

Sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia en vivienda y comunidad rural, Pátzcuaro, Michoacán

María Elena Rivero Bustos, Luis Gómez Lugo, J. Natividad Barrios Domínguez

Resumen

El abastecimiento de agua para la población rural de la cuenca del lago de Pátzcuaro sigue siendo un problema complejo de resolver, pues el recurso hídrico es insuficiente, escaso y de mala calidad. Algunas viviendas se abastecen de agua desde un pozo o manantial, a través de una red de mangueras. En comunidades donde el acceso fisiográfico es muy complicado, el problema se incrementa al grado de depender exclusivamente del acarreo o compra de agua embotellada. Para estas poblaciones, el Instituto Mexicano de Tecnología de Agua (IMTA), con apoyo técnico de la Universidad Autónoma de Zacatecas y el financiero de la Fundación Gonzalo Río Arronte, ha transferido sistemas aprovechando la precipitación pluvial de la zona, cercana a los 800 mm (800 L/m^2), mediante la captación de agua de lluvia y su posterior almacenamiento en cisternas tipo capuchino de diferentes capacidades (11, 15, 20, 50, 100 y $1,000 \text{ m}^3$). En el marco del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca de Lago de Pátzcuaro, etapa 2008-2011, se transfirieron 342 cisternas a nivel vivienda, lo que representa el almacenamiento de $3,724 \text{ m}^3$, y 16 cisternas a nivel comunidad, almacenando así $2,400 \text{ m}^3$. En total, se cuenta con $6,124 \text{ m}^3$ de agua de lluvia captados y almacenados, beneficiando a 9,792 habitantes, aproximadamente, en diez comunidades rurales. Estos sistemas se han replicado en la Huasteca Potosina, en la cuenca del río Apatlaco, Morelos, y en zonas de Guerrero, Zacatecas y el Estado de México. Los resultados son muy satisfactorios, la respuesta social es de alta aceptación y uso, lo cual permite asegurar que esta alternativa de abastecimiento es viable de realizar en otras regiones del país en igual situación, logrando así una mayor calidad de vida y mejor concepto del cuidado del agua, sin afectar los recursos disponibles y el medio ambiente.

Palabras clave: captación y almacenamiento de agua de lluvia, transferencia de tecnologías apropiadas, abastecimiento alternativo de agua, uso eficiente del agua, recuperación ambiental de cuencas.

Introducción

Según la Constitución mexicana, la responsabilidad por la entrega de servicios de abastecimiento de agua y de saneamiento recae en 2,446 municipalidades, desde la descentralización de 1983. Sin embargo, unos cuantos de los 31 estados entregan servicios a través de empresas estatales de agua, que actúan en nombre de las municipalidades. La mayoría de los estados también cuentan con agencias estatales de abastecimiento de agua ya establecidas, que desempeñan distintos roles según el estado, tales como asistencia técnica a los proveedores de servicio, apoyo en la planificación de

inversiones y canalización de los subsidios federales. En algunos casos, las agencias estatales proporcionan los servicios de agua y saneamiento directamente. En áreas rurales, las juntas de agua son responsables por el abastecimiento de la misma. (*Wikipedia*, 2012). Las zonas rurales con accesos fisiográficos complicados, hacen aún más escasa la atención y el apoyo a estas comunidades por los encargados del abastecimiento del vital líquido, así como del saneamiento.

En contraste, hay zonas rurales ubicadas en estados o regiones donde los recursos naturales son abundantes, lo que implica que no debieran existir estos problemas o falta de servicios básicos. La cuenca del lago de Pátzcuaro es una de estas zonas. Se localiza en el estado de Michoacán, México. Es una cuenca cerrada con una superficie de 929 km², se desarrolla desde los 2,035 hasta los 3,300 msnm, con una elevación promedio de 2,369 msnm. La precipitación media es de 775 mm, mientras que la evaporación es de 1,393 mm. Cuenta con un lago interior de 126.4 km², con una profundidad promedio de 4.9 m, y almacena 619.4 hm³. La cuenca tiene un clima templado subhúmedo. La temperatura media anual es de 20 °C. Las temperaturas más baja se presentan en el mes de enero y es alrededor de 8 °C. La temperatura máxima promedio es de 31 °C y se presenta en los meses de abril y mayo. Las lluvias suceden durante el verano, en los meses de junio a septiembre.

