Cubillo y Alfredo Cadenas Marín. Reverté, Barcelona.
- Foladori, G. (2005). “La economía ecológica”, en: G. Foladori y N. Pierri (coord.). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial. UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura. Miguel Ángel Porrúa. México. Pp. 186-196.
- Herrera, Hernández J.M. (2008). “La participación social. Apuntes de participación social.” Disponible en: <http://juanherrera.files.wordpress.com/2008/10/participacion-social.pdf>
- Martínez, Alier J., (con la colaboración de Roca, J. y Sánchez, J.) (1998). *Curso de economía ecológica* (ed. rev.). PNUMA. México.
- Naredo, J.M. (2011). “Fundamentos de la economía ecológica”, en: Aguilera, F. y Alcántara, V. (comp). *De la economía ambiental a la economía ecológica* (ed. rev.). ICARIA: FUHEM. Barcelona.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). División de Ciencias del Agua (2003). *Agua para todos, Agua para la vida. Resumen del Primer Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. París.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). División de Ciencias del Agua (2006). *El agua, una responsabilidad compartida. Resumen Ejecutivo del Segundo Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. París.
- Ortega de Miguel, E. (2006). “Modelos de participación ciudadana: algunas experiencias”, en *Pueblos. Revista de información y debate*. Disponible en <http://www.revistapueblos.org/spip.php?article1042>.
- Ramsar, I. (2002). “*Humedales: agua, vida y cultura*.” 8a. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales. Valencia, España, 18 a 26 de noviembre de 2002. La Gestión Ambiental Participativa (GAP) como herramienta para el Manejo y Uso Racional de los Humedales.

- Row, G. y Frewer, J. (2000). “Public Participation Methods: A Framework for Evaluation”, *Science, Technology and Human Values*, 25/1: 3-29.
- Rubio, Méndez D. y Vera, Vergara V. (2012). “Comunidad y participación social. Un debate teórico desde la cultura”, en: *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, abril de 2012, www.eumed.net/rev/cccss/20/
- Sánchez T., L. D. y Sánchez, T. A. (2004). “Uso eficiente del agua.” IRC International Water and Sanitation Centre. Ponencias sobre una perspectiva general temática.
- Vargas Valencia, Juan C., Días Nigenda, Juan J., y Ibarrola Reyes, Héctor J. (2004). “La gestión integrada de los recursos hídricos en México: Nuevo paradigma en el manejo del agua”, en: Cotler, H. (comp). *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología. México.

CAPÍTULO III

Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales

Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales

Availability and efficient use of water in rural areas

María de los Ángeles Gil Antonio^{1*}, Humberto Reyes Hernández²,
Leonardo Ernesto Márquez Mireles², Antonio Cardona Benavides³

Gil Antonio, M. A., Reyes Hernández, H., Márquez Mireles, L. E., Cardona Benavides, A.
Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales. *Investigación y Ciencia de la
Universidad Autónoma de Aguascalientes*. Número 63: 67-73, septiembre-diciembre 2014.

RESUMEN

Este artículo expone la importancia de discernir sobre los conceptos de disponibilidad y uso eficiente del agua en las zonas rurales. Asimismo, compara y contrasta lo que sucede en este tema en las ciudades y las zonas rurales. Hasta ahora se ha privilegiado el abasto, la creación y mantenimiento de infraestructura del agua para las ciudades, aunque el Estado ha buscado la participación de las localidades rurales en la construcción, operación y administración; muchos de estos procesos de gobernanza para gestión local del agua han fracasado. Finalmente, se establece una tipología sobre la disponibilidad de agua y uso eficiente.

ABSTRACT

This article analyses the importance of the concepts of availability and efficient use of water in rural areas, at the same time it compares and contrasts the situation of cities and rural areas. During several decades building and keep working the water-supply infrastructure for cities has been the main objective. Building

Palabras clave: disponibilidad de agua, uso eficiente de agua, equidad, comunidades rurales, gestión del agua.

Keywords: water availability, water use efficiency, equity, rural communities, management water.

Recibido: 3 de julio de 2013, aceptado: 12 de mayo de 2014

¹ Programa de Posgrados Multidisciplinarios en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

² Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

* Autor para correspondencia: aminoago@hotmail.com

infrastructure, management and administration of the water-supply systems has been one goal of the State, but the processes of governance for water management have failed. Finally, a typology on the availability and efficient use of water is established.

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de Gestión Integral de los Recursos Hídricos dos aspectos que vienen a la mente son la disponibilidad y uso eficiente de agua. Para gestionar el uso y aprovechamiento del agua es necesario conocer con qué cantidad se cuenta y para qué se utiliza. Al respecto, reportes y documentos oficiales aluden los conceptos de disponibilidad y uso eficiente del agua; sin embargo, la mayoría de estos documentos se centra en lo que sucede en las zonas urbanas dejando al margen lo que ocurre en las zonas rurales. La situación que se vive en las localidades rurales en este aspecto es muy diferente a lo que ocurre en las grandes urbes; por ello resulta necesario en primer lugar conceptualizar disponibilidad y uso eficiente de agua en tales zonas.

En las comunidades rurales los usuarios dan mayor prioridad a la cantidad que a la calidad. La existencia de una red de distribución de agua para uso doméstico en el cual estén incluidos todos los integrantes de la comunidad es un elemento fundamental para los usuarios, lo que muestra la importancia de la equidad en estas zonas; esto puede atribuirse al hecho de que en la mayoría de las comunidades existen lazos de parentesco entre los habitantes de la comunidad.

En términos espacio-temporales, este recurso es escaso en el norte y centro del país y abundante

en los estados del sureste (CTMMA, 2003). Incluso, en algunas cuencas hidrográficas del país, como la del Valle de México, la disponibilidad del agua es al menos cinco veces inferior al promedio mundial (Aldama, 2004). El objetivo de este artículo es analizar los conceptos de disponibilidad y uso eficiente de agua en las zonas rurales, revisar la gobernanza y gestión local del agua, así como el uso y disponibilidad de este recurso en las zonas rurales.

Disponibilidad de agua

Los estudios acerca del agua pueden dividirse en los que se concentran en la participación del Estado como actor principal en la gestión del agua y en aquéllos que analizan la situación del agua a nivel local (Aboites, 2005). El concepto de *disponibilidad* es la cualidad o condición de aprovechable; es decir, que se puede disponer libremente de ella o que está lista para usarse o utilizarse (RAE, 2014). En este sentido, al hablar de disponibilidad de agua podría pensarse en el agua que se tiene para el uso y consumo en las diferentes actividades realizadas por el ser humano, lo cual no necesariamente ocurre así.

En México para determinar la disponibilidad de agua se recurre la NOM-011-CNA-2000, que define la disponibilidad de aguas superficiales como: el "valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca aguas abajo y el volumen anual actual comprometido aguas abajo", y la disponibilidad de aguas subterráneas como: el "volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de una unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas". Así definidas, una disponibilidad nula implica que no pueden concesionarse cantidades adicionales de agua (Arreguín et al., 2004).

Estos conceptos se refieren a la cantidad de agua que existe en las cuencas a nivel superficial y en los acuíferos a nivel subterráneo; sin embargo, el agua no está disponible completamente, es necesario transportarla, bombearla o canalizarla utilizando algún tipo de tecnología para hacerla aprovechable. En la mayoría de las ocasiones el agua es sometida a procesos de potabilización, lo que implica el uso de tecnologías adicionales.

Durán y Torres (2006) señalan que al hablar de disponibilidad de agua se deben de tener en

consideración el aumento de la población, el crecimiento urbano-industrial, la sobreexplotación y la contaminación; los cuales afectan la cantidad de agua a la que se puede tener acceso. Por otra parte, se señala que la verdadera disponibilidad del agua se encuentra limitada por cuatro aspectos: i) la relación costo-beneficio que garantice su rentabilidad y los beneficios derivados; ii) la variabilidad espacial y temporal del escurrimiento que determina dónde y cuándo éstos pueden ser aprovechados; iii) la calidad del agua que define sus usos y los tratamientos necesarios para su aprovechamiento y, iv) los volúmenes y calidades mínimas que deben estar presentes en los cuerpos de agua de manera que se garantice la permanencia de los ecosistemas asociados (CTMMA, 2003).

Lo anterior revela que la verdadera disponibilidad de agua en México se encuentra muy por debajo de lo señalado por las cifras oficiales. Tal es la gravedad, que en regiones como el centro y norte del país se tienen severos problemas en cuanto a la disponibilidad del recurso. Esta situación se ha visto agravada debido a que antes de la actual Ley de Aguas Nacionales no se hacía referencia a volúmenes utilizables, lo que provocó problemas de asignación, manejo y uso indiscriminado del recurso y se otorgaron concesiones por cantidades mucho mayores a las disponibles (Palacios, 2004).

Uso eficiente de agua

Aunque el uso eficiente de agua evoca una serie de conceptualizaciones, se considera que "*uso eficiente es optimizar el uso del agua y de su infraestructura, con la participación activa de los usuarios y con un alto sentido de equidad social*" (Arreguín, 1991). Bourguett y colaboradores (2003) apuntan que un programa de uso eficiente del agua se diseña con la finalidad de incorporar medidas para reducir la cantidad de agua usada que ayuden a cumplir con los objetivos fijados por la empresa prestadora del servicio, siempre con la participación activa de los usuarios.

En este sentido, es necesario considerar que existen tres problemas críticos con respecto al uso de agua: el incremento en la demanda, un mayor uso en las actividades primarias y la disminución en su calidad (Toledo, 2002), situación que provoca una menor disponibilidad de agua tanto en zonas urbanas como rurales.

La CONAGUA creó la iniciativa por el "Ahorro y uso eficiente del agua", con el cual se busca fomentar el cuidado del agua, adoptando acciones para asegurar el abasto y accesibilidad del recurso (CONAGUA, 2014). Además, se creó el Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua (PUERA) cuyo objetivo es orientar a los responsables de las diferentes dependencias de la administración pública federal, sobre la manera de proceder para implementar un programa de uso eficiente de agua.

Dotación de infraestructura hidráulica

En nuestro país, una de las primeras acciones gubernamentales para dotar de infraestructura hidráulica a las zonas rurales fue durante el gobierno de Lázaro Cárdenas, cuyo Plan Sexenal preveía abastecer de agua a los pequeños centros de población. Al final sólo se logró beneficiar a 10 poblados por cada estado de la República, lo que resultó insuficiente. Durante el sexenio de Manuel Ávila Camacho (1940-1946) la Secretaría de Agricultura y el Departamento Agrario al tiempo que perforaban pozos para el riego en los ejidos construían pequeños tanques y líneas de abastecimiento para alimentar hidrantes públicos. El Plan de Acción Inmediata, de Adolfo López Mateos (1958-1964), contemplaba la intervención gubernamental para modernizar el abasto de agua doméstica en los pequeños poblados. Durante el período de Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970), además de mantener este plan, los servicios de abastecimiento se entregaban a las comunidades para su administración, operación y mantenimiento (Galindo y Palerm, 2010).

El gobierno de Luis Echeverría institucionalizó el Programa de Inversiones Públicas para el Desarrollo Rural (PIDER), que buscaba generar capacidades en los pobladores rurales para no depender de agentes externos. La idea central consistía en un programa no vertical y más participativo, el cual sentó las bases de los actuales comités de desarrollo en los municipios y estados. La estrategia contemplaba en su marco teórico la planeación "de abajo hacia arriba" como eje integrador de su propuesta de desarrollo rural (Herrera, 2009). Después de un gran vacío político, en el gobierno de Carlos Salinas de Gortari (1988-1994) se creó la CONAGUA, entre cuyos objetivos estaba incrementar la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado en las comunidades rurales, induciendo la sostenibilidad de los servicios. Durante el sexenio de Ernesto Zedillo Ponce de León (1994-2000) la CONAGUA implementó el Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y

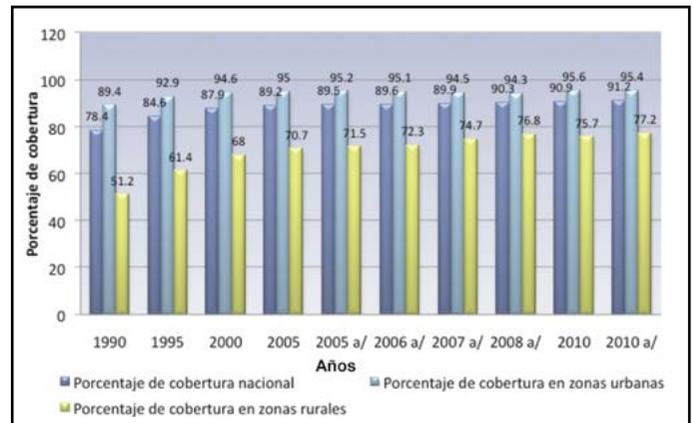


Figura 1. Cobertura de agua potable nacional en zonas urbanas y rurales. Fuente: *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Edición 2011. Comisión Nacional del Agua.

Saneamiento en Comunidades Rurales, para apoyar la creación de infraestructura y abatir el rezago en la dotación de agua potable y saneamiento en las zonas rurales con la participación de la población beneficiada (CONAGUA, 2013).

Disponibilidad del agua

A pesar de las acciones emprendidas por el Estado para incrementar la infraestructura hidráulica en las zonas rurales, la cobertura de agua potable sigue siendo menor comparada con las zonas urbanas y su brecha aún bastante amplia (Figura 1). Aunado a lo anterior, algunos sistemas de abastecimiento de agua rural y periurbanos presentan graves problemas en su calidad, diseño y construcción, afectando su calidad y cantidad (Sánchez y Sánchez, 2004).

En algunos estados de la República como Aguascalientes, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán y San Luis Potosí, a pesar de registrar una mayor población en sus zonas rurales, los recursos para fortalecer la infraestructura hidráulica son destinados a atender prioritariamente los grandes conglomerados urbanos. Proyectos recientes como el Acueducto II en Querétaro, el Realito en San Luis Potosí y el Zapotillo en Guanajuato y Jalisco, son ejemplo de ello.

Más grave aún es el hecho de extraer el agua de las zonas rurales para llevarla a las grandes ciudades, lo que genera conflictos y tensiones por el preciado líquido. Lo sucedido recientemente en el Valle del Yaqui, Sonora, donde se disputa el agua de la Presa el Novillo entre agricultores y pobladores de Cajeme y la ciudad de Hermosillo, es sin duda el mejor ejemplo

(Moreno, 2012). Peña (2012) documenta otros casos emblemáticos que evidencian el saqueo del agua de las zonas rurales para cubrir las necesidades de grandes urbes como Monterrey, Guadalajara y León. Algo similar ocurre en las cuencas del Alto Lema y del Valle de México (Romero, 2002). En el mejor de los casos existe un intercambio de agua limpia por aguas residuales, cuando las zonas rurales están cercanas a las ciudades o conectadas por canales revestidos o a cielo abierto.

Se considera que la captación de agua de lluvia es una opción viable para el abastecimiento de agua potable de viviendas rurales y comunidades aisladas (Roldán et al., 2004; Gay et al., 2010). Un sistema de abastecimiento de agua potable, basado en un colector de agua de lluvia acoplado a una planta potabilizadora podría ser una solución técnica apropiada para dotar de agua a pequeñas comunidades rurales (Díaz et al., 2000). Esto incrementaría la cantidad de agua disponible en estas zonas (Álvarez et al., 2009).

Usos de agua

En las áreas rurales existe una clara demanda de agua para múltiples usos (riego, ganadería, procesamiento de productos agropecuarios o microempresas, etc.). Aunque tales usos generan ingresos para las familias y contribuyen a la lucha contra la pobreza, existen sistemas que prohíben el uso múltiple del agua, especialmente para actividades productivas, teniendo un enfoque único y exclusivamente para uso doméstico (Smits et al., 2003; Peña, 2011). En este ámbito es difícil separar los diferentes usos que se le dan al agua; por ejemplo, el abastecimiento rural incluye el suministro de agua para el ganado, a pesar de que éste constituye un problema independiente (Environmental Handbook, 2014).

En las zonas rurales es común utilizar el agua de riego para el aseo del hogar, lavar ropa y trastes o incluso preparar alimentos; sin embargo, en muchas ocasiones ésta no cuenta con la calidad adecuada para ser utilizada en dichos usos, más cuando proviene de las aguas residuales de las ciudades. A pesar de ello se utiliza porque no se cuenta con otra fuente de abastecimiento. Por otro lado, el uso de aguas no tratadas podría provocar la contaminación de los acuíferos superficiales de los cuales se abastecen.

De acuerdo con Reyna (2011) la prestación de servicios de agua y saneamiento de calidad en zonas

rurales para uso doméstico de manera continua y suficiente se dificulta por las características propias de cada comunidad, situación geográfica o por su falta de capacidad técnica y económica para gestionar recursos. Sin embargo, Ostrom (2011) señala que los usuarios y propietarios de bienes comunes, como es el caso del agua, han sido capaces de crear instituciones para lograr un aprovechamiento sustentable, evitando la "tragedia de los comunes" planteada por Hardín en la década de los sesenta.

Gobernanza y gestión del agua

En México, al igual que en otros países, se ha buscado aplicar la gobernanza en varios aspectos y la dotación del servicio de agua potable no ha sido la excepción. *Gobernanza* es el conjunto de interacciones en las que los actores públicos y privados participan, dirigidos a resolver los problemas sociales creando oportunidades para la sociedad, bajo un marco normativo (Kooiman, 2003). Murillo (2012) señala que la gobernanza del agua se puede conceptualizar como toda la actuación de la sociedad y del gobierno en relación con la gestión de los recursos hídricos. En este aspecto, en las zonas rurales destacan dos cosas: el uso colectivo de las diferentes fuentes de agua (basada en usos y costumbres) (Robert, 2002) y el papel fundamental del Estado para dotar de infraestructura hidráulica.

Desde 1934 el Estado ha buscado la participación de las comunidades en la construcción de infraestructura, así como la entrega de los sistemas a las comunidades para que ellas mismas los operen y administren (Galindo y Palerm, 2010). Aunque algunas legislaciones estatales prevén la existencia de espacios para la gestión comunitaria del agua (Barcenás y Palerm, 2012), muchos de estos procesos de gobernanza para gestión del agua en zonas rurales han fracasado. El escaso acompañamiento, la falta de asesoría por parte del Estado, y las diferentes en cada comunidad (confianza, cooperación y capacidad de autogestión) son algunas de las razones de tales fracasos (Guerrero et al., 2010; Poteete et al., 2012).

No obstante, Pimentel y colaboradores (2012) documentan casos exitosos de comunidades con esquemas administrativos y organizativos eficientes para gestionar el agua potable desde adentro. Algunas de las razones que explican lo anterior se relacionan con el acceso a la información en relación con la gestión y manejo de los sistemas de abasto, mecanismos efectivos de participación

social y democracia local, mínima burocracia y conocimiento local. En este sentido Ostrom (2011) señala que una adecuada gestión de los recursos de uso común requiere del compromiso de las partes involucradas y su capacidad de supervisión.

Galindo y Palerm (2007) identifican algunos conflictos entre las instituciones comunitarias autogestivas y los ayuntamientos por la administración de los sistemas de agua potable y destacan la capacidad de los usuarios para gestionar los sistemas hidráulicos con que se abastecen de agua. Asimismo, afirman que la municipalización de los sistemas de agua potable y la creación de organismos operadores generan tensión y desgaste en los lugares donde ya existían instituciones comunitarias para el abasto de agua. La gestión de agua debe verse como un proceso sociopolítico (no sólo técnico), donde se consideren las percepciones y posiciones de los usuarios (Marañón, 2004). Una escasa participación de los usuarios implica conflictos potenciales alrededor del uso del agua (Cebada y Quijada, 2002).

El desarrollo de la participación social y la gestión del agua en comunidades rurales sólo se logra con la interacción constante de las dependencias y organismos gubernamentales (Aguirre, 2002). Por ello, para mejorar la gestión del agua en las zonas rurales es indispensable considerar la participación de los usuarios desde la concepción de los proyectos de dotación de infraestructura y abasto de agua (Córdova et al., 2006).