La población de la cuenca es de aproximadamente 120,000 habitantes y su economía depende fundamentalmente del turismo, la explotación forestal, la pesca, las artesanías y, recientemente, de las remesas que llegan de sus migrantes que trabajan en los Estados Unidos de América. Existen alrededor de 150 comunidades, de las cuales 118 tienen menos de quinientos habitantes y, de ellas, 104 se encuentran distribuidas en cuatro municipios: Erongáricuaro, Quiroga, Tzintzuntzan y Pátzcuaro (INEGI-2010).

La principal fuente de abastecimiento de agua en la cuenca la constituye el agua subterránea. Existen, de acuerdo con los últimos censos de la CONAGUA, alrededor de 374 fuentes de abastecimiento subterráneas, de las cuales 173 son norias, 32 pozos, 42 manantiales y 127 indiferenciadas en el acuífero Pátzcuaro-Lagunillas.

El uso del recurso hídrico subterráneo se constituye de la siguiente manera: público, 78.2%; doméstico, 10.9%; doméstico/agropecuario, 5.7%; agrícola, 5.1%, y venta de agua 0.1%. Lo anterior podría indicar que la mayoría de los habitantes de la cuenca cuentan con el recurso hídrico, sin embargo, por lo que respecta al abastecimiento de agua a las comunidades rurales, el porcentaje es aún menor. La mayoría de ellas se abastecen por manantiales cercanos o pozos, a través de una conexión de mangueras hacia y entre las viviendas. Por otro lado, el saneamiento es un aspecto por demás complicado debido a que no todas las localidades de la cuenca están conectadas a un sistema de tratamiento, y mucho menos preparadas para hacer un reúso de agua tratada, independiente el origen de ésta.

Las comunidades rurales de la cuenca se caracterizan por estar asentadas en terrenos planos, lomerías, abruptos o escarpados, con suelos arenosos, arcillosos, rocoso o limosos. Sus caminos de comunicación hacia las cabeceras municipales son, en algunos casos, de terracería y caminos asfaltados.

Para estas poblaciones el IMTA, con apoyo técnico de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), y el financiamiento de la Fundación Gonzalo Río Arronte, ha transferido sistemas de captación y almacenamiento aprovechando la captación pluvial, considerando la alta precipitación que existe en la zona, atendiendo así el abastecimiento de agua tanto en viviendas como en comunidades.

Los proyectos: *Transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades rurales en la cuenca del lago de Pátzcuaro y Modelos comunitarios de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia para consumo humano en Arocutín, San Francisco Uricho y Napízaro, Erongarícuaro*, ambos en la etapa 2008-2011, buscaron abastecer a comunidades rurales con agua de lluvia, suficiente para cubrir las necesidades básicas de los habitantes.

Como arriba se comentó, los proyectos contaron con el apoyo financiero de la Fundación Gonzalo Río Arronte y el IMTA aportó el personal y las instalaciones necesarios para la ejecución de los proyectos.

Objetivos

Los objetivos generales de los proyectos fueron:

- Transferir paquetes de tecnologías apropiadas para uso y manejo integral del recurso agua a nivel vivienda, entre ellos, sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia.
- Diseñar, implementar y fomentar modelos comunitarios de captación y aprovechamiento del agua de lluvia en tres comunidades del municipio de Erongarícuaro, como alternativas viables de abastecimiento de agua para consumo humano y fines domésticos.

Para ambos proyectos, se firmaron convenios específicos de colaboración con la UAZ por contar, entre otras cosas, con la experiencia y prestigio en el desarrollo y transferencia de tecnologías apropiadas en medios rurales, tanto en vivienda como en comunidades.

Metodología

A nivel vivienda:

- Seleccionar las comunidades ribereñas de la cuenca que participarían en la etapa 2008-2011, mediante criterios técnicos y socio ambientales.
- Identificar beneficiarios cuyas viviendas habitadas se encontraran en las comunidades ribereñas seleccionadas, reuniendo el requisito de estar interesados en instalar tecnologías apropiadas.
- Transferir paquetes tecnológicos en las viviendas. Entre ellos, sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, que consta de cisternas tipo capuchino con capacidad de 11 mil litros.

A nivel comunidad:

- Elaboración del estado del arte (captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia).
- Balances (oferta y demanda) y diseños de modelos comunitarios.
- Selección e implementación de los sistemas de almacenamiento de agua de lluvia.
- Habilitación de áreas de captación y elementos de recolección y conducción.
- Implementación, asesoría y seguimiento del modelo comunitario de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia.

Desarrollo de la actividad

A nivel vivienda:

El proyecto se llevó a cabo en cinco comunidades ribereñas de la cuenca del lago de Pátzcuaro:

- Caríngaro, San Andrés Tzinrondaro y San Jerónimo Purenchécuaro, ubicadas en Quiroga.
- Los Corrales, ubicada en Tzintzuntzan.
- Santa María Huiramangaro, localizada en Pátzcuaro.
- Yotatiro y La Zarzamora, ambas ubicadas en Erongarícuaro.

El padrón de beneficiarios fue de 342, para un número igual de viviendas de la cuenca (ver tabla 1).

Tabla 1. Viviendas y beneficiarios.

Comunidades	Viviendas	Población beneficiada
1. Caríngaro	34	345
2. Los Corrales	52	343
3. Yotatiro	79	668
4. Santa María Huiramangaro	100	1,022
5. La Zarzamora	70	534
6. San Andrés Tzinrondaro	7	35
7. San Jerónimo Purenchécuaro	7	35
Total de beneficiarios	342	2,982

Para la instalación de tecnologías se siguieron los pasos:

- Programación de talleres demostrativos.* Se realizaron talleres en cada una de las comunidades, en los temas relacionados con cada tecnología apropiada, a fin de que los beneficiarios pudieran replicar la tecnología en su respectiva vivienda.

- *Casas sede.* Se seleccionaron casas sedes para cada taller demostrativo y, en algunas comunidades, fue necesario formar varios grupos para hacer más didáctico y práctico el proceso demostrativo.
- *Materiales de instalación.* Se enviaron con la anticipación necesaria los materiales de instalación, a cada una de las casas sede de los talleres demostrativos.
- *Manuales de instalación.* Durante los talleres demostrativos, se entregaron manuales de instalación tecnológica, a fin de que cada persona pudiera consultar las indicaciones cuantas veces se requiriera.
- *Asesoría.* Al término de los talleres, personal de la UAZ proporcionó asesorías personalizadas sobre el proceso de instalación a quien lo solicitara. También, se hicieron visitas domiciliarias como parte del aseguramiento de la calidad en la instalación tecnológica.
- *Seguimiento.* Esta actividad estuvo a cargo de personal del IMTA, y contraparte titular de la UAZ.

A nivel comunidad:

- *Ámbito.* Se recoge la experiencia de dos proyectos, uno realizado en tres comunidades rurales pertenecientes a Erongarícuaro: Napízaro, Arócutin y San Francisco Uricho. El otro, en dos comunidades rurales pertenecientes a Quiroga: San Andrés Tziróndaro y San Jerónimo Purenchécuaro.

El primero, con un enfoque de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia para consumo humano y, el segundo, como una componente importante en el manejo integral del agua en las comunidades rurales. En este caso, apoyando escuelas de las comunidades citadas de Quiroga.