Con base en la disponibilidad, uso y gestión del agua en las zonas rurales se plantea esta tipología:

- Cuando existe disponibilidad de agua y su uso eficiente. Es decir que hay suficiencia del recurso, es aprovechado adecuadamente y existen acciones enfocadas a lograr un mejor uso.
- Cuando no existe disponibilidad de agua pero su uso es eficiente. Particularmente en zonas rurales de las regiones semiáridas donde la disponibilidad es escasa pero las acciones son efectivas.
- Cuando existe disponibilidad de agua pero su uso es ineficiente. Se cuenta con el recurso, pero no se emprenden acciones que permitan hacer un uso eficiente.



Figura 2. Pozo artesanal de Cuatlamayán, S. L. P. Fotografía propiedad de la autora.

- Cuando no existe disponibilidad y además su uso es ineficiente. Es decir que no se tiene suficiente agua para satisfacer las necesidades y tampoco existen acciones para utilizar eficazmente la escasa agua con la que cuentan.

CONCLUSIONES

La verdadera disponibilidad de agua en México se encuentra muy por debajo de lo señalado por las cifras oficiales. Tal es la gravedad que en regiones como el centro y norte del país se tienen severos problemas de disponibilidad. A pesar de las acciones emprendidas por el Estado para incrementar la infraestructura hidráulica en las zonas rurales, la cobertura de agua potable es menor comparada con las zonas urbanas y la brecha aún bastante amplia. A esto se suma el hecho de la extracción del agua de zonas rurales para llevarla a las grandes ciudades, generando con ello conflictos y tensiones. Aunque se ha buscado la participación de las comunidades en la construcción, operación y administración de los sistemas de agua potable; muchos de estos procesos de gobernanza para gestión del agua en zonas rurales han fracasado. Derivado de esta revisión se establece la siguiente tipología sobre la disponibilidad de agua y uso eficiente: existe disponibilidad de agua y su uso es eficiente, no existe disponibilidad de agua pero su uso es eficiente, existe disponibilidad de agua pero su uso no es eficiente, no existe disponibilidad y tampoco un uso eficiente.

Agradecimientos

La primera autora agradece al CONACYT por la beca otorgada (165724) para la realización de los estudios

doctorales, así como a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios y observaciones que ayudaron a mejorar sustancialmente el presente artículo.

LITERATURA CITADA

- ABOITES, L. Del agua nacional al agua mercantil ambiental algunas ideas para hacer una investigación sobre historia contemporánea de los usos del agua en México. En J. M. Durán, M. Sánchez y A. Escobar (Eds.), *El agua en la historia de México*. México: CUCSH/U de G y COLMICH, 2005.
- AGUIRRE, A. A. La participación social y la gestión del agua en comunidades rurales de Jalisco. *Economía Regional*, 80: 43-49, 2002.
- ALDAMA, Á. A. El Agua en México: una crisis que no debe ser ignorada. En M. A. Jacobo Villa y E. Saborio Fernández (Coords.), *La gestión del agua en México: Los retos para el desarrollo sustentable*. Miguel Ángel Porrúa. Grupo Editorial, 2004.
- ÁLVAREZ, G. et al. Factibilidad técnica del uso de agua de lluvia en el Municipio de Santos Reyes Yucuná, Oaxaca. *Ingeniería*, 3(2): 57-67, 2009.
- ARREGUÍN, F. I. Uso Eficiente del Agua. Trabajo presentado en el *Seminario Internacional sobre Uso Eficiente del Agua*. México, D.F.: CNA-IMTA-IWRA, 1991.
- ARREGUÍN, F. I. et al. El agua en México. Una visión institucional. En B. Jiménez & L. Marín (Eds.), *El agua en México vista desde la academia*. México: Academia Mexicana de Ciencias, 2004.
- CEBADA, M. y QUIJADA, M., Uso y gestión del agua para riego agrícola en el bajío guanajuatense: Nuevas instituciones sociales y cambios productivos. En: B. Boehm Schoendube, J. M. Durán Juárez, M. Sánchez Rodríguez y A. Torres Rodríguez (Coords.), *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago*. Tomo II. Guadalajara, Jal.: El Colegio de Michoacán, Universidad Autónoma de Guadalajara, 2002.
- CTMMA (Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A. C.). *El recurso hídrico en México. Análisis de la situación actual y perspectivas futuras*. México, D. F.: Miguel Ángel Porrúa, 2003.
- CÓRDOVA, G., ROMO, M. y PEÑA, S. Participación ciudadana y gestión del agua en el Valle de Juárez, Chihuahua. *Región y Sociedad*, XVIII(35): 75-105, 2006.
- DÍAZ, C. et al. Abastecimiento de agua potable para pequeñas comunidades rurales por medio de un sistema de colección de lluvia-planta potabilizadora. *Ciencia Ergo Sum*, 7(2): 129-134, 2000.
- DURÁN, J. M. y TORRES, A. Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, XII(36): 129-162, 2006.
- GALINDO, E. y PALERM, J. El agua doméstica para pequeños poblados rurales: concesiones y administración en los siglos XX-XXI. Trabajo presentado en el *Primer Congreso Red de Investigadores Sociales Sobre Agua*. México, 2010.
- GALINDO, E. y PALERM, J. Pequeños sistemas de agua potable: entre la autogestión y el manejo municipal en el estado de Hidalgo, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 4(2): 127-145, 2007.
- GAY, L. et al. Captación pluvial y reutilización de aguas grises mediante humedales artificiales en la microcuenca La Soledad, Guanajuato. *Ciencia@UAQ*, 3(2): 3-12, 2010.
- GUERRERO, A. et al. Gobernanza y participación social en la gestión del agua en la microcuenca El Cangrejo, en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, X(33): 541-567, 2010.
- HERRERA, F. Apuntes sobre las instituciones y los programas de desarrollo rural en México. Del Estado benefactor al Estado neoliberal. *Estudios Sociales*, 17(33): 9-39, 2009.
- KOOIMAN, J. *Governing as Governance*. London: Sage. 256 pp., 2003.
- MARAÑÓN, B. La participación social en el manejo del agua subterránea: entre el discurso y la realidad. En C. Tortajada, V. Guerrero y R. Sandoval (Coords.), *Hacia una gestión integral del agua en México: retos y alternativas*. Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa, 2004.
- MORENO, J. Conflicto por el agua entre la agricultura y la ciudad: el caso del acueducto presa El Novillo-Hermosillo. En A. Torres Rodríguez y S. Mendoza Bohne (Coords.), *Memoria del 2do Congreso de la Red de Investigadores Sociales sobre Agua*. Chapala: Universidad de Guadalajara, 2012.
- MURILLO, D. Gobernanza del agua, conceptos, consensos y disensos. En D. Murillo Licea (Coord.), *La gobernanza del agua: Un desafío actual. Hacia una mirada crítica del concepto y de su aplicación*. Jiutepec, Mor.: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2012.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-011-CNA-2000. Conservación de recurso agua. Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, 17 de abril de 2002.
- OSTROM, E. *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. 2 ed., México, D. F.: Ed. Fondo de Cultura Económica, 2011.

- PALACIOS, E. Uso del agua en el sector agrícola. En M. A. Jacobo Villa y E. Saborio Fernández (Coords.), *La gestión del agua en México: Los retos para el desarrollo sustentable*. Miguel Ángel Porrúa. Grupo Editorial, 2004.
 - PEÑA, F. Problemas sociales en la utilización de aguas residuales urbanas en la agricultura. En Ú. Oswald Spring. (Coord.), *Retos de la investigación del agua en México*. Ed. UNAM, 2011.
 - PEÑA, J. *Crisis del agua en Monterrey, Guadalajara, San Luis Potosí, León y la Ciudad de México (1950-2010)*. México, D. F.: Ed. UNAM, 2012.
 - PIMENTEL, J. L. et al. Capacidades locales y de gestión social para el abasto de agua doméstica en comunidades rurales del Valle de Zamora, Michoacán, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 9(2): 107-121, 2012.
 - POTEETE, A. et al. Trabajar Juntos: Acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica. México, D. F.: Ed. Consejo Editorial UNAM, 2012.
 - REYNA, N. *Retos de la gestión sustentable de los servicios de agua y saneamiento en comunidades rurales. Caso de estudio de Tacotalpa, Tabasco*. México, D. F.: Naciones Unidas, 2011.
 - ROBERT, J. Las aguas arquetípicas y la globalización del desvalor. En P. Ávila García (Ed.), *Agua, Cultura y Sociedad en México*. Zamora, Mich.: El Colegio de Michoacán, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2002.
 - ROLDÁN, P. et al. Disponibilidad de lluvia para abastecer de agua potable. Aplicación en el Centro de Antioquia. Presentación preparada para presentación en el XVI Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología. Sociedad Colombiana de Ingenieros. Sociedad de Ingenieros del Quindío. Universidad del Quindío. Corporación Autónoma Regional del Quindío Armenia 29, 30 y 31 de octubre de 2004.
 - ROMERO, P. Agua en el alto Lerma. Experiencias y lecciones de uso y gestión. En B. Boehm Schoendube, J. M. Durán Juárez, M. Sánchez Rodríguez y A. Torres Rodríguez (Coords.), *Los estudios del agua en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago*. Tomo I. Guadalajara, Jal.: El Colegio de Michoacán, Universidad Autónoma de Guadalajara, 2002.
 - TOLEDO, A. El agua en México y en el mundo. *Gaceta Ecológica*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, 64: 9-18, 2002.
- De páginas electrónicas**
- BÁRCENAS, R. y PALERM, J. Las aguas de los pueblos: legislación sobre agua y propiedad corporada. Una breve revisión documental. Trabajo presentado en el II Congreso de la Red-ISSA, México, Chapala, 2012. Recuperado de http://redissa.hostei.com/congreso_2012/Barcenas.pdf; consultado el 25 de marzo de 2013.
 - BOURGUETT, V. J. et al. *Manual para el uso eficiente y racional del agua. ¡Utiliza sólo la necesaria!* México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Coordinación de Tecnología Hidráulica, 2003. Recuperado de <http://www.waterygymex.org/contenidos/rtecnicos/Reduccion%20de%20la%20Demanda/Manual%20Uso%20eficiente%20y%20racional%20del%20agua.pdf>; consultado el 22 de abril de 2013.
 - CONAGUA. Recuperado de <http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=24&n3=24>; consultado el 20 de mayo de 2013.
 - CONAGUA. *Iniciativa por el ahorro y uso eficiente del agua*. Agosto de 2012. Recuperado de <http://www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=6&n2=165&n3=252>., consultado el 10 de febrero de 2014.
 - CONAGUA. *Situación de Subsector Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento*. Edición 2011. México: CNA, 2011. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/DSAPAS%20Edicion%202011.pdf>, consultado el 29 de abril de 2013.
 - ENVIRONMENTAL HANDBOOK. *Documentation on Monitoring and Evaluating Environmental Impacts*. Volume 1: Introduction, Cross-sectoral Planning, Infrastructure. By German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (Ed). Recuperado de <http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/enven/begin.htm>., consultado el 10 de febrero de 2014.
 - RAE (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA). *Disponibilidad*. Recuperado de <http://lema.rae.es/drae/?val=disponibilidad>., consultado el 08 de febrero de 2014.
 - SÁNCHEZ, L. D. y SÁNCHEZ, A. Uso eficiente del agua. *Ponencias sobre una perspectiva general temática*. IRC International Water and Sanitation Centre. CINARA Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico, 2004. Recuperado de http://www.cap-net-esp.org/document/document/145/53_Uso_Eficiente_2004_1_.pdf; consultado el 13 de mayo de 2013.
 - SMITS, S. et al. *Reconocer la realidad; el uso múltiple de los sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales*. Recuperado de http://objetos.univalle.edu.co/files/Reconocer_la_realidad.pdf; consultado el 15 de abril de 2013.

CAPÍTULO IV

Disponibilidad y uso de agua en dos comunidades del Altiplano y Huasteca Potosina

Resumen

La situación que se vive en las zonas rurales con respecto a la disponibilidad y uso del agua es diferente, cada región tiene sus problemáticas particulares, en algunos casos como sucede en la localidad de Cuatlamayán (huasteca potosina) existe diferentes fuentes de agua, lo que aumenta la disponibilidad de agua; existen otras localidades donde las fuentes se limitan a una y la disponibilidad es baja, como el caso de San José del Grito (altiplano potosino) donde se realizan ciertas actividades como el reuso de agua y la captación de agua de lluvia para tener agua para todas las actividades que requieren de su uso dentro del hogar. De acuerdo a lo observado en ambas localidades se puede establecer que la disponibilidad y el uso del agua son aspectos estrechamente relacionados; cuando existen altos niveles de disponibilidad de agua no se tiene control de la cantidad de agua que se utiliza para cada una de las actividades realizadas, mientras que cuando existe una baja disponibilidad se realizan actividades para eficientizar el uso del agua dentro del hogar.

Palabras clave. Disponibilidad de agua, uso de agua, San José del Grito, Cuatlamayán.

Introducción

Para lograr mejorar la gestión es importante considerar dos conceptos fundamentales: la disponibilidad y el uso del agua; es necesario saber cuánta agua tenemos y en que la estamos utilizando, para partir de ello y diseñar estrategias que permitan llegar a una gestión sustentable y evitar problemas relacionados con el agua, tales como el desabasto de agua y enfermedades provocadas por el consumo de agua contaminada.

Cada región se enfrenta a problemáticas diferentes con respecto al agua, es por ello que su gestión no debe homogeneizarse a lo largo de todo el territorio, en algunas zonas la disponibilidad es mucho mayor que en otras; por otra parte, para los diferentes usos la calidad que se requiere es diferente, siendo el uso para consumo humano, así como para la producción y procesamiento de alimentos donde se requiere agua de mejor calidad; es por ello que las medidas que se tomen en cada región deben ser diferenciadas considerando tanto su disponibilidad como su uso.

Para lograr una mejor gestión del agua es necesario contar con información acerca de las cantidades que se extraen de agua, así como el uso que se le da a esta; sin embargo, no siempre se cuenta con esta información, en las ciudades existe la posibilidad de contar con información de la disponibilidad y uso del agua, mediante la tecnología instalada como son los medidores de los sistemas de distribución a los hogares; sin embargo, en las áreas rurales no existe información de ninguna índole en referencia a la disponibilidad y uso de agua, la cual es necesaria para realizar actividades que contribuyan a mejorar la gestión del recurso y con ello hacer frente a problemas de desabasto y de enfermedades provocadas por el agua; asimismo, es necesario conocer las particularidades de las zonas donde se pretenda acciones de mejora en la gestión de agua.

Este trabajo analiza la disponibilidad y el uso del agua a nivel doméstico en dos comunidades rurales del estado de San Luis Potosí, una situada en el semidesierto y la otra en la Huasteca Potosina, se buscó conocer sus similitudes y diferencias, a partir de ello diseñaron alternativas de gestión tomando en consideración sus particularidades.

Uso de agua

Los usos del agua se clasifican en dos grupos: consuntivos y no consuntivos. Los primeros son aquellos en los que por las características del proceso existen pérdidas volumétricas de agua, lo que significa que la cantidad de agua que sale es menor a la que entra; los segundos son aquellos en los que no existen pérdidas, la cantidad de agua que entra es la misma o aproximadamente la misma que sale del proceso (Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C., 2003).

En nuestro país se utiliza esta clasificación, el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) establece una clasificación de los usos del agua de manera agrupada, tal como se muestra en la siguiente **tabla 1**.

Tabla 1. Clasificación de usos del agua.

Uso agrupado	Consuntivo/no consuntivo	Rubros de clasificación del Repda
Agrícola	Consuntivo	Agrícola, acuicultura, pecuario, usos múltiples, otros usos.
Abastecimiento público	Consuntivo	Doméstico, público urbano
Industria autoabastecida	Consuntivo	Agroindustrial, servicios, industrial, comercio.
Energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad	Consuntivo	Industrial.
Hidroeléctrico	No consuntivo	Hidroeléctricas.

Durante el periodo 2001 al 2012, el 61.6% del agua utilizada para uso consuntivo provenía de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos), mientras que el 38.4% restante fue de fuentes subterráneas (acuíferos). El 76.6% del agua concesionada se utilizó para uso agrícola, principalmente para riego, el 14.5% fue para abastecimiento público, el 4.0% para la industria autoabastecida y el 4.9% para energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad (CONAGUA, 2013).

En nuestro país el uso agrícola es el que utiliza la mayor cantidad del agua concesionada; el uso doméstico se encuentra en la segunda posición, el tener agua en el hogar se encuentra relacionado con la situación de pobreza. El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) contempla dentro de sus dimensiones en la medición oficial de la pobreza el acceso a los servicios básicos en la vivienda, los cuales son muy importantes para el entorno en el que las personas interactúan y se desarrollan.

Expertos de la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) identificaron cuatro servicios básicos con los que deben contar las viviendas: acceso al agua potable, disponibilidad de servicio de drenaje, servicio de electricidad y combustible para cocinar en la vivienda. Contar con los servicios básicos eleva el bienestar de las personas y su calidad de vida. En una vivienda digna hay más higiene y mejores condiciones físicas y sociales para llevar a cabo las diferentes actividades de los integrantes del hogar (SEDESOL, 2011).

Uso doméstico de agua

El contar con el servicio de agua dentro de los hogares representa un rubro que puede ayudar a visualizar el nivel de vida de una región, este se asocia a niveles de pobreza y marginación, las zonas donde no se cuenta con dicho servicio son áreas alejadas o en algunos casos de alta marginación que a pesar de tener cerca la infraestructura para contar con el servicio no cuentan con él, esta situación se visualiza principalmente en los cinturones de pobreza de las ciudades.

El uso de agua en los hogares se encuentra principalmente en los siguientes rubros: inodoro, regadera, lavabo, lavado de trastes, preparación de alimentos, beber, lavar ropa, limpieza del hogar, riego de jardín, lavado de automóvil. En el caso de las zonas rurales también se puede incluir el agua que utilizan para sus animales y para sus huertos familiares.

La cantidad de agua que se utiliza por individuo puede variar por diferentes factores, de acuerdo a la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI) el consumo de

agua puede depender del clima de la región, así como de la zona donde se encuentre la vivienda, Tabla 2.

Tabla 2. Consumo per cápita en litros diarios.

Clima	Residencial	Media	Popular
Cálido mayo a 22°C	400	230	185
Semicálido de 18 a 22°C	300	205	130
Templado de 12 a 17.9°C	250	195	100
Frío menor a 12°C	250	195	100

Fuente: CONAFOVI, Guía para el uso eficiente de agua en desarrollos habitacionales, 2005.

Datos de organismos operadores de Agua señalan que el consumo promedio de una familia de cinco miembros puede ser de hasta 1,500 litros diarios. El agua que se utiliza en los hogares debe ser de mejor calidad; sin embargo, no en todos los usos se requiere la misma calidad, existen usos como el inodoro, lavado de ropa, riego del jardín, limpieza del hogar, lavado del coche, en los cuales la calidad puede ser menor sin afectar la salud de los habitantes del hogar.

Uso de agua en zonas rurales

El consumo de agua está en función de una serie de factores inherentes a la localidad que se abastece y varía de una a otra. Los principales factores que influyen en el consumo de agua en una localidad pueden ser: clima, nivel de vida de la población, costumbres de la población, sistema de provisión y cobranza (servicio médico o no), calidad del agua suministrada, costo del agua (tarifa), presión en la red de distribución, consumo comercial, consumo industrial, consumo público, pérdidas en el sistema, existencia de red de alcantarillado y otros factores (UNAM, 2014).

Sánchez y Sánchez (2004) señalan que en muchos casos se han identificado graves problemas de calidad en el diseño y construcción de los sistemas de abastecimiento de agua rural y peri-urbanos con grandes presiones de servicio, entre los que se pueden mencionar las pérdidas físicas de agua y el despilfarro por parte de los usuarios, debido a la falta de micro-medición y al no cobro del servicio. Los autores mencionan que al superarse estas limitaciones se genera una fuente potencial, que a través de prácticas

de uso eficiente de agua permitiría destinar parte del agua ahorrada a actividades productivas sin la necesidad de grandes inversiones en obras físicas. Sin embargo, es importante tener en consideración que el nivel de disponibilidad de agua no es el mismo en todas las regiones y las situaciones de despilfarro no se observan en todos los casos.