- *Actividades realizadas en las comunidades.*
 - ✓ Desarrollo y presentación de la metodología para la implementación de las cisternas.
 - ✓ Integración del comité de agua y brigadas de trabajo.
 - ✓ Talleres de capacitación.
 - ✓ Sistemas de almacenamiento de agua de lluvia.
 - ✓ Áreas de captación y elementos de recolección y conducción.
 - ✓ Sistema de tratamiento del agua de lluvia.
- *Almacenamientos.* Se optó por cisternas cilíndricas tipo capuchina de 100 y 1,000 m³ de capacidad, ambas con relativa facilidad en su implementación. Las primeras, incluso, con posibilidad de construir en concepto de materiales (ver figura 1).



ocho días, a un costo por inferior a \$1/litro (ver

Figura 1. Cisterna cilíndricas tipo capuchino.

- *Áreas de captación.* Para las áreas de captación, se aprovechó infraestructura tal como techos de casas, iglesias, canchas de basquetbol y auditorios (ver figura 2).



Figura 2. Áreas de captación.

- *Tratamiento.* Se instalaron equipos para el tratamiento de agua de lluvia captada y almacenada, a través de diferentes etapas de filtración y desinfección, donde se incluye: filtros, carbón activado, resinas, ósmosis inversa, desinfección con UV y ozono, con lo cual se asegura la atención y cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, establecida por la Secretaria de Salud, que indica los parámetros permisibles del agua para consumo humano.
- *Distribución del agua.* El agua se entrega en garrafones de 19 litros en los sitios definidos por la comunidad (ver figura 3).



Figura 3. Entrega de agua a los habitantes.

Resultados

A nivel vivienda:

Los sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia constan de dos tecnologías apropiadas: captación de agua de lluvia y cisterna tipo capuchino.

Captación de agua de lluvia

- Consiste en un sistema de canaletas y tubos conectados hacia la cisterna, para recolectar agua de lluvia del techo de la vivienda (ver figura 4).



Figura 4. Instalación de Captación de Lluvia.

- Se instalaron 326 sistemas de captación en viviendas de la cuenca. Las viviendas que no instalaron este sistema se debió, principalmente, por tener un techo de material no recomendado, como lámina de cartón o asbesto.

En estos casos, el almacenamiento se hace por captación directa en el techo de la cisterna, o para almacenamiento de agua que reciben las viviendas, a través de mangueras de un pozo o manantial cercano.

Cisterna tipo capuchino

- Consiste en una estructura cilíndrica para almacenar agua proveniente de captación de agua de lluvia, con capacidad de 11 m³ (ver figura 5).



Figura 5. Cisterna instalada en vivienda.

Entre los beneficios de la instalación del paquete tecnológico en viviendas de las comunidades, durante la etapa 2008-2011, están:

- Actualmente, 342 viviendas cuentan con un sistema de almacenamiento de agua de lluvia principalmente, aunque la cisterna puede contener agua potable.
- La capacidad de almacenamiento instalada en las viviendas rurales en esta etapa es de 3,724 m³ de agua de buena calidad para beber (ver figura 6).



Figura 6. Sistema de captación y abastecimiento en vivienda.

El volumen de agua almacenado de 3,724 m³, es equivalente a 3 millones 724 mil litros, que representarían, aproximadamente:

- 372 pipas de agua (capacidad de 10 mil litros), o
- 18,620 tambos (capacidad 200 litros), o
- 186,200 garrafones (capacidad de 20 litros).

Lo anterior evitará que las familias almacenen agua en depósitos abiertos o con poca higiene, como serían: ollas, botes, cubetas o tambos metálicos. En caso de una sequía prolongada, el agua puede ser utilizada para beber.

Al finalizar el proyecto, se realizó una evaluación de impacto de apropiación al 80% de los beneficiarios (268 personas), donde se identificó que:

- La capacidad de las cisternas (11 mil litros), se hizo en función de los litros/hombre/día mínimos de agua, a que deben tener acceso para sus actividades básicas, según lo establece la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Se identificaron dos usos para el agua de la cisterna, siendo el principal el uso doméstico.
- Algunos beneficiarios consideran que no es suficiente la capacidad de las cisternas instaladas, ya que también disponen de ésta para dar de beber a sus animales en la temporada más crítica de estiaje.
- El mayor número de cisternas instaladas (238) no han presentado problemas por uso, lo que representa el 89% de eficiencia.
- Sólo se identificaron treinta respuestas de problemas que se han presentado durante el uso de las cisternas; esto representa el 11% de deficiencia en el uso. Los problemas más frecuente son las trasminaciones, con 23 casos. La causa principal pudiera ser por no aplicar las capas de repellado acorde con las especificaciones técnicas señaladas, o bien, por aplicar las capas de repellado interno y externo por etapas, provocando así las fisuras entre las capas.
- El mayor número de cisternas instaladas (184), recibe algún tipo de mantenimiento, lo que representa el 69% de buen cuidado.
- Es posible que el resto de los beneficiarios no den algún tipo de cuidado en consideración que son de reciente instalación. En los manuales de instalación hay un

apartado sobre cuidado y mantenimiento de la tecnología, el cual contiene información a detalle de qué hacer para un uso eficiente de la misma.

- La mayor parte de beneficiarios (85%), por el momento sólo hacen el mantenimiento de la tecnología una vez al año, pues la mayoría son de reciente instalación; tienen entre uno y dos años en funcionamiento.
- El mayor número de cisternas instaladas (264) no han sido modificadas por los beneficiarios, lo que representa el 99% de satisfacción en su estructura y funcionamiento.
- Sólo se reportaron cuatro casos de modificaciones: mampostería, adaptación de llave nariz a la válvula y llave nariz en el muro.
- Es importante señalar también que los beneficiarios, independiente de haber hecho o no modificaciones a la cisterna, tienen sugerencias de mejora desde su punto de vista y como usuarios de la misma.
- La mayoría de las respuestas (47) consideran que se debería aumentar la capacidad de las mismas, sólo algunas (cuatro), que fuera subterránea y, sólo dos, que tuviera un registro más ligero. El resto de los beneficiarios no tiene sugerencias, lo que implica su satisfacción por como les fueron transferidas.

A nivel comunidad:

- Como resultado del proyecto realizado en las comunidades de Erongarícuaro, se cuenta con una alternativa de abastecimiento de agua para consumo humano (mayor a 3 Lt/día/hab), cuyo beneficio está destinado para más de 2,600 habitantes de la cuenca del lago de Pátzcuaro.
- En las comunidades de Erongarícuaro, se diseñó, implementó y dio seguimiento a sistemas de captación, almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia para consumo humano.
- Los resultados alcanzados en tres comunidades rurales de Erongarícuaro, en materia hídrica, fue el incremento en la capacidad de almacenamiento de 1,800 m³, para beneficio de una población directa de 2,681 habitantes, mediante la implementación de ocho modelos de almacenamiento con capacidad de 100 m³ cada uno; y uno con capacidad de 1,000 m³ (ver figura 7).



Figura 7. Modelo comunitario integrado para consumo humano en Erongarícuaro.

- Como resultado del proyecto realizado en las comunidades de Quiroga, se cuenta con una alternativa de abastecimiento de agua para diferentes usos, cuyo beneficio está destinado para más de 4 mil habitantes de la cuenca.
- En las comunidades de Quiroga, se diseñó, implementó y dio seguimiento a sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia.
- Los resultados alcanzados en espacios educativos, centros de salud y espacios de uso múltiple, ubicados en dos comunidades rurales de Quiroga, en materia hídrica, fue el incremento en la capacidad instalada en infraestructura de almacenamiento de aproximadamente 625 m³, en la comunidad de San Jerónimo Purenchécuaro, y de aproximadamente 210 m³ en la comunidad de San Andrés Tzirondaro (ver figura 8 y tabla 2).