La prestación de servicios de saneamiento que contribuyan a mejorar la calidad del agua para uso doméstico (beber, comer, cocinar y lavarse) en zonas rurales, se debe de operar de manera continua y suficiente, esto en muchas ocasiones se dificulta tanto por las características del lugar donde se encuentran establecidas, así como por su falta de capacidad técnica y económica para gestionar recursos.

Disponibilidad de agua

En el Primer informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo (2003) se señala que únicamente el 2.53% del total del agua en la tierra es dulce, distribuida en lagos, ríos, acuíferos y embalses; aproximadamente las dos terceras partes del agua dulce se encuentran inmovilizadas en glaciares. La cantidad de agua dulce se ve reducida debido a la contaminación y por los desechos que son arrojados diariamente en aguas receptoras. Asimismo, se establece que el aumento en la población provoca presión sobre la disponibilidad del recurso.

En términos generales, existe una menor disponibilidad de agua en relación con la demanda, aunque esto no expresa la situación regional de escasez en algunas zonas y de sobre abundancia en otras, esto se debe a que la precipitación no se presenta de manera homogénea, ni en tiempo ni en espacio. En México el recurso es escaso en el norte y centro del país, en el primero debido a los niveles bajos de precipitación y en el segundo se debe a que la demanda supera el nivel de disponibilidad natural de agua, situación que provoca una sobreexplotación del recurso en ambas regiones; en los estados del sureste el recurso es abundante, asimismo en esta región el nivel de concentración de población es menor (Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C., 2003).

La disponibilidad de agua se refiere al volumen total de líquido que hay en una región. Para saber la cantidad existente para cada habitante se divide el volumen de agua entre el número de personas de una población. Debido al crecimiento de la población, la disponibilidad de agua ha disminuido de manera considerable: en 1910 era de 31 mil m³ por habitante al año; para 1950 había disminuido hasta un poco más de 18 mil m³; en 1970 se ubicó por debajo de los 10 mil m³, en 2005 era de 4 573 m³ y para 2010 disminuyó a 4 230 m³ anuales por cada mexicano (INEGI, 2014).

En nuestro país hay diferencias muy grandes en cuanto a la disponibilidad de agua. Las zonas centro y norte de México son, en su mayor parte, áridas o semiáridas: los estados norteños, apenas reciben el 25% del agua de lluvia. En el caso de las entidades del sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz de Ignacio de la Llave y Tabasco) es lo contrario, éstas reciben casi la mitad del agua de lluvia (49.6%) y en las del sur, también llueve mucho, no obstante, sus habitantes tienen menor acceso al vital líquido, pues no cuentan con los servicios básicos, como es agua entubada dentro de la vivienda. En el Valle de México se encuentra la disponibilidad anual más baja de agua (apenas de 186 m³/hab.); en caso contrario se encuentra la frontera sur (más de 24 mil m³/hab.) (INEGI, 2014).

Disponibilidad de agua en zonas rurales

El agua es un patrimonio o activo social, la idea de activo social nos acerca a la de propiedad comunal que, en ningún caso, es sinónimo de libre acceso o de ausencia de propiedad. Cualquier evaluación que se haga sobre las reservas o la disponibilidad de un recurso natural –en concreto sobre el agua– sólo tiene sentido si se relaciona con la tecnología o con el marco o estructura institucional de la sociedad en la que se encuentre. En el caso concreto del agua subterránea y suponiendo que llueve ahora lo mismo que hace quinientos años, con una tecnología como la noria, la disponibilidad de agua estaba limitada por la propia capacidad de extracción de esta tecnología y por las normas o leyes que regulaban dicha extracción. Sin embargo, la mejora en las tecnologías de perforación y bombeo, así como el cambio en las leyes de aguas que regulan su explotación, ha ido facilitando la extracción del agua subterránea y por ende

umentando, en consecuencia, la disponibilidad de este recurso ha disminuido (Aguilera, 2003).

Las zonas rurales tienen una cobertura de agua potable menor que las zonas urbanas, esto nos muestra una falta de equidad en su distribución regional, si bien en los últimos años se ha realizado un esfuerzo para llevar agua potable a las zonas rurales, no se ha logrado disminuir la brecha que existe entre la dotación del servicio de agua en las zonas rurales en comparación con las zonas urbanas. El porcentaje de dotación de agua en las zonas rurales, sigue siendo menor que el de las zonas urbanas.

Tomando en consideración los datos publicados en la Conagua en sus reportes anuales de las estadísticas del agua en México, la cobertura de agua en las zonas rurales está relacionada con la inversión que se destina para fortalecer la infraestructura en estas zonas, la cual en muchas ocasiones no es suficiente para abatir los rezagos que existen en estas áreas con respecto a este servicio. Asimismo, es importante tener en consideración que la situación que se vive en cada una de las zonas rurales con respecto a la disponibilidad de agua no es la misma, existen áreas de abundancia y otras de escasez, dicha situación repercute en forma en que se usa el recurso, el cual no es el mismo en todas las localidades rurales.

Materiales y métodos

La situación que se vive en las zonas rurales de México con respecto a la disponibilidad y uso de agua es distinta, dependiendo de las particularidades de cada región. Dichas diferencias están marcadas por características físicas y socioeconómicas, tales como: clima, topografía, hidrografía, relieve, ubicación geográfica, población y estructura productiva; éstas provocan marcados contrastes entre las diferentes regiones del país; asimismo, también es importante considerar el aspecto cultural, la cosmovisión de los grupos originarios y de las poblaciones mestizas con respecto a los recursos naturales es diferente; por otra parte, la forma de organizarse para hacer uso de éstos recursos es distinta.

En el presente estudio se trabajó en dos localidades rurales de San Luis Potosí, México; una de la Huasteca Potosina y otra del Altiplano Potosino. Ambas regiones tienen características diferentes, desde el clima, la disponibilidad de recursos naturales y las tradiciones. En relación al clima en la zona de la Huasteca es semi cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, en la zona del Altiplano el clima es seco y semiseco con una precipitación baja.

Para realizar la investigación se recolectó información documental acerca de la disponibilidad y uso de agua en la comunidad; para conocer datos de las comunidades en relación a los conceptos se aplicaron cuestionarios en hogares de ambas comunidades, 32 en San José del Grito y 30 en Cuatlamayan, al ser localidades con una cantidad pequeña de hogares se buscó que la muestra fuera representativa considerando el 30% de la población, la aplicación de los cuestionarios fue de manera aleatoria, se buscó aplicar cuestionarios a lo largo de ambas comunidades, los cuestionarios no se aplicaron únicamente en la zona centro de las localidades; para procesar la información obtenida en campo se utilizó el programa SPSS, mediante el cual se realizó el análisis estadístico de la información recabada en campo.

Observando tales diferencias dentro del territorio del estado, se consideró pertinente realizar una investigación que permitiera conocer de manera particular en cada región la disponibilidad y el uso de agua que se realiza en una localidad rural de cada una de las localidades rurales del estado, con ello se buscó en primer instancia comparar la situación que existe en ambas zonas, así como determinar si es congruente desarrollar estrategias homogéneas para mejorar la gestión del agua para todas las áreas rurales del estado o bien es necesario que se realicen acciones diferenciadas en cada región.

Una de las localidades se encuentra ubicada en el municipio de Moctezuma que se encuentra situado en el altiplano potosino en la región hidrológica siete, y otra del municipio de Tancanhuitz de la zona huasteca de la región hidrológica nueve.

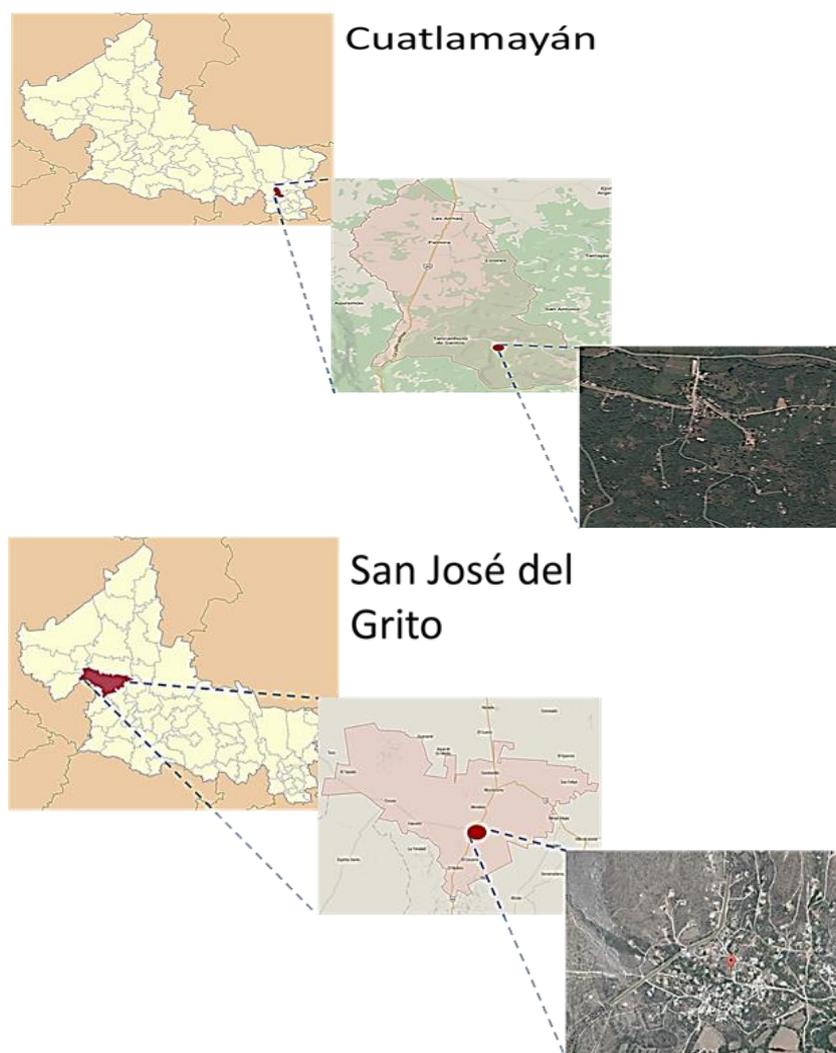
Para seleccionar las localidades donde realizaría la investigación se consideraron los aspectos que se enumeran en la tabla 3.

Tabla 3. Aspectos a considerar para la selección de localidades.

Aspecto	Razón
Población	En la zona existen comunidades con tamaños de población muy diversos; sin embargo en la investigación, se consideraron localidades con una población mayor de 300 y menor de 500.
Composición de la población	Se consideró el aspecto en cuanto a género y grupos de edad; la percepción de las mujeres es diferente con respecto a la de los hombres en relación al agua, se buscaron localidades con porcentajes de 50% de población femenina y 50% de masculina. En cuanto a los grupos de edad se consideraron localidades con porcentajes altos de población de 60 años y más, los adultos mayores tienen acerca de cómo ha ido evolucionando la disponibilidad y los usos de agua en las localidades.
Nivel educativo	Se trabajó con localidades con niveles de educación medios, esto permitió contar en una misma localidad con personas con niveles educativos bajos y con personas con niveles altos lo que permitió realizar contrastes dentro de la misma localidad.
Infraestructura	Para realizar el estudio se consideraron las vías de acceso a las comunidades, esto permitió planear de mejor manera el trabajo en campo y con ello se logró cumplir en tiempo lo especificado en el plan de trabajo.
Porcentaje de viviendas con agua potable	Se consideraron localidades con viviendas que cuenten con viviendas con acceso a agua potable con porcentajes de 0 a 50 por ciento, en las zonas donde existe un bajo nivel de acceso al agua potable suelen desarrollarse estrategias para eficientizar el uso del agua.
Principales actividades económicas	Se buscaron comunidades que tengan diversificadas sus actividades económicas, con una mayor concentración en la actividad agrícola. Siendo ésta una de las actividades que hacen un uso más intensivo del agua.

Se consideraron varias localidades como posibles zonas de estudio; sin embargo, tomando en consideración los aspectos antes mencionados se determinó trabajar en Cuatlamayán, ubicada en la huasteca potosina en el municipio de Tancanhuitz de Santos y en San José del Grito que se localiza en el altiplano potosino en el municipio de Moctezuma.

Figura 1. Localización de las localidades.

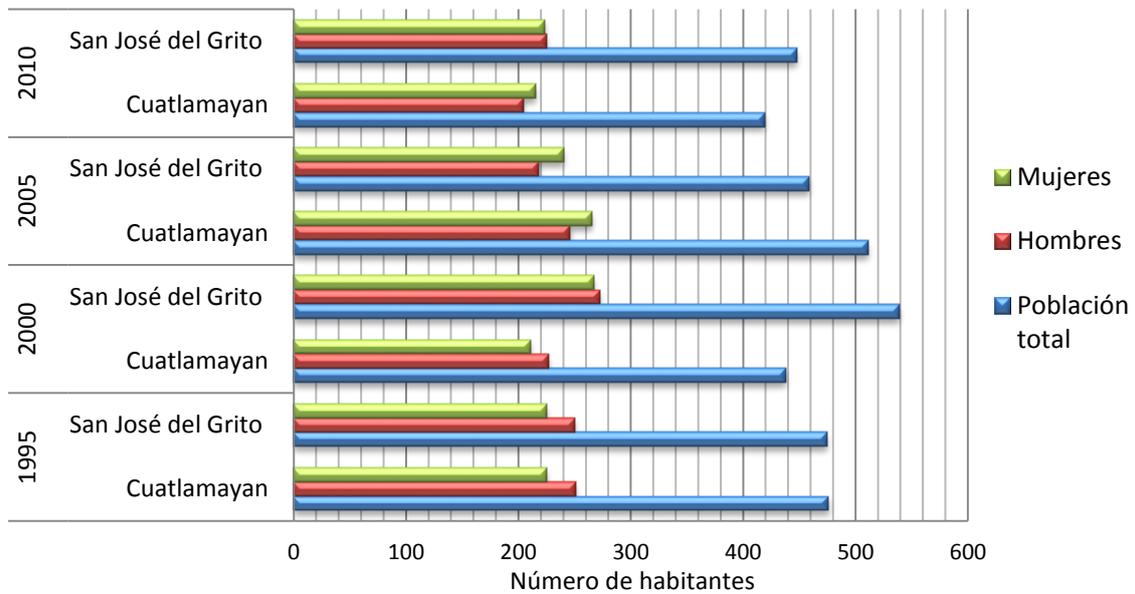


Fuente: Elaboración propia con base en datos de google maps.

En relación a su población en los últimos años en ambas localidades no se han dado grandes cambios (figura 2), se han dado aumentos y disminuciones de la cantidad de población en las localidades, dicha disminución se puede percibir más en San José del

Grito, situación que puede ser atribuída a la migración que se da de habitantes de la localidad hacia estados vecinos (Nuevo León) y en algunos casos hacia Estados Unidos, situación provocada por la falta de fuentes de empleo cercanas a la localidad.

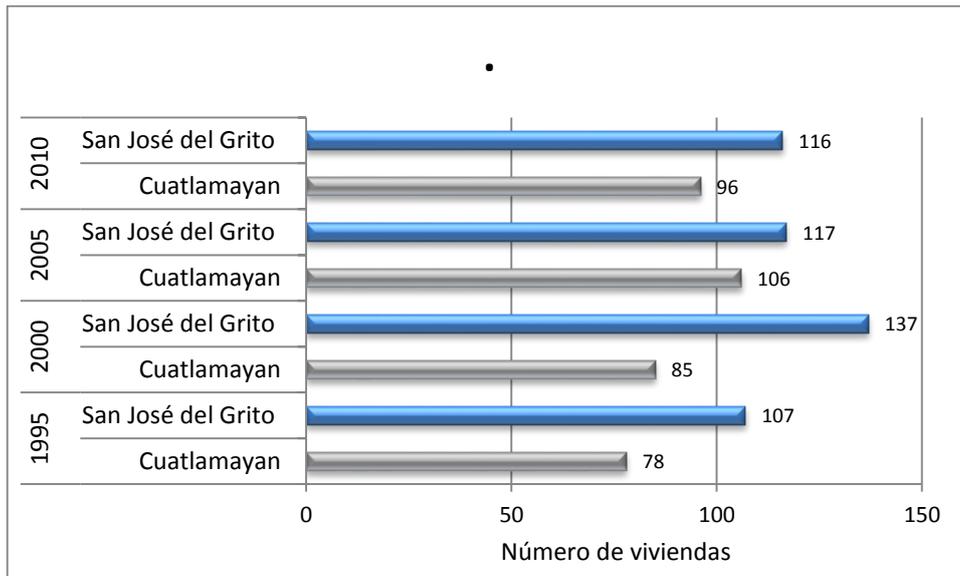
Figura 2. Población total, hombres y mujeres en las localidades (1995-2010).



Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI.

En cuanto a las viviendas habitadas en Cuatlamayán de 1995 a 2005 aumentaron, sin embargo para 2010 estas disminuyeron y con ello la cantidad de hogares que requieren de agua para cubrir las necesidades de la vivienda, en San José del Grito la situación es diferente, a partir del 2000 el número de viviendas habitadas ha disminuido, situación que se corroboró durante el trabajo de campo donde se observaron varias viviendas no habitadas, las cuales son de habitantes que han migrado, principalmente a Estados Unidos (figura 3).

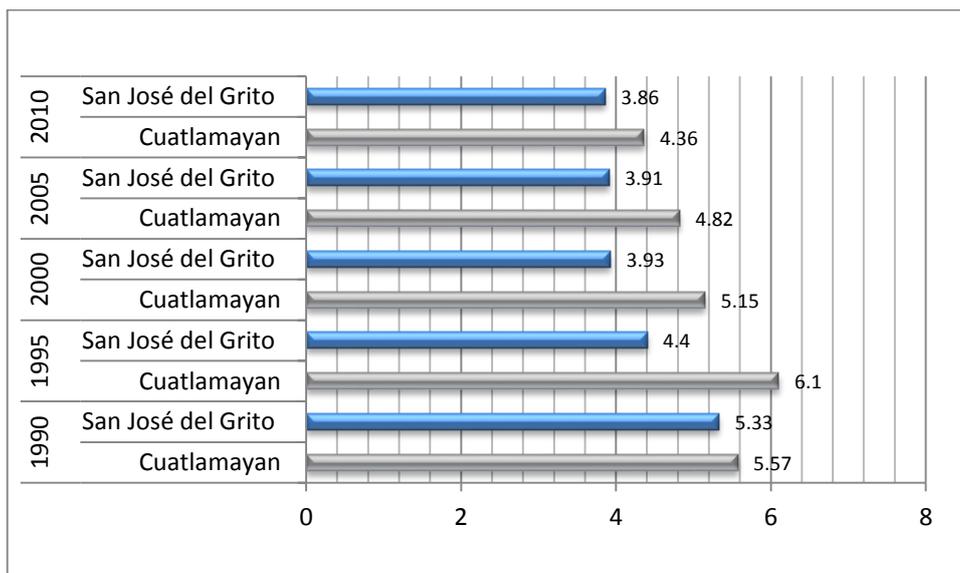
Figura 3. Número de viviendas habitadas en las localidades (1995-2010).



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en INEGI.

En relación al promedio de habitantes por vivienda en la figura 4 se observa que en ambas localidades en los últimos años ha disminuido el promedio de habitantes por vivienda, situación que puede ser atribuida a que los matrimonios jóvenes deciden tener una menor cantidad de hijos, dicha situación también puede influir en que la población de ambas localidades no se haya incrementado de manera abrupta.

Figura 4. Promedio de habitantes por vivienda en las localidades (1990-2010).



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en INEGI.