Figura 8. Captación y almacenamiento de agua de lluvia en comunidad de Quiroga.

Tabla 2. Resumen de almacenamientos comunitarios.

Comunidad	No. de cisternas	Capacidad (m ³)
Napízaro	4	400
Arócutin	4	400
San Francisco Uricho	1	1,000
San Jerónimo Purenchécuaro	6	4 (100) 2 (50)
San Andrés Tzirondaro	1	100
Total	16	2,400

De los resultados analizados, considerando los esquemas a nivel vivienda y a nivel comunitario, se presenta un análisis comparativo respecto a almacenamientos mediante hoyas recubiertas con geomembrana (ver tabla 3).

Tabla 3. Resumen comparativo de sistemas.

Sistema	Ventajas	Desventajas
Cisternas cilíndricas capuchinas (vivienda y comunitarias)	Tiempos cortos de implementación (2-12 días y hasta 30 días las de mayor capacidad). Sistema cerrado protegido de la	Requiere espacios mínimos de 10 m ² , en esquemas de vivienda, y de 50 hasta 400 m ² en esquemas comunitarios.

	<p>intemperie. Mano de obra no calificada y esquemas de autoconstrucción. Bajo costo (<\$1/L) por concepto de materiales. Cercano acceso la vivienda. Larga vida útil y mantenimiento mínimo.</p>	<p>Requiere asesoría técnica para su instalación, por ser un proceso de autoconstrucción.</p>
<p>Hoyas de almacenamiento geomembrana</p>	<p>Grandes volúmenes de almacenamientos para la comunidad. Susceptibles de instalación con financiamiento de programas federalizados y gubernamentales.</p>	<p>Altos costos de inversión. Es necesario disponer de terreno comunitario suficiente. Se requieren grandes movimientos de tierra por actividades de excavación. Se deben complementar con sistemas de distribución. Expuesta a intemperie y a contaminación ambiental.</p>

Es importante resaltar que los sistemas con cisternas cilíndricas capuchinas (vivienda y comunitarias) ofrecen mayores ventajas y menos desventajas, respecto a los sistemas con hoyas de almacenamiento de geomembrana.

Conclusiones

A nivel vivienda:

- Los sistemas de almacenamiento de agua de lluvia son una opción técnica viable para familias que habitan en zonas rurales, las cuales no han sido beneficiadas por programas gubernamentales de abastecimiento de agua potable.
- La instalación de una cisterna de almacenamiento es una tecnología que permite el aseguramiento del vital líquido en cantidad suficiente en periodos de estiaje.
- La disponibilidad inmediata al recurso agua dentro del predio de la vivienda representa un cambio en el estilo de vida de la familia, principalmente para mujeres y niños, principales encargados del acarreo del líquido.
- Para el IMTA y la UAZ, la instalación del sistema de captación de agua de lluvia y la cisterna tipo capuchino son dos de las ocho tecnologías apropiadas que integran un paquete tecnológico para las viviendas.
- A través del sistema de captación de lluvia y la cisterna, junto con el resto del paquete tecnológico, se espera que los usuarios hagan un uso más eficiente del agua en todas las actividades que se dan la vivienda y que implican la disponibilidad del vital líquido.

A nivel comunidad:

- Este tipo de proyectos tienen un amplio potencial de aplicación para familias en otras zonas del país, que tengan las mismas condiciones en materia de agua.
- Mediante un proceso de capacitación y asesoría adecuada, se puede implementar este tipo de sistemas en un tiempo breve.

- Con el proyecto desarrollado, estas comunidades serán autosuficientes al garantizar la disponibilidad de agua para consumo humano en cantidad y calidad adecuada.
- Sin lugar a duda, constituyen ejemplos importantes en materia de abastecimiento de agua en la región.
- El método constructivo de las cisternas cilíndricas tipo capuchino es muy sencillo, económico y atractivo para el cambio de cultura en la construcción de almacenamientos.
- Mediante la formación de comités comunitarios durante la apropiación de los sistemas de almacenamiento y tratamiento de agua de lluvia, se han fijado cuotas de recuperación del orden de la cuarta parte del costo que tiene el agua comercial. Con ello, se tiene la posibilidad de contar con recursos para la operación y mantenimiento de los sistemas instalados.
- Siempre es necesario e importante el apoyo de las autoridades municipales y comunitarias para el adecuado mantenimiento y seguimiento de los sistemas implementados en cada comunidad.

Generales:

- La captación de agua de lluvia es un método antiguo que ha sido desplazado a medida que se han ido desarrollando las grandes urbes y se han implementado los sistemas de extracción y distribución a nivel domiciliario. Este método constituye un medio fácil de obtener agua para consumo humano, agrícola y para algunos usos industriales.
- Los sistemas de captación de agua de lluvia y tecnologías desarrolladas para el tratamiento de ésta son de bajo costo, sencillos, nulo o escaso consumo de energía, fáciles de construcción y bajo mantenimiento y operación, además de que no dañan el medio ambiente y son opciones viables y eficientes para dotar de agua a pequeñas comunidades.
- La inversión financiera en estos modelos (vivienda y comunidad) resulta muy contrastante ante sistemas convencionales de almacenamiento de agua, así como la calidad del agua que puede almacenarse y después disponerse para consumo humano.
- Los resultados son muy satisfactorios, la respuesta social es de alta aceptación y uso, lo que permite asegurar que a través de esta alternativa de abastecimiento se puede lograr una mayor calidad de vida y mejor concepto del cuidado del agua, sin afectar los recursos disponibles y el medio ambiente.

Referencias

Anaya G., Manuel, *et al.* (2007), Manual ISBN 978-968-839-558-5 *Sistema de captación y aprovechamiento del agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano en América Latina y El Caribe*, CP-PNUMA, México.

- Barrios D., Natividad, et al, (2005), "Propuesta técnica para la construcción de cisternas en zonas rurales", II Encuentro Nacional de Ecotecnias, Morelia, Michoacán.
- Gómez L., Luis, et al, (2005), "Propuesta técnica para dimensionar una cisterna en proyectos de captación de agua de lluvia", II Encuentro Nacional de Ecotecnias, Morelia, Michoacán.
- _____ (2009), "Agua para consumo humano en comunidades de la cuenca de lago de Pátzcuaro, mediante sistemas de captación y tratamiento de agua de lluvia", IX SEREA-Seminario Iberoamericano sobre Planificación, Proyecto y Operación de Sistemas de Abastecimiento de Agua, Valencia, España, 24-27 de noviembre de 2009.
- Rivero, M.E., (2011), "Transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades rurales de la cuenca del lago de Pátzcuaro", informe final del proyecto 2008-2011, IMTA, México, pp. 172.
- Universidad Autónoma de Zacatecas (2009), "Implementación de tecnologías apropiadas en materia de agua a nivel vivienda, en comunidades rurales, en municipios ribereños de la cuenca del lago de Pátzcuaro. Primera etapa", informe final de resultados del Convenio 2008-2009, IMTA-UAZ, México, pp. 38.
- _____ (2010) "Implementación de tecnologías apropiadas en materia de agua a nivel vivienda, en comunidades rurales, en municipios ribereños de la cuenca del lago de Pátzcuaro. Segunda etapa", informe final de resultados del Convenio 2010, IMTA-UAZ, México, pp. 45.
- _____, (2011), "Implementación de tecnologías apropiadas en materia de agua a nivel vivienda, en comunidades rurales, en municipios ribereños de la cuenca del lago de Pátzcuaro. Tercera etapa", informe final de resultados del Convenio 2010-2011, IMTA-UAZ, México, pp, 45.