Para conocer los aspectos relacionados con la disponibilidad y el uso del agua en las localidades, en ambas localidades se aplicaron cuestionarios a una muestra de 30 hogares; para corroborar datos así como para conocer de manera más detallada la forma como se organiza cada una de las localidades con respecto a la gestión del agua se aplicaron entrevistas a las autoridades de cada localidad y a algunos usuarios.

Es importante mencionar que la forma de abastecerse de agua en cada una de las localidades es diferente, en el caso de San José del Grito se abastecen de agua subterránea de un pozo que se encuentra en parte Este de la comunidad, existe una red de distribución de agua entubada, la mayoría de los hogares tienen una llave y el agua les llega un día sí dos días no, esta medida la adoptaron los habitantes de la localidad debido a que el agua del pozo no es suficiente para abastecer a toda la localidad todos los días. En Cuatlamayán se abastecen de agua superficial de un arroyo que pasa al lado de la localidad, así como de los arroyos que se forman dentro de la localidad en temporada de lluvias, además de las norias que tienen algunas personas en sus casas y de tres norias públicas que hay a lo largo de la localidad; algunas casas de la parte del centro de la localidad están conectadas a una red de distribución de agua, la cual se obtiene de la noria pública ubicada en el centro de la localidad.

El análisis de la información de los cuestionarios y las entrevistas se realizó de manera separada por localidad, lo cual permitió conocer las particularidades de cada comunidad de acuerdo a la disponibilidad y uso de agua. Es importante mencionar que el trabajo en San José del Grito implicó una mayor labor de convencimiento con los pobladores de la localidad, debido a que en esta comunidad no se había realizado en el pasado ningún tipo de trabajo de investigación y en el caso de Cuatlamayán les ha tocado colaborar en algunas investigaciones.

Resultados

En relación a la gestión del agua los resultados muestran que existe una organización dentro de las comunidades, si bien el tipo de organización no es igual, tienen ciertas similitudes, lo que puede atribuirse a diferentes aspectos, entre los que sobresale la

disponibilidad de agua dentro de la localidad, aspecto que está relacionado con el uso y la gestión que se realiza de la misma.

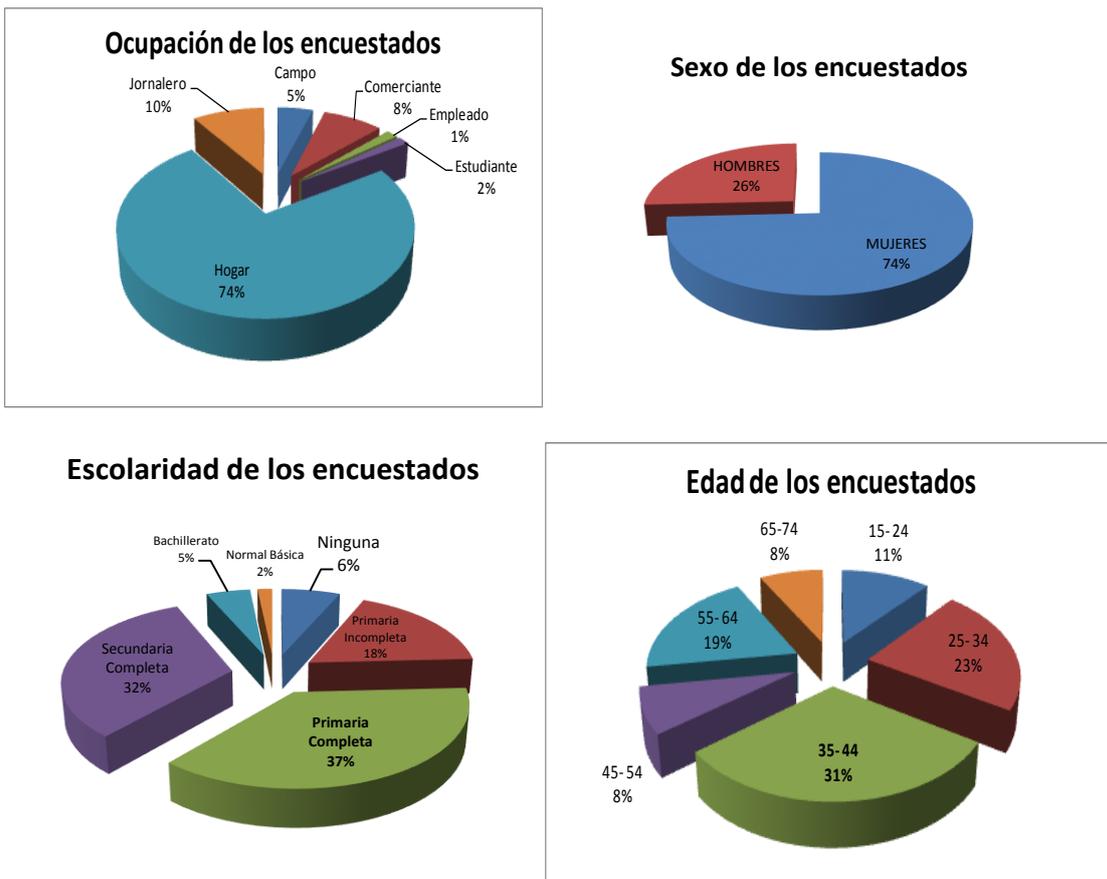
La disponibilidad de agua en la localidad de Cuatlamayán se abastece de norias y del agua del arroyo que pasa al lado de la localidad, así como de los arroyos que se forman cerca de la localidad en temporada de lluvias. La gente que cuenta con noria en su casa saca agua por las mañanas para el gasto que tengan durante el día, otras personas sacan conforme la utilizan durante el día. Las personas que acuden a las norias comunitarias por lo regular van en las mañanas por el agua que utilizarán durante el día y si esta no les alcanza para su gasto diario van nuevamente a la noria por la tarde (**Ver anexo**), asimismo buscan tener agua en su casa por la noche "por si se llega a ocupar", señalan que "no les gusta amanecer sin agua".

En San José del Grito existe una red de distribución de agua dentro de la localidad, debido a que el pozo no tiene capacidad para abastecer de agua a toda la comunidad, ésta se encuentra dividida en tres zonas para repartir el agua; a la mayoría de las casas les llega un día agua y dos días no, por lo que todos almacenan agua en tinacos y tambos (200 litros) para que tengan agua para realizar sus actividades. En esta localidad se tiene una noria de la cual se obtiene agua para dar de beber a los animales cuando los llevan al monte; en algunas ocasiones cuando el agua que les llegó por la red no les alcanza para cubrir su gasto o se descomponen la bomba del pozo, la gente acude a esta noria por agua (**Ver anexos**).

Análisis estadísticos

En la figura 5 se muestran aspectos generales de las personas a quienes se les aplicó el cuestionario la mayoría fueron mujeres (74%) que se dedican al hogar (74%) que tienen la primaria completa (37%), cuya edad oscila entre los 35 y 44 años (31%).

Figura 5. Aspectos generales de los encuestados.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en los cuestionarios aplicados.

Para realizar el análisis de los datos obtenidos durante la aplicación del cuestionario en las localidades bajo estudio, se utilizó el programa SPSS mediante cual se obtuvieron las estadísticas descriptivas de la información producida durante el trabajo de campo en ambas localidades. En la **tabla 4** se muestran los datos descriptivos de las variables consideradas en el cuestionario.

Tabla 4. Datos estadísticos obtenidos de los cuestionarios aplicados en ambas localidades.

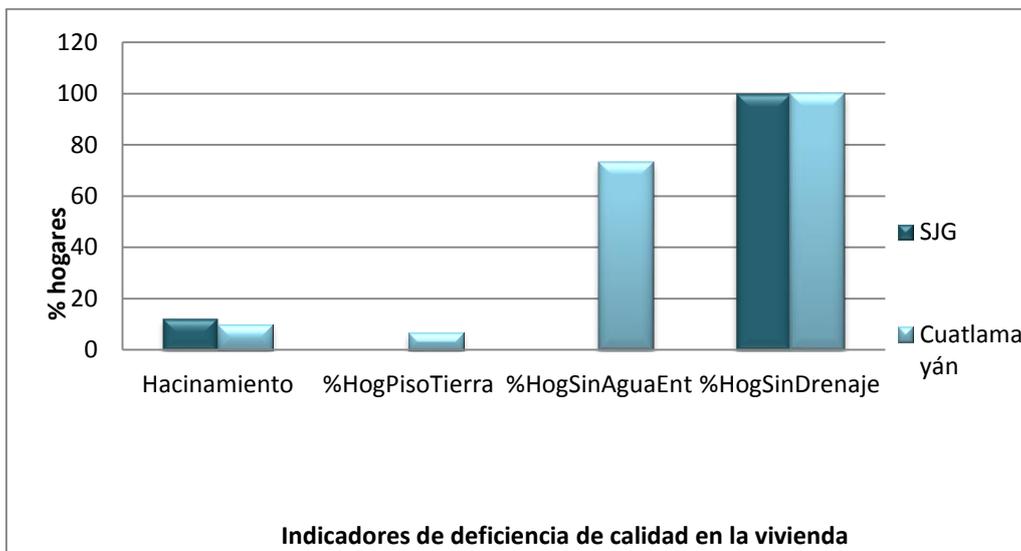
Variable	Valor mínimo		Valor máximo		Media		Desviación estándar	
	Cuatlamayán	San José	Cuatlamayán	San José	Cuatlamayán	San José	Cuatlamayán	San José
Edad	18	15	67	73	41.97	41.97	15.01	14.22
Escolaridad	0	0	16	9	6.8	6.31	3.69	2.58
Hab hogar	2	2	25	12	4.9	5.22	4.11	2.04
No cuartos	2	1	12	5	3.37	3.28	1.88	0.96
Ltrs escusado	3	2	4	8	3.5	5.33	0.71	2.20
Totalganado	1	1	6	104	2.875	22.17	1.96	25.85
Q almacena	5	200	7000	2100	605.75	882.03	1543.88	482.44
T duración	1	2	60	15	11.11	6.62	16.48	4.62
Frecuencia mantenimiento	1	3	365	300	79.75	28.39	130.50	57.33
Llegada hrs 5 años	6	1	12	12	11	3.36	2.45	4.30
Llega hrs actual	5	1	12	8	10.37	1.70	3.02	1.54
Q lluvia	20	40	7000	750	990	317.08	2245.95	191.59
Lavar trastes	35	28	420	420	174.5	103.69	95.23	83.88
Aseo personal	210	180	3250	1148	656.87	546.48	577.30	283.87
Lavar ropa	70	30	1750	1200	463.5	324.19	396.26	250.32
Beber animales	0	28	70	1400	12.83	460.33	23.33	470.32
Aseo hogar	8	12	140	420	69.7	103.22	46.00	97.11
Cap cubeta	2	3	20	20	12.2	10.56	6.28	6.09
Q cubetas	1	1	6	6	1.7	1.94	1.24	1.19
Prep comida	7	7	490	70	64.4	24.59	86.61	14.34
Q plantas	0	4	50	60	17.43	22.94	15.52	12.83
Ltrs ocupa	0	0	80	40	19.77	7.69	17.66	8.87
Ltrs usa	0	2	120	80	8.2	28.75	23.44	23.13
Valid N (listwise)		4		100		26.87		25.26

Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en los cuestionarios.

En la tabla 4 se observa que si bien existen similitudes en relación a algunas variables en otras como: total de ganado, cantidad de agua que almacena, frecuencia de mantenimiento, cantidad de agua de lluvia captada, agua para los animales y agua que ocupa para las plantas; existen marcadas diferencias entre ambas localidades. En el caso del ganado en San José del Grito la cantidad de ganado es mayor que en Cuatlamayán; en relación a la cantidad de agua que almacenan en San José del Grito almacenan más agua, esto puede ser atribuido a que en esta localidad les llega agua cada tres días y en el caso de Cuatlamayán pasa el arroyo al lado de la localidad, además tienen norias a donde pueden acudir por agua en cualquier momento del día; dicha situación también está relacionada a la cantidad de agua de lluvia captada, la cual en San José del Grito es mayor que en Cuatlamayán; en cuanto al agua que utilizan para los animales y para las plantas se observa que en San José se realiza un mayor uso de agua para estos rubros.

Las características de los hogares donde se aplicó el cuestionario se observan en la Figura 6, se observa que en San José del Grito no existen hogares con piso de tierra y todos los hogares encuestados cuentan con agua entubada, en relación al servicio de drenaje en ninguna de las dos localidades se tiene dicho servicio en los hogares encuestados; en Cuatlamayán el 73.3% de los hogares no cuentan con servicio de agua entubada en sus hogares.

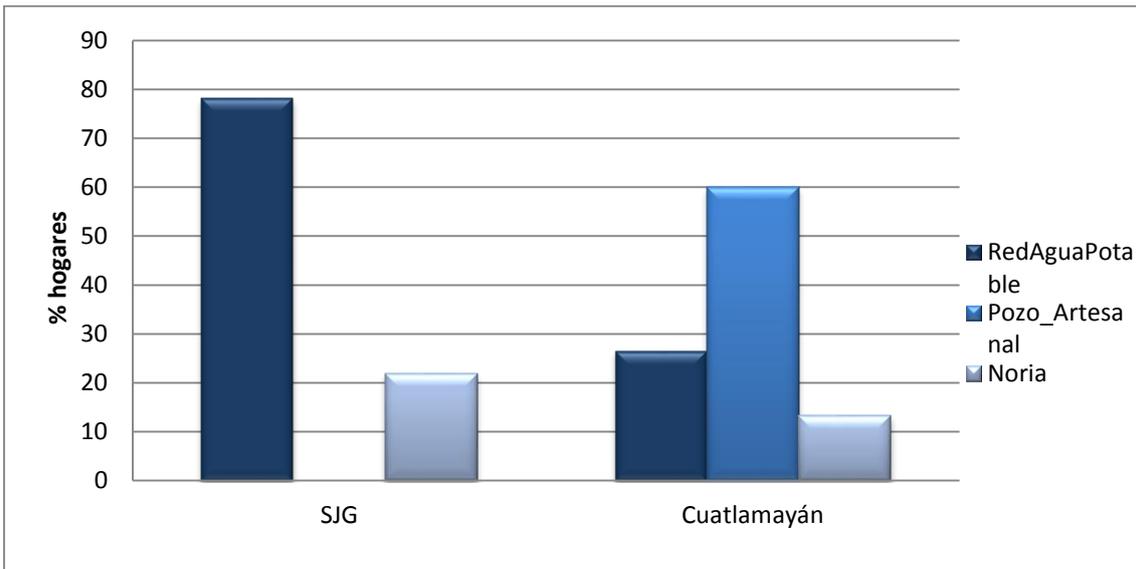
Figura 6. Características de los hogares



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en los cuestionarios aplicados.

Con respecto a las fuentes de abastecimiento de agua se observa, figura 7, que el 78.1% de la población de San José del Grito se abastece de la red de agua potable, mientras que en Cuatlamayán el 73.3% de los hogares encuestados se abastecen del agua extraída de norias.

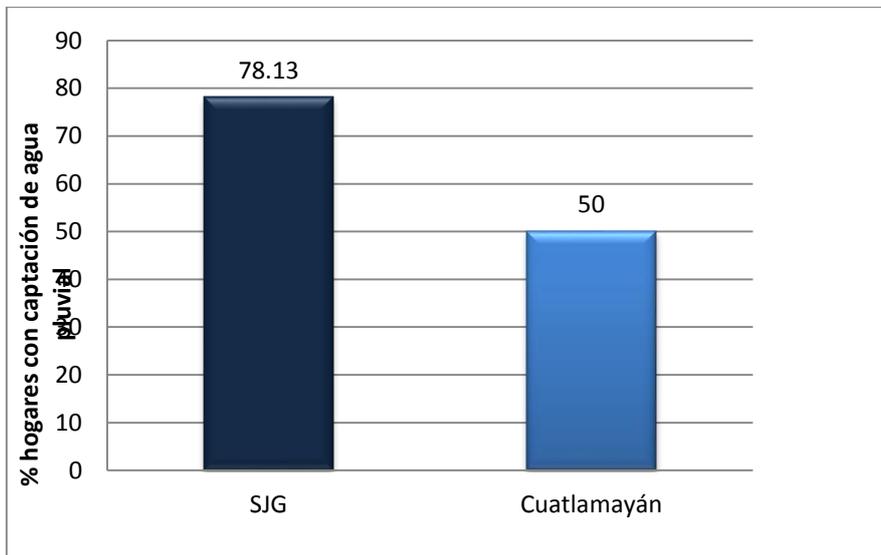
Figura 7. Abastecimiento de agua



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos con cuestionarios.

Con respecto a la captación de agua de lluvia el 78.1% de los hogares encuestados captan agua, mientras en Cuatlamayán sólo el 50% de los hogares realiza esta acción figura 8.

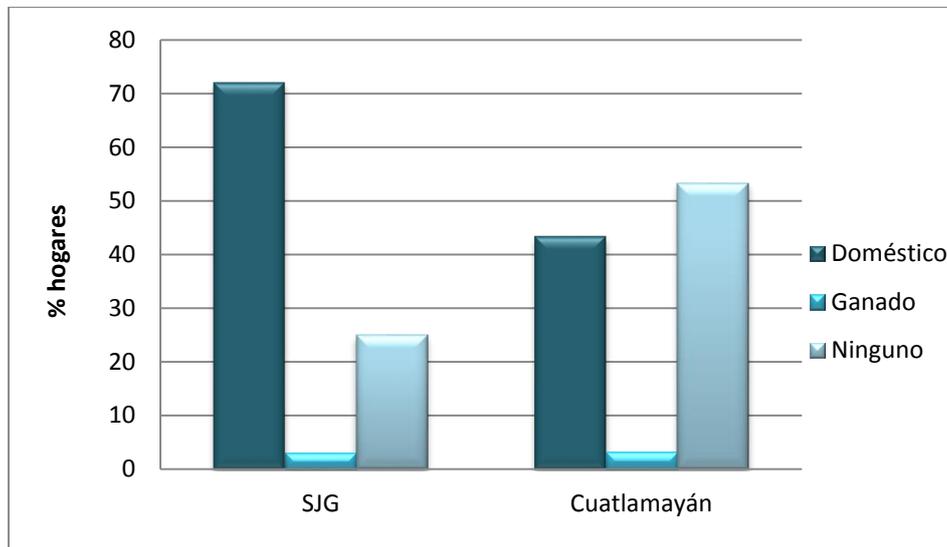
Figura 8. Captación de agua de lluvia.



Fuente: Elaboración propias con base en datos obtenidos en cuestionarios.

En cuanto a los usos que hacen del agua de lluvia que captan, se observa que en San José del Grito el 71.8% de los hogares la utiliza para el hogar y en Cuatlamayán el 43.3% le da este uso, figura 9.

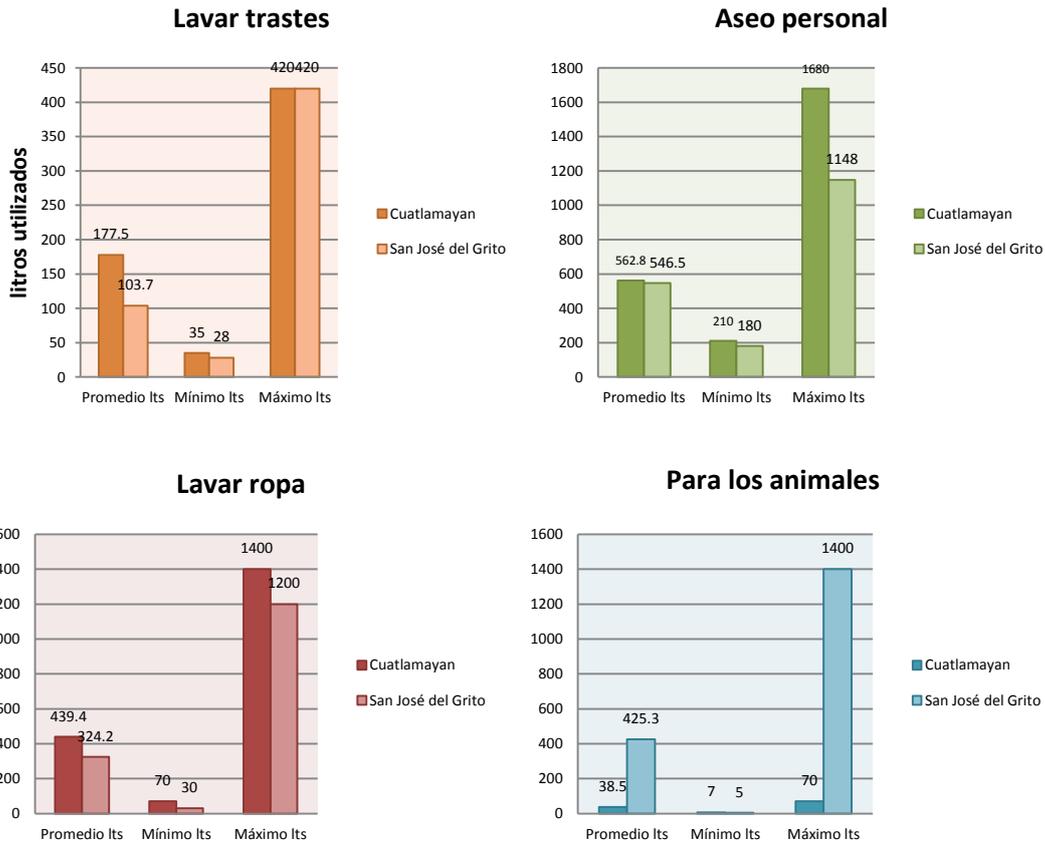
Figura 9. Usos del agua de lluvia captada.



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos con cuestionarios aplicados.

Con respecto al agua que tienen regularmente dentro de sus hogares los usos que le dan a esta es para el aseo personal, lavar ropa, los animales y para lavar los trastes. Tal como se muestra en la figura 10 los usos que demandan más agua en ambas localidades es el aseo personal y lavar ropa.

Figura 10. Usos del agua



Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos con cuestionarios aplicados.

Discusión

La problemática que enfrentan las comunidades rurales con respecto a la disponibilidad de agua es diferente en cada zona, en algunas como en el caso de San José del Grito existe poca disponibilidad, mientras que en otras no tienen problemas con respecto a este aspecto, tal es el caso de Cuatlamayán. Esta situación influye de manera directa en el uso que se le da al agua dentro de las localidades, en aquellas donde no se tienen problemas con la disponibilidad (Cuatlamayan) no se contabiliza el agua que se usa en las diferentes actividades diarias domésticas, lo cual no sucede en aquellas donde la disponibilidad no es muy alta (San José del Grito) en dichas localidades se tiene un mayor control del agua que se utiliza para cada una de las actividades domésticas.

Por otra parte, la reutilización de agua y la captación de agua de lluvia, también son prácticas que se encuentran relacionadas con la disponibilidad de agua que existe en el

lugar, en aquellos lugares donde no existe una carencia notable de dicho recurso (Cuatlamayán) no se realiza ninguna de las dos prácticas o se realiza de manera poco común, por otra parte en aquellos lugares donde existen problemas de disponibilidad dichas prácticas se realizan de manera cotidiana.

La tipología sobre la disponibilidad de agua y uso eficiente propuesta en esta investigación considera cuatro situaciones: a) existe disponibilidad de agua y su uso es eficiente, b) no existe disponibilidad de agua pero su uso es eficiente, c) existe disponibilidad de agua pero uso no es eficiente, d) no existe disponibilidad y tampoco un uso eficiente (Gil *et al.*, 2014). Al respecto San José del Grito correspondería a la situación b, en tanto que Cuatlamayán se ubicaría en el tipo c.

Otro aspecto importante a considerar en relación al uso de agua en ambas localidades (Cuatlamayán y San José del Grito) es el clima; en la temporada calurosa que coincide con el estiaje las personas realizan un mayor uso de agua, principalmente para el aseo personal; mientras que en temporada de lluvias y frío el uso de agua disminuye las familias dejan de realizar algunas actividades donde se utiliza el agua.

Conclusiones

En el caso de las zonas rurales históricamente el agua ha sido gran hacedora de comunidades. En estas zonas la mayoría de los asentamientos se encuentran cerca de cuerpos de agua, en muchos casos estos han desaparecido o bien han resultado insuficientes para abastecer de agua a la gente asentada en estas zonas, por lo que se ha hecho necesario hacer uso del agua subterránea. Sin embargo, no en todas las zonas rurales existen las mismas condiciones para obtener el agua y por lo tanto los usos suelen ser diferentes; en algunas existe abundancia del recurso mientras que en otras existe baja disponibilidad de éste, situación que provoca que los usos de agua sean diferentes. El agua utilizada en los hogares debería ser de mejor calidad, sin embargo no en todos los usos se requiere la misma calidad, existen usos como el inodoro, lavado de ropa, riego del jardín y limpieza del hogar, en los cuales la calidad puede ser menor sin afectar la salud de los habitantes del hogar. De ahí la importancia del reuso de agua

dentro del hogar. La baja disponibilidad de agua con la que cuentan, en San José del Grito explica porque es una práctica común para los habitantes de esta localidad situada en el semidesierto potosino. De acuerdo con la tipología sobre la disponibilidad de agua y uso eficiente propuesta en los capítulos anteriores Esta localidad se encuentra en el estatus de: no existe disponibilidad de agua pero su uso es eficiente.

Bibliografía

- Aguilera, Klink Federico. (2003). El agua como activo social. En: El agua: mitos, ritos y realidades. Coloquio internacional Granada, 23-26 de noviembre 1992. José A. González Alcantud y Antonio Malpica Cuello (Coords). Editorial Anthropos. Diputación Provincial de Granada. 2da. Edición
- Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A.C. (2003). *El recurso hídrico en México. Análisis de la situación actual y perspectivas futuras*. Grupo editorial, Miguel Ángel Porrúa. México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua. (2013). Estadísticas del Agua en México, Edición 2013. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.
- INEGI. (2014). Cuéntame. Territorio. Disponible en: <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=T>. Consultado: 19 Nov. 2014.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). División de Ciencias del Agua. (2003). Agua para todos, Agua para la vida. Resumen del Primer Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Paris, Francia.
- Sánchez T, Luis Darío y Sánchez Torres, Arlex. (2004). Uso eficiente del agua. Ponencias sobre una perspectiva general temática. IRC International Water and Sanitation Centre. CINARA Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico. Febrero 2004.
- SEDESOL. (2011). Medición de la pobreza. Servicios básicos de la vivienda. Publicación informativa de la Subsecretaria de Prospectiva, Planeación y Evaluación. Núm. 7. Julio 2011.
- UNAM. (2014). Water and Sanitation. Nota. Consumo per cápita de agua en América Latina. Disponible en: <http://proyectos2.iingen.unam.mx/LACClimateChange/Notas.html>. Consultado. 28. Nov. 2014.

CAPÍTULO V

Calidad y gestión del agua en dos comunidades rurales de San Luis Potosí, México

CALIDAD Y GESTIÓN DEL AGUA EN DOS COMUNIDADES RURALES DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Resumen: En este trabajo se analiza la gestión y calidad del agua de uso doméstico en dos comunidades rurales del estado de San Luis Potosí, México. Una se sitúa en la región tropical, su abastecimiento de agua proviene de una fuente superficial; la segunda está localizada en el semi desierto y se abastece de un pozo profundo. La calidad del agua fue analizada con base a las especificaciones de la NOM-127-SSA1-1994, encontrándose que en ambos sitios existe una presencia notable de coliformes, dicha situación señala que el agua no es potable y puede provocar problemas de salud al ser consumida. El análisis de la gestión se basó en el uso de técnicas cualitativas, la aplicación de entrevistas a informantes clave permitió conocer la forma de organización de las localidades para el manejo del agua.

Palabras clave: gestión del agua, calidad del agua, Altiplano potosino, Huasteca potosina, comunidades rurales.

Abstract. In this paper is analyzed the management and quality of domestic water in two rural communities in the state of San Luis Potosi, Mexico. An is located in the tropical region, its water comes from a surface source; the second is located in the desert semi and is supplied from a deep well. Water quality was analyzed with based the specifications of the NOM-127-SSA1-1994, finding that exists in both places a notable presence of coliforms, this situation shows that the water is unsafe and may cause health problems. The management analysis was based on the use of qualitative methods, the application of interviews allowed to know how localities for domestic water management are organized.

Keywords: water management, water quality, Altiplano potosino, Huasteca potosina, rural communities.

Introducción

Para hacer un buen uso de un recurso es importante conocer en qué estado se encuentra, es por ello que un aspecto importante a considerar cuando se habla de gestión de agua es su calidad, ésta contribuye a que aumente o disminuya la cantidad disponible para cada uno de los usos que se le dará, conocer la calidad del agua puede permitir lograr una mejor gestión de ésta y con ello determinar que uso puede ser el más adecuado.

La calidad del agua se ve afectada tanto por factores naturales como por actividades humanas. Mediante el diseño de programas y estrategias encaminados a lograr una mejor gestión del agua, se puede mejorar la calidad de ésta; cuando no existe una adecuada gestión resulta complicado mejorar su calidad y más aún cuando la contaminación proviene de actividades antrópicas.

Tener una buena gestión del agua implica contar con leyes que permitan lograrlo, en México de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales la gestión del agua es un proceso sustentado en el conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven e instrumentan para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su medio social, económico y ambiental, (1) el control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, por ende su distribución y administración, (2) la regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y (3) la preservación y

sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente. La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental del agua. (Art. 3. Fracción XXVIII de la Ley de Aguas Nacionales, 2004).

Lograr una buena gestión del agua para alcanzar una verdadera política y gestión hidráulica integradora, requiere de enfoques interdisciplinarios, técnicos, económicos y jurídicos (PwC, 2014). La gestión incluye el suministro, el consumo, el saneamiento y su reuso (Rivas y Rodríguez, 2010). Jouravlev (2003) señala que las funciones fundamentales de la gestión del agua son: (i) la aplicación de la legislación respectiva; (ii) asignación del agua, otorgamiento de permisos, autorizaciones, concesiones, entre otros instrumentos de uso o aprovechamiento; (iii) el control de la contaminación; (iv) la identificación, evaluación y monitoreo del recurso; (v) inventario, registro y catastro de usos y usuarios y la fiscalización de los aprovechamientos; (vi) la elaboración de planes de recursos hídricos; (vii) evaluación de proyectos y aprobación de obras; (viii) la determinación técnica de líneas de ribera y de áreas protegidas; y (ix) la adjudicación en instancia administrativa de conflictos vinculados al uso del agua. Asimismo, la gestión del agua, incluye el registro sistemático de sus características químicas, reglamentos sobre su calidad, instrumentos de gestión y demanda, además de contar con mecanismos de financiación.

La gestión del agua es desigual entre las zonas urbanas y rurales; en las primeras existen organismos operadores quienes se encargan de administrar todo lo relacionado con el agua; sin embargo, en las áreas rurales la situación es diferente, en algunas el municipio entrega la infraestructura para que la población tenga agua y los usuarios se organizan para manejar todo lo relacionado con su abastecimiento, en otros casos no existe infraestructura mediante la cual se abastezca de agua a los usuarios; es por ello, que analizar la gestión del agua en territorios rurales resulta conveniente y permite conocer las particularidades de estos lugares y con ello proponer estrategias que permitan mejorar la gestión.

Un aspecto a destacar dentro de una buena gestión es contar con agua de calidad, de acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud (2007) calidad del agua de consumo humano se refiere a que el agua se encuentre libre de elementos que la contaminen y conviertan en un vehículo para la transmisión de enfermedades. Por otra parte la Comisión para la Cooperación Ambiental (2008) señala que la calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos; estas características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal.

La calidad del agua se establece en función de los usos o actividad a la que será destinada. En el caso del agua potable, las directrices se establecen para asegurar un abastecimiento de agua limpia y saludable para el consumo humano y proteger la salud de las personas (ONU, 2014). En México la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 establece los criterios que debe cumplir la calidad del agua para

consumo humano, así como los límites permisibles de contaminantes (Secretaría de Salud, 2000). Existen otras normas relacionadas con la calidad del agua como la NOM-012-SSA1-1993 que establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua; en tanto que la NOM-179-SSA1-1998 hace referencia a la vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano distribuida por sistemas de abastecimiento público.

Dada la importancia de la calidad del agua en los últimos años se ha procurado llevar registros de su composición de manera sistemática, dando prioridad a las áreas urbanas (CNA, 2014), en contraste con las zonas rurales, donde se carece casi por completo de datos sobre su calidad y se desconoce por lo general los usos que se le da. En estas regiones el agua ingerida tiene un tratamiento limitado o en algunos casos inexistente (Díaz, *et al.*, 2000).

Barrios (2004) plantea que el problema del manejo de la calidad del agua reside en la falta de instrumentación de la ley, y no en las carencias o defectos del marco jurídico. Destaca que dentro de la política hídrica el tema del agua debería ser un asunto de seguridad nacional.

En las áreas rurales es común la baja calidad del agua debido a causas naturales o factores antrópicos, como la falta de drenaje o el manejo inadecuado del agua durante su transporte y almacenamiento, previo al consumo, lo cual muchas veces es provocado por la falta de infraestructura en estas áreas. En muchas comunidades

rurales los problemas de salud están muy relacionados con el consumo de agua de mala calidad.

En las comunidades rurales el riesgo de contraer enfermedades de origen hídrico es alto, muchas de éstas no tienen acceso a los servicios de agua potable y saneamiento; esto se ve agravado por el inadecuado almacenamiento del agua. La calidad del agua puede mejorarse mediante el tratamiento y desinfección efectiva; sin embargo, esto se ve limitado por la escasa inversión en infraestructura sanitaria y programas de desinfección por parte del gobierno federal (Aurazo, 2004).

Por otra parte, la población tanto de áreas urbanas como rurales que no tiene acceso a los servicios de agua potable busca mediante la conexión ilegal conectarse a las redes de agua potable, o bien practica la colección de agua de lluvia o captación de agua de ríos, lagos, manantiales u otros cuerpos de agua sin tratamiento previo para cubrir esta necesidad básica. Para dar solución a los problemas de contaminación hídrica se han desarrollado soluciones tecnológicas adaptadas en las áreas rurales (como pozos, tanques sépticos y letrinas), sin embargo, estas no aseguran un nivel de calidad o funcionalidad de los servicios que sea comparable al existente en las ciudades (Jouravlev, 2004).

La problemática existente en relación con la calidad y usos del agua en las áreas rurales suele agravarse por las particularidades asociadas a cada una de ellas. En el estado de San Luis Potosí, existen regiones climáticas contrastantes, como la Huasteca donde existe una precipitación abundante, mientras que en el Altiplano

predominan condiciones semiáridas con precipitaciones escasas. Derivado de lo anterior en la Huasteca, los hogares se abastecen principalmente de cuerpos de agua superficial, de ríos y arroyos; en tanto que en el Altiplano la principal fuente de abastecimiento proviene del subsuelo, asimismo la forma de gestionar dicho recurso es diferente en ambas zonas. Por otra parte, no existen estudios acerca de la calidad del agua que utilizan los habitantes de dichas áreas.

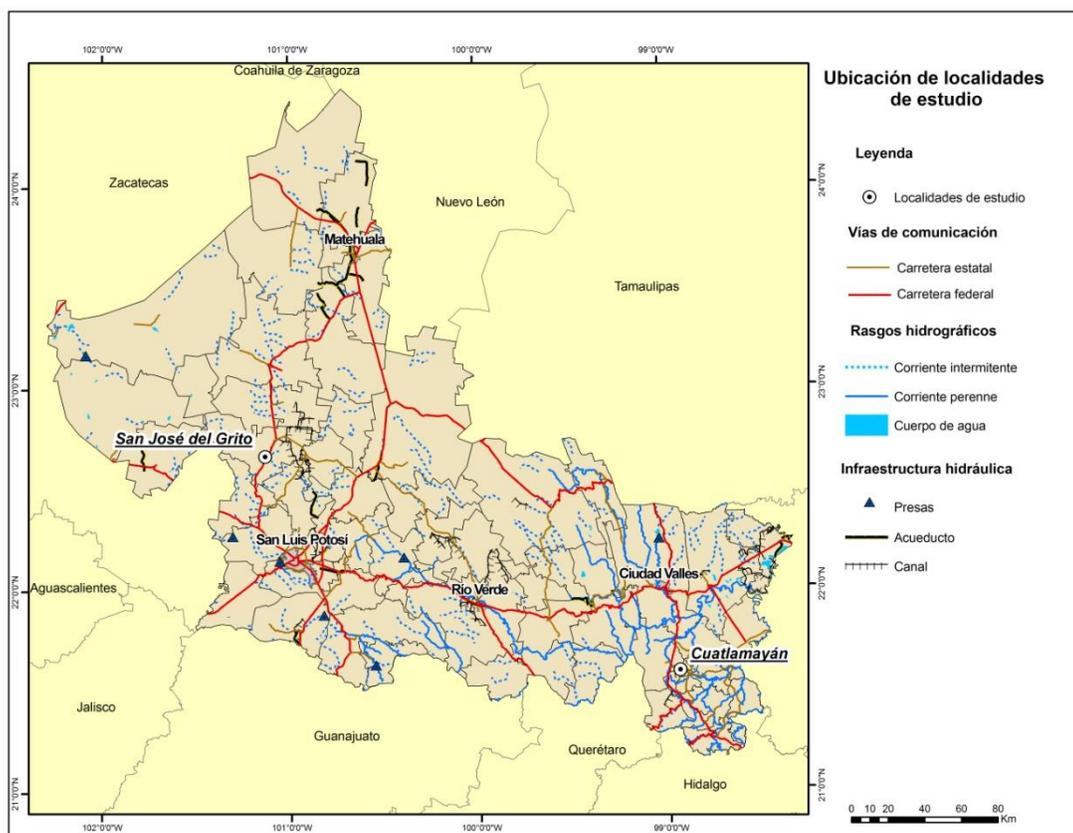
El objetivo del presente trabajo es analizar la calidad y gestión del agua en dos comunidades rurales del estado de San Luis Potosí, lo que permitirá observar que es importante tomar en consideración las diferencias entre las áreas rurales al momento de buscar alternativas de solución para el abastecimiento de agua de calidad en estas zonas, debido a que la contaminación que se presenta cada territorio puede ser diferente. Una de localidades estudiadas se ubica en la región semiárida del estado y la otra en la región tropical. Se considera que en términos generales son representativas de las condiciones de las comunidades rurales en México, donde se tiene abundancia de recursos hídricos en el sur y escasez en el norte del país.

Materiales y Métodos

Las comunidades consideradas en este estudio son Cuatlamayan, localizada en el municipio de Tancanhuitz de Santos, ubicado en la región tropical conocida como Huasteca Potosina, zona donde las lluvias son abundantes; y San José del Grito, ubicada en el municipio de Moctezuma situado en la porción semiárida del Altiplano, región donde las lluvias son escasas (Mapa 1). A pesar de la marcada diferencia en

cuanto a la disponibilidad de recursos hídricos dentro de las comunidades estudiadas, se buscó que existieran puntos de comparación entre ellas, por lo que para su elección se consideraron aspectos similares tales como: cantidad de población, cantidad de hogares, grado de marginación, medios de comunicación y acceso a la comunidad (Tabla1).

Figura 1. Ubicación de las comunidades bajo estudio



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

Tabla 1. Principales aspectos de las localidades seleccionadas

Aspecto \ Localidad	Cuatlamayán	San José del Grito
Población Total	419	448
Población Femenina	215	223
Población Masculina	204	225
% Población mayor de 60 años	10.98	15.85
Grado promedio de escolaridad	7.5	5.35
Grado de marginación	Alto	Alto
Total de Hogares	96	116

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Las localidades pertenecen a regiones hidrológicas diferentes, por ello, poseen características (tipo de cuenca, nivel de precipitación, coeficientes de escurrimiento y grado de presión sobre el recurso hídrico) heterogéneas y por ende también su situación con respecto al abastecimiento de agua es disímil (Tabla 2).

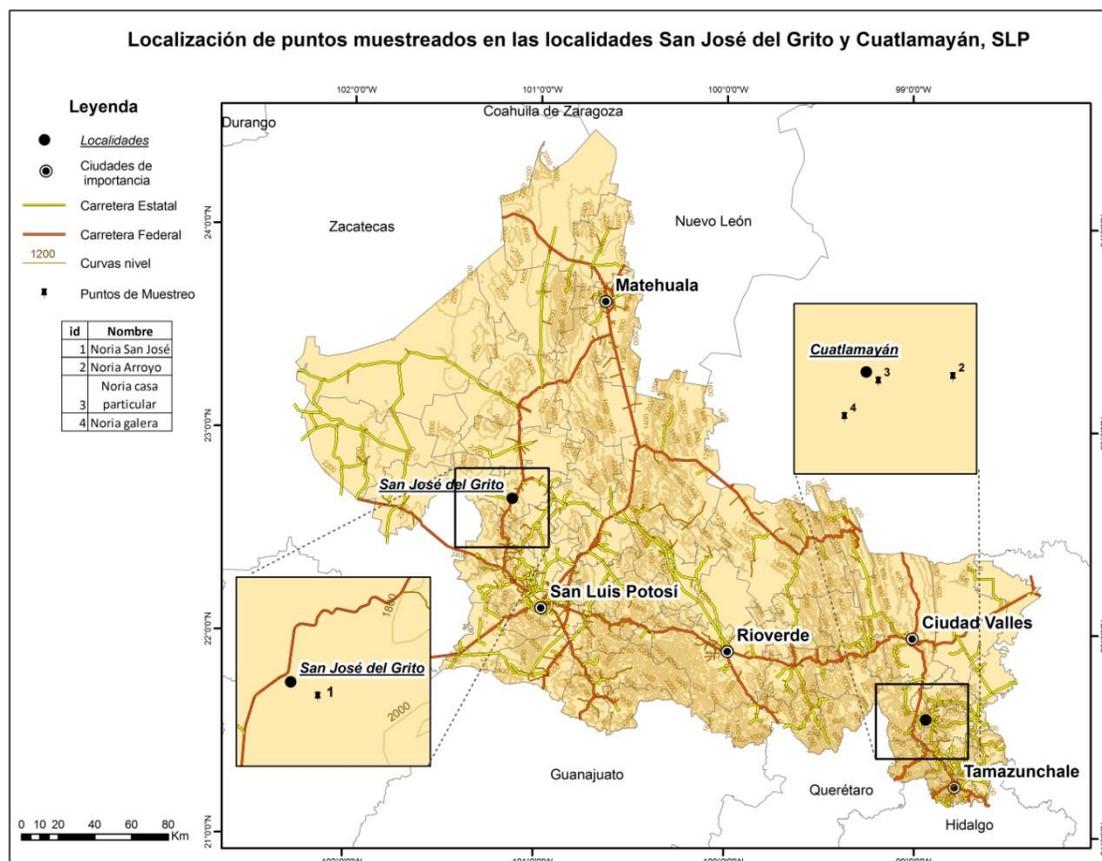
Tabla 2. Características físico-geográficas de las localidades

Aspecto \ Localidad	Cuatlamayán	San José del Grito
Altitud (msnm)	160	1843
Región Hidrológica	Pánuco	El Salado
Cuenca	Río Moctezuma	P. San José-Los Pilares
Subcuenca	Río Moctezuma	Los Pilares
Tipo de subcuenca	Exorreica	Arreica
Coeficiente de escurrimiento	20 a 30 %	0 a 05 %
Organismo de Cuenca o Región Hidrológica	Golfo Norte	Cuencas Centrales del Norte
Grado de presión sobre el recurso hídrico	19%	49%
Clasificación del grado de presión	Moderada	Fuerte
Tipo de vegetación	Selva alta perennifolia	Matorral desértico rosetofilo

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Para conocer la calidad del agua de las localidades, se realizó un muestreo en siete sitios de donde se obtiene agua para actividades domésticas: tres en San José del Grito y cuatro en Cuatlamayán (Mapa 2 y Tabla 3). Asimismo, dado que las condiciones del agua cambian a lo largo del año, se realizó un comparativo del comportamiento de los contaminantes dependiendo de la temporada del año, se obtuvieron muestras en tres diferentes épocas del año: temporada de estiaje, temporada de lluvias y al inicio de la temporada de estiaje.

Figura 2. Ubicación de sitios muestreados



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Tabla 3. Características de los sitios de muestreo

Identificador	Ubicación	Descripción	Uso
D1	San José del Grito	Noria a cielo abierto	Dar de beber a los animales y en ocasiones para uso doméstico.
D2a	San José del Grito	Llave de casa particular	Uso doméstico y para animales de traspatio
D2b	San José del Grito	Pozo profundo	Principal fuente de abastecimiento para la comunidad.
D3	Cuatlamayán	Noria al lado del arroyo	Uso doméstico y para animales de traspatio (noria colectiva).
D4	Cuatlamayán	Arroyo	Lavar ropa, bañarse y algunas personas lavan trastes.
D5	Cuatlamayán	Noria casa particular	Uso doméstico y para animales de traspatio.
D6	Cuatlamayán	Noria de la Galera	Uso doméstico y para animales de traspatio (noria colectiva).

Fuente: Elaboración propia.

Los análisis de la calidad del agua se realizaron en el Laboratorio de Análisis Químicos de Agua y Suelo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, para ello se consideraron los métodos establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX) (Tabla 4).

Tabla 4. Métodos para analizar los parámetros de calidad del agua

Parámetro	Método Analítico	Unidades	NOM-127-SSA1-1994 (Límite permisible)
Organismos coliformes totales	NOM-112-SSA1-1994	NMP/100 ml	Ausencia o no detectables
E. coli o coliformes fecales	NOM-112-SSA1-1995	NMP/100 ml	Ausencia o no detectables
Aluminio	PROY-NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	0.20
Arsénico	PROY-NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	0.025
Bario	PROY-NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	0.70
Cadmio	PROY-NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	0.005
Cloruros (como Cl ⁻)	NMX AA-073-SCFI-2001	mg/l	250
Cobre	PROY-NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	2
Cromo total	PROY-NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	0.05
Dureza total (como CaCO ₃)	NMX AA-072-SCFI-2001	mg/l CaCO ₃	500
Fierro	NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	0.3
Fluoruros (como F ⁻)	EPA 9214-1996	mg/l	1.5
Manganeso	NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	0.15
Mercurio	PROY-NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	0.001
Nitratos (como N)	NMX AA-079-SCFI-2001	mg/l	10
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH.	NMX-AA-008-SCFI-2011	N.A.	6.5-8.5
Plomo	PROY-NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	0.01
Sodio	NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	200
Sólidos disueltos totales	NMX AA-034-SCFI-2001	mg/l	1000
Sulfatos (como SO ₄ ⁼)	PROY-NMX-AA-074-SCFI-2010	mg/l	400
Zinc	PROY-NMX-AA-131/1-SCFI-2008	mg/l	5

Fuente: Elaboración propia con datos de las páginas <http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/consulta.nmx> y <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nomssa.html>.

El análisis de la calidad del agua se basó en los límites permisibles establecidos en la NOM-127-SSA1-1994. Las características que se analizaron fueron: microbiológicas (organismos coliformes totales, *E. coli* o coliformes fecales), físicas y organolépticas (color, turbiedad) y químicas (aluminio, arsénico, bario, cadmio, cloruros (como Cl), cobre, cromo total, dureza total (como CaCO₃), fierro, fluoruros (como F), manganeso, mercurio, nitratos (como N), pH (potencial de hidrógeno), plomo, sodio, sólidos disueltos totales, sulfatos (como SO₄) y zinc.

El análisis de la gestión del agua se realizó mediante la aplicación de entrevistas semiestructuradas a las autoridades de cada comunidad. Si bien en ambos casos las autoridades son de elección popular, la forma de organizarse es diferente. En Cuatlamayán se entrevistó al delegado de la zona urbana y al representante del Consejo de toda la localidad, el primero se encarga de resolver conflictos en la zona conocida como centro; y el segundo es la máxima autoridad y se encarga de resolver conflictos en toda la localidad. En San José del Grito se entrevistó al Juez, máxima autoridad, quien resuelve conflictos dentro de la comunidad; al Comisariado Ejidal, líder de los ejidatarios; y a los integrantes de la Mesa del Agua, quienes se encargan de administrar el agua dentro de la comunidad.

Resultados

En Cuatlamayán su principal fuente de abastecimiento de agua es superficial, al lado de la comunidad pasa un arroyo donde la gente acude a realizar actividades como bañarse y lavar ropa y trastes; existen pozos y norias artesanales, ubicadas en diferentes partes de la localidad, algunas son privadas de uso exclusivo para las familias que las tienen, hay tres norias públicas, una ubicada en el centro de la localidad, de la cual se obtiene agua para abastecer mediante una red de distribución a las casas del centro de la comunidad; otra ubicada al lado del arroyo cerca del centro de la comunidad, aquí acuden las personas que viven cerca y en temporada de estiaje llegan personas de zonas más alejadas; la tercera se ubica al noreste de la comunidad al lado del arroyo, de esta obtienen agua habitantes de la comunidad y gente de otras

localidades vecinas. Hay casas con tanques de ferrocemento, donde se almacena agua de lluvia.

En San José del Grito el agua se obtiene de un pozo profundo ubicado en una zona topográficamente baja de la comunidad. Dicho pozo empezó a funcionar en los años setenta, tiene una profundidad aproximada de 50 metros; para abastecer de agua a la comunidad, por las mañanas se extrae agua durante tres horas, esta agua se bombea a una pileta localizada en una loma al suroeste de la localidad, la distribución del agua a los hogares es por gravedad. Al lado del pozo hay una noria a cielo abierto, el agua que se extrae de ésta se utiliza principalmente para animales, cuando la bomba del pozo profundo es afectada por alguna avería o no hay corriente eléctrica, de aquí se obtiene agua para uso doméstico

Calidad del agua

En relación a la calidad del agua un problema que aqueja a la mayoría de las comunidades rurales es la presencia de coliformes, los cuales suelen estar presentes por la falta de manejo de las aguas residuales generadas en las localidades. En el caso de San José del Grito y Cuatlamayán en ambas existen coliformes totales y fecales en todos los sitios muestreados, la presencia de dichos organismos puede provocar fuertes problemas de salud, las personas que ingieren agua con dicha contaminación manifiestan principalmente enfermedades gastrointestinales. En la tabla 5 se observa que durante los tres periodos que se levantaron las muestras hubo presencia de organismos coliformes totales y coliformes fecales en todos los sitios muestreados.

Tabla 5. Concentración de organismos coliformes totales y fecales

SITIO	Fin temporada de estiaje		Fin temporada de lluvias		Mitad de temporada de estiaje	
	coliformes totales NMP/100ml	coliformes fecales NMP/100ml	coliformes totales NMP/100ml	coliformes fecales NMP/100ml	coliformes totales NMP/100ml	coliformes fecales NMP/100ml
D1	≥2400	3	≥ 2400	≥ 2400	150	150
D2a	≥2400	3	n.a.	n.a.	150	15
D2b	n.a.	n.a.	4	4	< 3	< 3
D3	≥2400	3	93	93	> 2400	> 2400
D4	≥2400	3	≥ 2400	≥ 2400	210	15
D5	≥2400	23	≥ 2400	≥ 2400	> 2400	> 2400
D6	≥2400	4	≥ 2400	≥ 2400	7	7

Nota. n.a. no analizado.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de los muestreos realizados.

La presencia de estos organismos generalmente se considera como un indicador de mezcla con aguas residuales, lixiviados de residuos sólidos municipales, infiltración de excretas de ganado entre otros aspectos; en ambas comunidades existe presencia de coliformes durante las tres temporadas de recolección de muestras; todos los sitios muestran mayor presencia de organismos fecales durante la temporada de lluvias, esto puede atribuirse al arrastre de materia contaminada a las fuentes de abastecimiento durante esta temporada (Tabla 5).

En cuanto a las características químicas analizadas de las muestras, durante la temporada de estiaje se encontró la presencia de arsénico en dos sitios localizados en San José del Grito, la presencia de este elemento generalmente es por factores de naturales debido a la composición del subsuelo de la zona; en la temporada de lluvias se detectó cadmio en el arroyo de Cuatlamayán, lo cual puede atribuirse a que durante esta temporada existe arrastre de contaminantes que provienen de otras zonas; durante la temporada de lluvias y mitad de temporada de estiaje la dureza total en algunos de los sitios de San José del Grito están por encima de la norma, situación que puede

atribuirse a la composición rocosa que existe en la zona; en los tres muestreos realizados, se detectó la existencia de nitratos y sólidos totales disueltos en la mayoría de los sitios muestreados en San José del Grito, la presencia de nitratos puede ser atribuida al mal manejo del estiércol que generan los animales que las personas tienen en sus casas, así como por los residuos líquidos que se liberan de los tanques sépticos, en ambas localidades no existe un sistema de drenaje (Tabla 6).

Tabla 6. Sitios que rebasan los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994

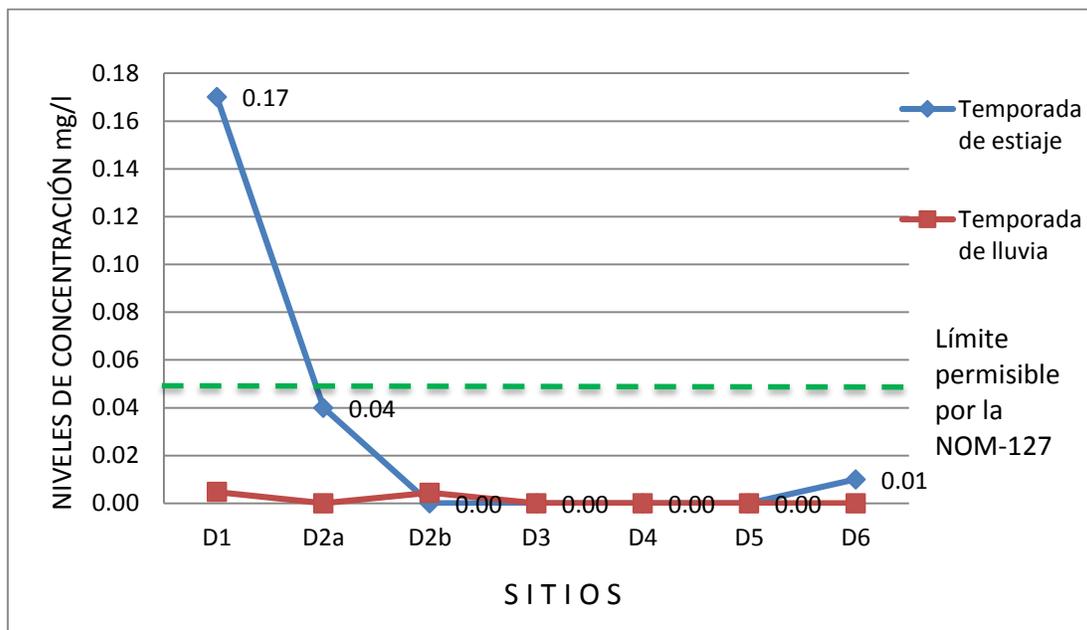
CARACTERÍSTICA	SITIOS QUE SE ENCUENTRAN FUERA DE LOS LÍMITES PERMISIBLES		
	Temporada de estiaje	Temporada de lluvia	Mitad de temporada de estiaje
Arsénico	D1, D2a	Ninguno	n.a.
Cadmio	Ninguno	D4	n.a.
Dureza total (como CaCO ₃)	Ninguno	D1	D1, D2a, D2b
Nitratos (como N)	D2a	D1, D2b	D1, D2a
Sólidos totales disueltos	D1, D2a	D1, D2b	D2a, D2b
Sulfatos (como SO ₄ =)	Ninguno	D1, D2b	Ninguno

Nota. En este caso se muestran únicamente los valores de dos muestreos, para el tercer muestreo se presentaron problemas con el equipo de medición y no fue posible obtener los valores. **n.a.** no analizado.

Fuente: Elaboración propia.

En San José del Grito durante la temporada de estiaje se presentaron concentraciones de arsénico que sobrepasan los límites permisibles, la situación cambió durante la temporada de lluvias, en este periodo los niveles disminuyeron. Dicha situación puede atribuirse al hecho que durante la temporada de estiaje los niveles de contaminantes naturales se concentran, dadas las características semidesérticas de la zona, así como la composición rocosa de la zona (Figura 3).

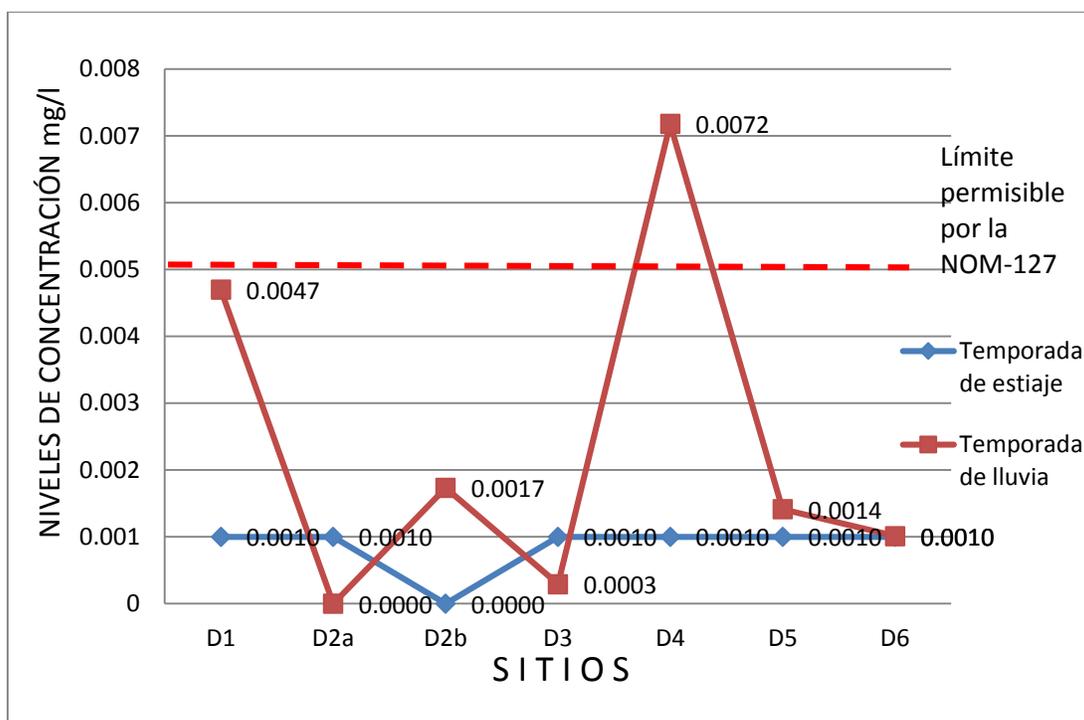
Figura 3. Presencia de arsénico



Nota. En este caso se muestran únicamente los valores de dos muestreos, para el tercer muestreo se presentaron problemas con el equipo de medición y no fue posible obtener los valores.
Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos de los muestreos realizados.

Durante la temporada de lluvias se incrementó el nivel de cadmio en varios de los sitios muestreados, en la noria a cielo abierto de San José del Grito los valores se acercaron al límite permisible. En esta temporada, en el arroyo ubicado a un costado de la localidad de Cuatlamayán los niveles de cadmio rebasaron el límite permisible, la presencia de dicho elemento en esta zona resulta rara, sin embargo sería conveniente analizar sus concentraciones y las actividades realizadas aguas arriba para determinar la fuente del mismo (Figura 4).

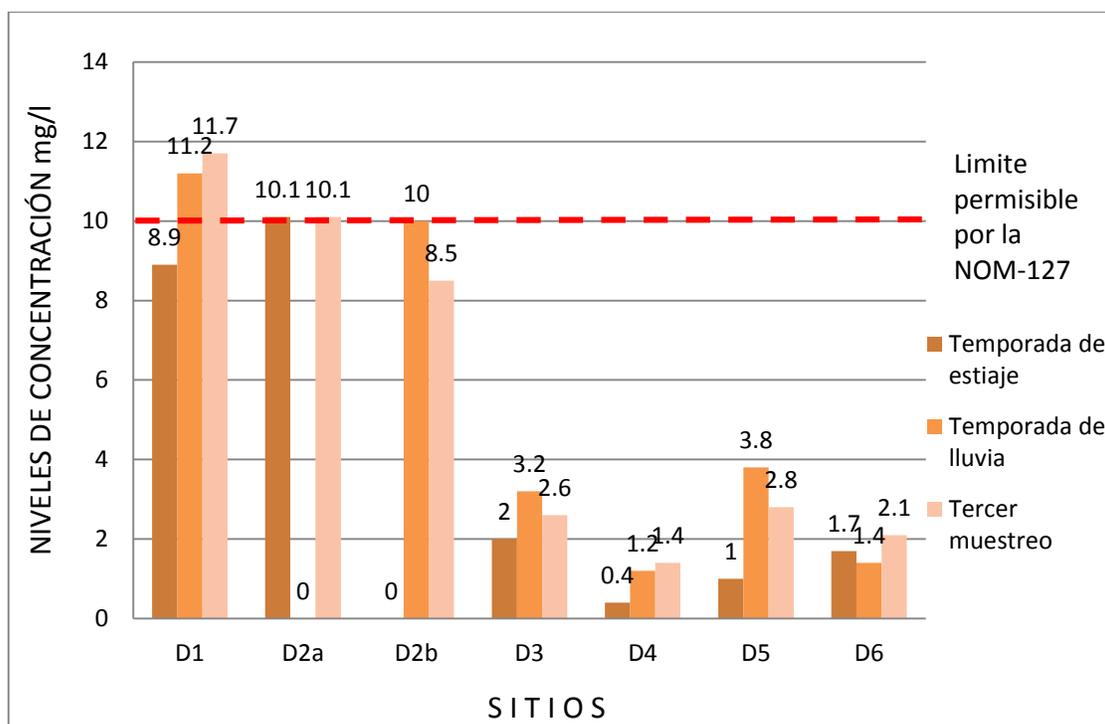
Figura 4. Presencia de cadmio



Nota. En este caso se muestran únicamente los valores de dos muestreos, para el tercer muestreo se presentaron problemas con el equipo de medición y no fue posible obtener los valores.
Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos de los muestreos realizados.

En relación a los nitratos durante las tres temporadas en las que se colectaron muestras los tres sitios muestreados en San José del Grito presentan niveles cercanos al límite permisible por la NOM; el agua de la noria a cielo abierto es la que tiene valores más altos, las concentraciones en ésta sobrepasan los límites permisibles por la NOM-127-SSA1-1994, dicha situación puede atribuirse a la presencia de fosas sépticas en los hogares de la localidad, así como por la crianza de ganado en la localidad que genera estiércol el cual no es manejado de manera correcta. En Cuatlamayán ninguno de los sitios muestreados tiene problemas de contaminación de nitratos (Figura 5).

Figura 5. Presencia de nitratos



Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos de los muestreos realizados.

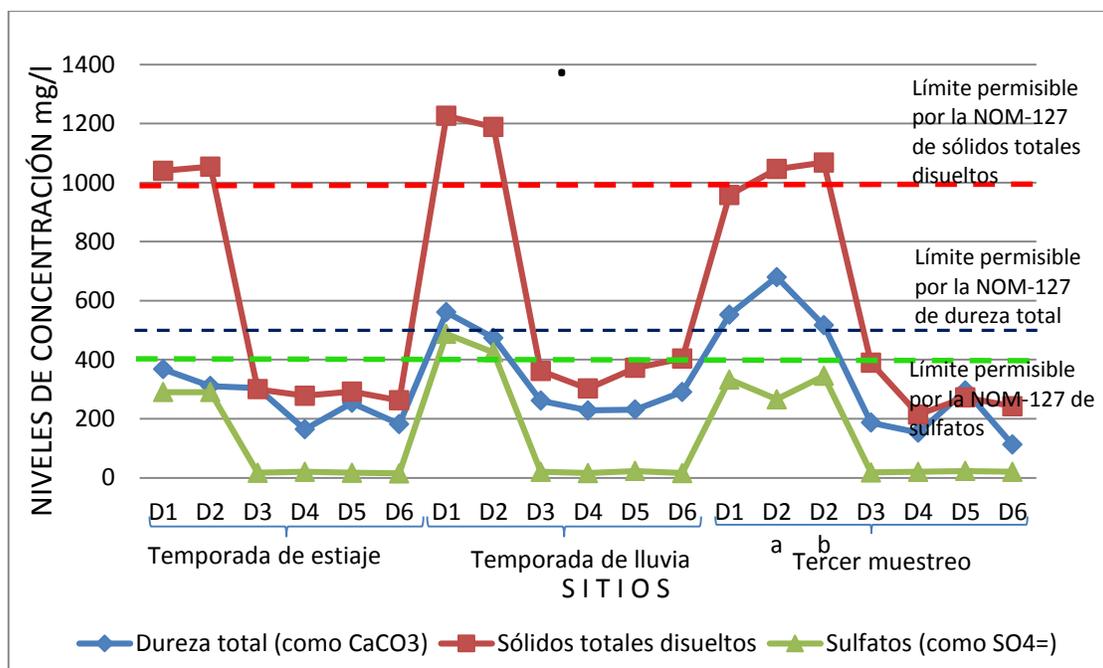
En relación a la dureza total durante la temporada de estiaje todos los sitios analizados están por debajo del límite permisible, en la temporada de lluvias se da un incremento en la noria a cielo abierto de San José del Grito y su valor se ubicó fuera de la norma, durante el inicio de la temporada de estiaje todos los sitios muestreados en San José del Grito se encontraban fuera del límite establecido en la NOM; esto puede atribuirse a la composición del suelo que existe en esta zona. En el caso de los valores de los sitios muestreados en Cuatlamayán durante las tres temporadas están dentro del límite establecido por la NOM-127-SSA1-1994.

En los sitios muestreados en San José del Grito los valores de los sólidos totales disueltos se encuentran por encima del límite permisible de la NOM durante las tres

temporadas. En el caso de los sitios muestreados en Cuatlamayán los valores están dentro de la NOM, únicamente se observa un ligero incremento de los valores durante la temporada de lluvias.

Los valores de los sulfatos en los sitios muestreados en Cuatlamayán se encuentran dentro de la norma. En el caso de San José del Grito durante la temporada de lluvias los valores están por encima del límite permisible, esto puede atribuirse principalmente a la formación rocosas y al tipo de suelo de la zona (Figura. 6).

Figura 6. Presencia de Dureza total, Sólidos totales disueltos y Sulfatos



Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos de los muestreos realizados.

Gestión del agua

La organización para la gestión del agua en las localidades, es definida por los habitantes, así como por los usos y costumbres que tienen ambas comunidades; la mayoría de los habitantes se conocen y cuando alguno no cumple con lo establecido en las asambleas o en los acuerdos para administrar el agua es fácil detectar a quien no está cumpliendo con dichos acuerdos, estableciéndose sanciones específicas para los incumplidos.

En la localidad de San José del Grito para administrar y gestionar el agua existe una Mesa del Agua integrada por un presidente, secretario, tesorero y dos vocales, por acuerdo de asamblea los integrantes de dicha mesa cambian cada año. Cada mes se realizan asambleas donde se tratan temas, tales como: las acciones realizadas para mejorar la red de distribución de agua; se realizan cortes de caja de lo recaudado por el cobro del servicio; se da a conocer quienes están incumpliendo con el pago por el servicio y se determina qué medidas se les aplicará a los deudores.

No existen medidores para determinar la cantidad de agua que se usa en cada hogar, por lo que se tiene una cuota fija de 40 pesos mensuales por tener el servicio de agua en el hogar, los usuarios acuden a la casa del tesorero a realizar dicho pago. Con el dinero recaudado se realiza el pago de la energía eléctrica que se utiliza para el funcionamiento del pozo y se le paga a la persona que se encarga de la operación diaria del pozo (pocero), se tiene un fondo para realizar algunas composturas menores de la red de distribución de agua o para cuando se descompone la bomba; cuando el dinero que se tiene en caja no es suficiente para solucionar el problema se acude al

municipio para solicitar apoyo económico que permita cubrir los gastos. Todos los integrantes de la Mesa verifican el buen funcionamiento de la red de distribución de agua, mediante la detección de fugas, con lo cual se busca evitar la pérdida de agua. Cuando se detecta que alguno de los habitantes de la comunidad tiene consumos extraordinarios y está desperdiciando (tirando) el agua, se le cobra el doble de la cuota mensual.

El pozo profundo de donde se obtiene agua para abastecer a los habitantes de la localidad permanece en funcionamiento aproximadamente tres horas al día, por lo que no es posible suministrar de agua todos los días al total de los habitantes de la comunidad; es por ello que se estableció un sistema de tandeo, la localidad se dividió en tres zonas a cada una de las cuales se le provee de agua un día, por lo que cada área tiene agua un día sí y dos días no, durante aproximadamente tres horas. Con este tipo de acciones se busca que todos los habitantes de la localidad tengan acceso al agua, asimismo al no contar con el recurso todos los días de la semana los usuarios se ven en la necesidad de realizar actividades de almacenamiento, así como el reuso de agua, para de esta forma alcanzar a cubrir sus necesidades.

En Cuatlamayán existe una diversidad de fuentes de abastecimiento de agua, no hay autoridades que se encarguen exclusivamente de la administración y gestión del agua. La gente se organiza para hacer uso del agua de las diferentes fuentes: el arroyo, en las mañanas y durante el día las mujeres acuden a lavar ropa y a bañarse, en la tarde-noche se bañan los hombres; las norias públicas se gestionan de manera comunitaria, la gente se organiza para limpiarlas cada seis meses, para sacarles la tierra acumulada

durante la temporada de lluvias; las norias y pozos artesanales ubicados en las casas particulares se manejan como propiedad privada y únicamente extraen agua las personas a las que los dueños de los predios se los permiten, en la mayoría de los casos son familiares; los tanques de ferrocemento instalados en algunas casas sirven para captar agua de lluvia, tienen una capacidad de seis m³, se manejan de manera particular por las familias propietarias.

Discusión

En las localidades de estudio el agua de todos los sitios muestreados se encuentra contaminada por coliformes totales y fecales, por lo que es necesario emprender acciones que coadyuven a erradicar problemas de salud relacionados con este tipo de contaminantes. En relación a elementos como: aluminio, bario, cloruros, fierro, cobre, fluoruros, manganeso, mercurio, plomo, sodio, zinc y cromo total, ninguno de los sitios superan los límites permisibles establecidos por la NOM-127-SSA1-1994. Por otra parte, existen problemas en algunos sitios con respecto a características como: arsénico, cadmio, dureza total y sulfatos; sin embargo, es importante resaltar que la problemática no se presenta durante las tres temporadas que se obtuvieron muestras de agua, por lo que se puede considerar realizar acciones para prevenir problemas provocados por los elementos antes mencionados de acuerdo a la temporada.

La presencia de contaminantes en el agua pueden producir una serie de complicaciones en la salud de aquellas personas que la utilicen, es por ello que se han desarrollado una serie de tecnologías para eliminar estos contaminantes del agua que

se utiliza para uso y consumo humano; sin embargo, la mayoría de estas tecnologías resultan costosas e inviables de considerar en las zonas rurales, debido a las condiciones de pobreza en las que se encuentran la mayoría de dichas áreas.

Asimismo, es importante mencionar que algunos contaminantes son de origen natural, tales como el arsénico, la dureza total, los sólidos totales disueltos y los sulfatos; los cuales se pueden encontrar debido a las características del suelo de la zona. Otros contaminantes tales como organismos coliformes totales y fecales, cadmio y nitratos son generados por actividades antropogénicas, en el caso de éstos se pueden emprender acciones realizadas por los pobladores de las localidades mediante las cuales se puede mejorar la calidad del agua (Tabla 7).

Tabla 7. Efectos en la salud, tratamiento recomendado y posible origen de los elementos que rebasan la NOM-127-SSA1-1994.

Elemento que rebasa la NOM-127-SSA1-1994	Efecto que produce a la salud humana	Tratamiento recomendado	Posible origen del problema
Organismos coliformes totales	Desde gastroenteritis simple hasta casos fatales de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea	El hervido es la mejor manera de eliminar bacterias, virus y parásitos. Sin embargo, esto no es adecuado para agua altamente contaminadas o sujetas a contaminación química. También se puede desinfectar por métodos químicos como la lejía, el cloro y el yodo.	Provocado por la falta de drenaje y la mala disposición de aguas residuales.
E. coli o coliformes fecales			
Arsénico	Los efectos más característicos son la aparición de lesiones cutáneas y cáncer de piel. También se ha asociado a problemas de desarrollo, enfermedades cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes.	Ósmosis inversa, intercambio iónico, adsorción, ablandamiento con cal, coagulación-sedimentación-filtración.	De manera natural en el subsuelo existen elementos tóxicos como el arsénico, estos se encuentran presentes en aguas subterráneas las cuales tienen contacto con los elementos presentes en el subsuelo, como rocas volcánicas o sedimentos derivados de estas.
Cadmio	Ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy elevados produce seria irritación al estómago e induce vómitos y diarrea.	Ósmosis inversa, volatilización, nanofiltración, intercambio iónico y procesos de adsorción.	Es una sustancia natural en la corteza terrestre, generalmente se encuentra como mineral combinado con otras sustancias.
Dureza total (como CaCO₃)	Asperezas en la piel y/o produciendo el endurecimiento del cabello, hasta generar cálculos renales.	Método cal-soda, intercambio iónico	La presencia de sales de magnesio y calcio en el agua depende fundamentalmente de las formaciones geológicas atravesadas por el agua de forma previa a su captación.
Nitratos (como N)	El exceso de nitrato en el cuerpo hace que sea más difícil transportar oxígeno para los glóbulos rojos. La mayoría de las personas se recuperan rápidamente, pero esto puede resultar peligroso para los bebés y algunos adultos (mujeres embarazadas, personas con problemas de salud crónicos, como enfermedades del corazón o pulmones o deficiencias de enzimas).	Desnitrificación biológica, ósmosis inversa, intercambio iónico.	Se deben a la contaminación en las aguas subterráneas por los residuos de animales o derrames de agua provenientes de lecherías o ganado, el uso excesivo de fertilizantes, o la infiltración de residuos líquidos de origen doméstico proveniente de las fosas sépticas.
Sólidos totales disueltos	Son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor.	Ósmosis inversa	Comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua.
Sulfatos (como SO₄=)	Una alta concentración de sulfato en agua potable tiene un efecto laxativo cuando se combina con calcio y magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza del agua.	Ósmosis inversa, destilación, o intercambio iónico	Se origina a partir de la lixiviación de yesos presentes en las rocas sedimentarias

Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos de los muestreos realizados.

Un problema que se observa en todos los sitios de donde se obtuvieron muestras y durante las tres épocas que se realizaron los muestreos fue la presencia de coliformes totales y coliformes fecales, dicha contaminación puede estar provocada por diferentes factores, entre los que se pueden mencionar la falta de drenaje y disposición de aguas residuales; las fuentes de abastecimiento son utilizadas para verter residuos líquidos; el manejo que se le da al agua dentro de los hogares o bien las condiciones en las que se encuentra ubicada la llave de donde se obtiene el agua; así como por la ubicación de las fuentes de abastecimiento, las cuales se encuentran expuestas a recibir la contaminación de los hogares y el ganado, principalmente durante la temporada de lluvia porque el agua de escurrimiento lava el suelo y llega a dichas fuentes.

Uno de los principales problemas con la presencia de coliformes fecales en el agua, son las enfermedades que estos provocan. El grupo coliforme se utiliza como indicador de contaminación fecal en agua (Camacho, et al., 2009); los agentes involucrados en la transmisión hídrica son las bacterias, virus y protozoos, que pueden causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde gastroenteritis simple hasta casos fatales de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea (Arcos, et al., 2005).

El hervido es la mejor manera de eliminar bacterias, virus y parásitos. Sin embargo, esto no es adecuado para aguas altamente contaminadas o sujetas a contaminación química. Es por ello que para el caso de San José del Grito deben de buscarse otras

alternativas para erradicar el problema de presencia de coliformes en el agua; en este caso se pueden utilizar métodos químicos como la lejía, el cloro y el yodo.

Los tratamientos antes mencionados son los convencionales para hacer frente al problema de presencia de coliformes totales y fecales en el agua; sin embargo, durante las visitas a las localidades se observó que a los usuarios les desagrada el sabor del agua hervida o clorada, por lo que se deben de pensar en otras alternativas para dar solución a este problema.

La localidad de Cuatlamayán se encuentra localizada en una zona donde existe abundancia del recurso hídrico, debido a la estructura del terreno donde se ubica la pendiente contribuye a que exista un arrastre de los contaminantes, provocando la presencia de coliformes totales y fecales en los pozos y norias ubicados en la localidad; una alternativa para esta comunidad sería tener una noria pública en la parte alta de la localidad de la cual se obtenga agua únicamente para tomar y preparar los alimentos, dicha noria debe estar delimitada por un área protegida, se pueden presentar diferentes propuestas del lugar donde se debería localizar la noria; sin embargo, su ubicación debe ser determinada por los pobladores de la comunidad para que se apropien de la misma; asimismo, los usuarios deben de participar de manera activa en el cuidado del área circundante a la noria (zona protegida) para evitar la contaminación del agua de la misma.

Por otra parte, San José del Grito se ubica en una zona donde el recurso hídrico no es abundante, el establecimiento de un sistema de captación de agua de lluvia es una

alternativa para obtener agua de mejor calidad para beber y preparar alimentos. Sin embargo, es importante considerar que esta agua no cubriría sus necesidades a lo largo de todo el año, la temporada de lluvias es muy corta, por lo que además de la captación de agua de lluvia se debe de pensar en otra alternativa de abastecimiento, como lo es que el municipio les proporcione agua embotellada a bajos costos.

En el caso de San José de Grito además de coliformes, existe la presencia de elementos químicos tóxicos de manera natural en el subsuelo, como el arsénico que puede llegar a ser perjudicial a la salud, este tipo de sustancias se encuentran en aguas subterráneas las cuales tienen contacto con los elementos presentes en el subsuelo, como rocas volcánicas o sedimentos derivados de estas. Las principales rutas de exposición que puede tener el ser humano son la ingesta y la inhalación; se acumula en el organismo por exposición crónica y puede causar afecciones tales como: alteraciones de la piel, efectos secundarios en el sistema nervioso, irritación de los órganos del aparato respiratorio, gastrointestinal y hematopoyético, y acumulación en los huesos, músculos y piel y, en menor grado, en hígado y riñones (Avilés, *et al.*, 2003).

La OMS (2014) establece un límite permisible menor que en México (0.01 mg/l), señala que el arsénico está presente de forma natural en niveles altos en las aguas subterráneas de varios países; es muy tóxico en su forma inorgánica. Su mayor amenaza para la salud pública reside en la utilización de agua contaminada para beber, preparar alimentos y regar cultivos alimentarios. En 1999, la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos reportó que el arsénico en el agua de

consumo humano causa cáncer en la vejiga, en los pulmones y en la piel y puede causarlo en el páncreas y el hígado, también se encontró que el arsénico daña los sistemas nervioso centro y periférico, así como el corazón y el sistema sanguíneo, asimismo causa defectos de nacimiento y problemas reproductivos.

La exposición prolongada al arsénico inorgánico, principalmente a través del consumo de agua contaminada o comida preparada con agua rica en arsénico puede causar intoxicación crónica. Los efectos más característicos son la aparición de lesiones cutáneas y cáncer de piel. También se ha asociado a problemas de desarrollo, enfermedades cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes.

La UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) señala que cuando existe presencia de arsénico y flúor, la mejor solución suele consistir en reemplazar la fuente de agua que se utiliza por otra, cuando se disponga de ella o agua de lluvia. La educación y la participación de la comunidad son factores fundamentales para asegurar que las intervenciones den buen resultado. Es necesario que los miembros de cada comunidad comprendan los riesgos asociados a la exposición a altos niveles de arsénico y las fuentes conexas.

Existen diferentes técnicas para la remoción de arsénico entre las que se encuentran la separación sólido-líquido, intercambio iónico, la osmosis inversa, coagulación-absorción entre otras; sin embargo, todas implican tecnología que tiene altos costos, éstos no puede ser cubiertos o adquiridos por localidades rurales como San José del Grito debido a su nivel de pobreza, una posible solución sería cambiar de fuente de

abastecimiento de agua para evitar la exposición a dichos elementos. La captación de agua de lluvia y la venta de agua purificada a bajos costos por parte del municipio, puede resultar una alternativa de solución para las comunidades con problemas de presencia de arsénico en el agua, como es el caso de San José del Grito.

En cuanto a los nitratos por lo general, los niveles elevados de nitratos en el agua potable se deben a la contaminación en las aguas subterráneas por los residuos de animales o derrames de agua provenientes de lecherías o ganado, el uso excesivo de fertilizantes, o la infiltración de residuos líquidos de origen doméstico proveniente de las fosas sépticas.

El nitrato en el cuerpo es transformado por nitrito, el cual reacciona con la hemoglobina (el transportador de oxígeno en la sangre) y evita la transportación de oxígeno (Sigler y Bauder, 2014). Los nitritos son de particular interés en la salud porque convierten la hemoglobina en la sangre a metamoglobina (envenenamiento de la sangre). La metamoglobina reduce la cantidad de oxígeno que se transporta en la sangre. Como resultado, las células no tienen suficiente oxígeno para funcionar adecuadamente en el organismo. A esta condición se le llama metamoglobinemia.

El exceso de nitrato en el cuerpo hace que sea más difícil transportar oxígeno para los glóbulos rojos. La mayoría de las personas se recuperan rápidamente, pero esto puede resultar peligroso para los bebés y algunos adultos (mujeres embarazadas, personas con problemas de salud crónicos, como enfermedades del corazón o pulmones o deficiencias de enzimas). Los bebés expuestos a grandes cantidades de nitrato pueden

presentar el “síndrome del bebé azul”. Esta enfermedad es poco común, pero puede ser fatal. Los bebés pueden ser especialmente vulnerables si se los alimenta con alimentos para biberón preparados con agua de pozo con una elevada concentración de nitratos (EPA, 2012).

Existen algunos métodos de tratamiento para la remoción de nitratos tales como la desnitrificación biológica, ósmosis inversa, intercambio iónico; todas estas resultan inviables en las zonas rurales debido a su alto costo. Otras opciones puede ser: utilizar agua de lluvia o embotellada para tomar o cocinar y usar el agua del pozo solamente para bañarse y demás actividades domésticas.

Una *recomendación* muy importante es no hervir el agua que contiene nitratos o nitritos. Esta acción incrementa la concentración de químicos en el agua. Se debe de analizar el agua del pozo para nitratos y nitritos. Si el agua excede o se encuentra cerca del límite permisible de la NOM, lo recomendable es no usar el agua del pozo para preparar la leche en polvo (fórmula) para los niños menores de seis meses. Las embarazadas no deben de tomar esta agua.

Conclusiones

En las localidades de San José del Grito y Cuatlamayán existen problemas en relación a la calidad del agua, esto provoca que no se logre tener una buena gestión, la cual implica que el agua que se distribuye a los usuarios sea de buena calidad.

En las zonas rurales resulta complicado lograr una buena gestión del agua considerando su calidad, debido a diferentes aspectos, tales como: i) su ubicación, la mayoría de las veces se ubican en zonas lejanas, ii) ausencia de sistemas de drenaje y plantas potabilizadoras, iii) falta de recursos financieros, iv) no tienen quien les dé información sobre la calidad del agua que consumen, y v) aunque sepan que es de mala calidad la consumen porque no tienen otra opción.

Para hacer frente a los diferentes problemas con respecto a la calidad del agua de uso y consumo a los que se enfrentan las zonas rurales es necesaria la participación de la gente, en muchas ocasiones los programas federales y estatales no llegan a estas áreas debido a su lejanía o bien por la falta de interés por parte del gobierno. El análisis de los datos de los casos de estudio permitió identificar que la problemática en relación a la calidad del agua que existe en las localidades rurales tiene aspectos en común y diferencias; debido a sus características físicas y geográficas, en algunas existe abundancia del recurso hídrico y en otras escasez.

Por otra parte, las fuentes de abastecimiento son diferentes en algunas son superficiales y en otras subterráneas, lo que provoca la presencia de ciertos contaminantes específicos. Sin embargo, a pesar de estas diferencias un problema de la calidad del agua que es común en la mayoría de las localidades rurales es la presencia de coliformes totales y fecales, esto puede atribuirse al hecho de la forma en que se obtiene el agua en éstas regiones, así como a la falta de drenaje y el tratamiento de sus aguas servidas. En las zonas rurales existe baja capacidad financiera resulta problemático pensar en tecnologías de purificación del agua que

sean muy costosas, además de que la mayoría de estas tecnologías ofrecen purificar grandes cantidades de agua y las localidades son pequeñas, por lo que tener este tipo de tecnología resultaría inviable. Es por ello que puede resultar más factible proponer acciones en las cuales sólo se busque tener agua de buena calidad para beber y preparar alimentos, disminuyendo con ello los riesgos de salud que provoca el consumo de agua contaminada, así como los costos para purificar grandes cantidades de agua. Purificando agua únicamente para estas actividades dejando fuera aquellas como aseo personal, lavado de ropa, trastes y limpieza del hogar, entre otros, se puede lograr abatir enfermedades provocadas por la ingesta de agua contaminada.

Bibliografía

- Arcos, Pulido Mireya del Pila; Ávila, de Naria Sara Lilia; Estupiñán, Torres Sandra Mónica; y Gómez, Prieto Aura Cristina. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Nova- Publicación científica, Vol. 3, No. 4, Julio-Diciembre, p. 1-16.
- Aurazo de Zumaeta, Margarita. (2004). Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Medio Ambiente/Organización Panamericana de la Salud (CEPIS/OPS), Lima, Perú.
- Barrios, Ordóñez J. Eugenio. (2004). El manejo de la calidad del agua: un asunto pendiente. En: Hacia una gestión integral del agua en México: retos y alternativas. Tortajada, Cecilia; Guerrero, Vicente & Sandoval, Ricardo (coords). Ed. Miguel Ángel Porrúa. México, D.F.

- Camacho, A., M, Giles, A. Ortigón, M. Palao, B. Serrano y O. Velazquez. (2009).
Técnicas para el análisis microbiológico de Alimentos. 2 ed. Facultad de
Química, UNAM, México.
- Díaz Delgado, C., García Pulido, D. y Solís Morelos, Carlos. (2000). Abastecimiento
de agua potable para pequeñas comunidades rurales por medio de un
sistema de colección de lluvia-planta potabilizadora. Ciencia Ergo Sum.
Vol. 7, No. 2, Julio-Octubre, p. 129-134.
- Díaz Delgado, C.; Esteller Alberich, M. V. y López Vera, F. (2005). Recursos
Hídricos. Conceptos básicos y estudios de caso en Iberoamérica.
Montevideo: Piriguazú.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). (2012). Las preguntas
comunes y sus respuestas sobre el nitrato y el agua potable.
- Jouravlev, A. (2003). Los municipios y la gestión de los recursos hídricos. Comisión
Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile.
- Jouravlev, A. (2004). Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del
siglo XXI. Comisión Económica para América Latina y el Caribe
(CEPAL). Santiago de Chile.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2014). Arsénico. Visitado el 10 de abril
de 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/es/>
- ONU, O. d. (2014). Calidad del agua. Visitado el 16 de marzo de 2014, de Década
para la acción 'El agua, fuente de vida'.
<http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- PwC (Prince waterhouse Coopers S.L.). (2014). La gestión del agua en España,
análisis de la situación actual del sector y retos futuros.

Rivas Sepúlveda, M. A. y Rodríguez Casasola, F. N. (2010). Gestión de la calidad del agua: "El ciclo virtuoso". Revista Sistemas Ambientales, Vol. 3, No. 2, p. 12-18.

Secretaria de Salud. 2000. 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.

Sigler, W. Adam y Bauder, Jim. (2014). Nitrate and Nitrite. En Northern Plains & Mountains. Regional Water Program. Visitado el 03 de septiembre de 2014.

United Nations Environment Programme (UNEP). (2007). State and Trends of the Environment: 1987 - 2007. Chapter 4. Water. In Global Environment Outlook GEO4 environment for development.

Propuesta general

La gestión del agua para uso doméstico en localidades rurales es heterogénea, existen diferencias culturales, tipos de propiedad, fisiográficas, climáticas, entre otras; para realizar una propuesta general encaminada a lograr una mejor gestión de la misma es necesario tener en consideración dichas diferencias.

Diagnóstico de la situación

Para realizar una propuesta general en las comunidades es necesario tener un diagnóstico acerca de la situación que existe en las comunidades de San José del Grito y Cuatlamayán. Es necesario contar con información en relación a la disponibilidad, usos y calidad del agua, mediante esta información se puede realizar una propuesta de mejora para la gestión del agua en ambas localidades. Esta información no se encuentra en ninguna base de datos por lo que fue necesario realizar trabajo de campo mediante el cual se obtuviera dicha información. Después de la visita y estancias realizadas en las localidades se obtuvo la siguiente información:

- *San José del Grito.* Fuente de abastecimiento subterránea, mediante pozo profundo. Dentro de la comunidad existe un sistema de tandeo, se tiene dividida la localidad en tres zonas. La disponibilidad de agua es baja. Los principales usos del agua son: para los animales, aseo personal, lavar ropa, lavar trastes. En cuanto a la calidad el agua de la localidad tiene problemas de presencia de coliformes totales y fecales, niveles altos de arsénico, el agua presenta dureza alta y existe presencia de nitratos. Su forma de organización para gestionar el agua es mediante una Mesa del Agua, integrada por un presidente, tesorero, secretario y dos auxiliares.
- *Cuatlamayán.* Fuente de abastecimiento superficial, mediante arroyo que pasa a un lado de comunidad, norias y pozos artesanales ubicados a lo largo de la localidad. Se considera que tiene una disponibilidad alta de agua. Los principales usos de agua son: para el aseo persona, lavar ropa,

lavar trastes y los animales. En relación a la calidad del agua existe presencia de coliformes totales y fecales. Su forma de organización para gestionar el agua es comunal, se organizan para mantener en buen estado las norias y pozos artesanales que existen dentro de la localidad.

Personas encargadas de llevar a cabo el plan de acción

- Todos los pobladores de las localidades. Al hablar de mejora de la gestión del agua para uso doméstico implica que todos los usuarios se encuentran involucrados en la propuesta por lo que para ambas localidades serán los usuarios de agua serán los encargados de llevar a la práctica el plan de acción.
- Autoridades municipales que proporcionen parte la infraestructura necesaria para realizar el plan de acción.
- Técnicos que proporcionen información a los usuarios acerca del manejo de las tecnologías que se utilizarán dentro de las localidades.

Objetivos de la propuesta

- Proporcionar agua de calidad a los usuarios de las localidades (San José del Grito y Cuatlamayán) para beber y preparar sus alimentos y con ello evitar problemas de salud.
- Incorporar a todos usuarios de agua en su gestión, para que sientan parte de la propuesta y se apropien de la misma.

Plan de acción

Para lograr los objetivos propuestos teniendo en consideración las diferencias existentes entre las localidades, es necesario realizar acciones diferenciadas para ambas.

- *San José del Grito.* En el caso de esta localidad el principal problema es la presencia de coliformes totales y fecales, así como la presencia de nitratos en el agua y en una medida más baja la presencia de arsénico. Para esta comunidad no es factible que se hierva el agua para quitar los

coliformes, tampoco la cloración resultaría efectiva para esta localidad, debido a que el tipo de contaminación que presenta el agua no se erradica mediante los procesos antes mencionados. Es por ello que se propone cambiar las fuentes de abastecimiento, especialmente el agua que utilizan para beber y cocinar los alimentos, para esto se propone el uso de agua de lluvia o bien agua de purificada de garrafón, la cual puede ser proporcionada por el municipio a precios más bajos que de los que existen en el mercado. Para captar agua de lluvia es conveniente se les ofrezca una tecnología sencilla de manejar y con la cual se sientan familiarizados los usuarios, asimismo deben de recibir una capacitación técnica mediante la cual se les dé a conocer las condiciones bajo las cuales se debe de realizar la captación de agua de lluvia para mantener el agua en buenas condiciones y no se contamine.

- *Cuatlamayán.* Dentro de esta localidad el principal problema es la presencia de coliformes totales y fecales en el agua, una solución a este problema es hervir o clorar el agua; sin embargo, durante las visitas realizadas se observó que a las personas no les agrada el sabor del agua hervida o clorada, por lo que la propuesta sería tener una noria en la zona alta de la localidad, alejada de la zona urbana para evitar que se contamine por los residuos generados dentro de los hogares, los cuales son arrastrados cuando llueve dándose la contaminación de aguas abajo. La noria debe de contar con un perímetro que sirva de barrera para la intrusión de otro tipo de contaminación provocada por animales de la región, el perímetro sugerido es de 20 metros de diámetro, dicha área debe de mantenerse limpia y quienes se encargarán de realizar esto serán los usuarios de la localidad.

Estrategias de evaluación y divulgación del plan de mejora

- *San José del Grito.* Es importante dar a conocer a los usuarios de agua las implicaciones que tiene el consumir el agua contaminada, lo cual se puede realizar mediante juntas informativas convocadas por las autoridades de la localidad. Es necesario capacitar a todos los usuarios

para que realicen de manera correcta la captación de agua de lluvia y no consuman agua contaminada de esta fuente.

- Las acciones de evaluación se pueden realizar mediante la capacitación a un grupo de la comunidad para que realice la revisión periódica de las tecnologías usadas para la captación de agua de lluvia, las cuales deben de encontrarse en buenas condiciones.
- *Cuatlamayán.* Para divulgar las acciones que se desean emprender es necesario dar a conocer a los usuarios los beneficios de contar con fuentes seguras de abastecimiento de agua, para lo cual se deben de realizar reuniones con los usuarios. Para que se sientan parte del proyecto es necesario que ellos elijan mediante la asesoría técnica el lugar donde se pondrá la noria.
- En cuanto a las acciones de evaluación se pueden realizar mediante la revisión periódica de las condiciones en las que se encuentra la noria, así como el área donde se ubica, dicha revisión puede ser realizada por los usuarios, mediante un rol de revisión que puede ser coordinado por el representante del Consejo en la localidad.

CONCLUSIONES GENERALES

En el caso de las zonas rurales históricamente el agua ha sido gran hacedora de comunidades. En estas zonas la mayoría de los asentamientos se encuentran cerca de cuerpos de agua; sin embargo, en muchos casos estos han desaparecido o bien han resultado insuficientes para abastecer de agua a la gente asentada en estas zonas, por lo que se ha hecho necesario hacer uso del agua subterránea.

Reconocer las implicaciones que tienen las actividades económicas sobre el sistema ecológico, es base fundamental del modelo de la economía ecológica. Durante mucho tiempo la administración y gestión del agua estuvo a cargo del Estado, pero en años recientes la participación social ha emergido como una posibilidad de mejora su gestión. Los conocimientos locales y la participación social pueden contribuir a mejorar la gestión del agua y con ello cubrir la mayor parte de las necesidades que debería satisfacer su suministro.

El concepto de disponibilidad de agua no tiene una aplicación tal cual esta descrita en la legislación, la verdadera disponibilidad de agua en México se encuentra muy por debajo de lo señalado por las cifras oficiales. Tal es la gravedad, que en regiones como el centro y norte del país se tienen severos problemas de disponibilidad. Aunque se ha buscado la participación de las comunidades en la construcción, operación y administración de los sistemas de agua potable, algunos de estos procesos de gobernanza para gestión del agua en zonas rurales han fracasado, debido a la falta de seguimiento de las obras que se inician en las cuales se encuentran involucrados los usuarios.

No en todas las zonas rurales existen las mismas condiciones para obtener el agua, por ello, la abundancia o baja disponibilidad del recurso explica los diferentes usos de agua; en algunos casos como en San José del Grito a pesar de contar con baja disponibilidad de agua realizan actividades como la cría de ganado que son altamente demandantes de agua.

La tipología sobre la disponibilidad de agua y uso eficiente propuesta en esta investigación considera cuatro situaciones: existe disponibilidad de agua y su uso es eficiente, no existe disponibilidad de agua pero su uso es eficiente, existe disponibilidad de agua pero uso no es eficiente, no existe disponibilidad y tampoco un uso eficiente.

En las zonas rurales al igual que en las áreas urbanas existen problemas en relación a la calidad del agua; sin embargo, generalmente resulta más complicado lograr una buena calidad del agua en zonas rurales, derivado de aspectos, tales como su ubicación, ausencia de sistemas de drenaje y plantas potabilizadoras, falta de recursos financieros, carencia de información sobre la calidad del agua que consumen y consumo de agua de mala calidad porque no tienen otra opción.

Para hacer frente a los diferentes problemas sobre la calidad del agua de uso y consumo a los que se enfrentan las zonas rurales es necesaria la participación de la gente, en muchas ocasiones los programas federales y estatales no llegan a estas áreas debido a su lejanía o bien por la falta de interés por parte del gobierno; siendo la participación de los usuarios una alternativa para hacer frente a esta problemática, aunado a ello es importante que los pobladores de las áreas rurales se sientan parte de las soluciones proporcionadas, esto permite hacer frente a los problemas de manera más efectiva.

Tener conocimiento acerca de cómo se encuentra la situación en relación a la disponibilidad y uso de agua en las localidades rurales, permite diseñar estrategias de acuerdo a sus condiciones particulares, mediante lo cual se puede lograr un mayor impacto de las mismas.

La problemática relacionada con la calidad del agua en las localidades rurales se relaciona principalmente con falta de sistemas de drenaje, así como por las características del suelo donde se encuentren ubicadas. En las localidades donde se realizó el trabajo de campo existen diversas fuentes de abastecimiento;

sin embargo, en ambas localidades se detectó la presencia de ciertos contaminantes específicos, tales como los coliformes totales y fecales, y en una de ellas arsénico y nitratos; los primeros pueden atribuirse al hecho de la forma en que se obtiene el agua en éstas regiones, así como a la falta de drenaje y el tratamiento de sus aguas servidas.

En las zonas rurales existe baja capacidad financiera, por lo que resulta problemático pensar en tecnologías de purificación del agua que sean muy costosas, además de que la mayoría de estas tecnologías ofrecen purificar grandes cantidades de agua y las localidades son pequeñas, por lo que tener este tipo de tecnología resultaría inviable. Una opción es proporcionar tecnologías con las cuales únicamente se tenga agua de calidad para beber y preparar alimentos. Es más factible proponer acciones en las cuales sólo se busque tener agua de buena calidad para beber y preparar alimentos, disminuyendo con ello los riesgos de salud que provoca el consumo de agua contaminada.

El agua que se utiliza en los hogares debe ser de mejor calidad, sin embargo de acuerdo a lo observado en los datos anteriores no en todos los usos se requiere la misma calidad de agua, existen usos como el inodoro, lavado de ropa, riego del jardín, limpieza del hogar, lavado del coche, en los cuales la calidad puede ser menor sin afectar la salud de los habitantes del hogar. Con lo cual se puede realizar actividades de reuso de agua dentro del hogar, actividad que realizan de manera activa los habitantes de la localidad de San José del Grito, esto se debe principalmente a la baja cantidad de agua con la que cuentan.

Anexos

Fuentes de abastecimiento de agua Cuatlamayán



Noria



Arroyo



Tanque de ferrocemento



Pileta para agua entubada

Fuentes de abastecimiento de agua San José del Grito



Pozo profundo



Pileta zona oeste



Pozo artesanal



Pileta zona este