



# **Transferencia de tecnologías apropiadas en la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán**

*24 de enero de 2012*

María Elena Rivero Bustos

## **Resumen**

En el año 2000 se reconocía una alta presión en el 30% de las cuencas. Hoy en día, el 55% de éstas registra presiones severas de tipo hídrico, como consecuencia de inadecuadas políticas ambientales que han sido impulsadas. El principal problema es la baja disponibilidad del agua y de sus reservas. Muchos cuerpos están en proceso de agotamiento por la expansión urbana y las actividades agrícolas. A esto se suma la contaminación provocada por las actividades humanas, que también ha deteriorado significativamente la calidad y disponibilidad del líquido. El cambio climático también ha coadyuvado a la baja disponibilidad del agua en las cuencas hidrográficas, toda vez que el incremento de la temperatura del planeta está exacerbando la evaporización del líquido.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), a través de la Subcoordinación de Tecnología Apropiada e Industrial, con el apoyo de la Fundación Gonzalo Río Arronte y en colaboración de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), con alto compromiso social plantearon resolver esta situación en la cuenca del lago de Pátzcuaro presentada desde hacía cerca de cincuenta años.

Para el año 2003 se transfirió a los habitantes ribereños un paquete de ocho tecnologías apropiadas: cisterna, captación de agua de lluvia, sanitario ecológico, lavadero ecológico, huerto familiar, tanque de riego, bicibomba y caja de desinfección solar. Dicho paquete ofreció proporcionar a las viviendas rurales el abastecimiento de agua y saneamiento por medio de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, el tratamiento y reúso de agua gris y negra, el aprovechamiento de agua gris tratada en pequeñas áreas de cultivo de traspatio para autoconsumo, así como la desinfección de agua a través del aprovechamiento de la radiación solar.

Mediante el presente artículo conoceremos los resultados alcanzados a través del proyecto *Transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades rurales*, en el marco del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, etapa 2008-2011, donde la población beneficiada se involucró, desde el origen, al conocer y sensibilizarse por el problema de deterioro ambiental de la cuenca, en la instalación de cada una de las tecnologías.

El proyecto se ejecutó en cinco comunidades de cuatro municipios ribereños, con el compromiso de instalar 2,600 tecnologías en hasta 325 paquetes tecnológicos, meta que fue alcanzada en cuanto al número de instalaciones. La cantidad de tecnologías concluidas y la

capacidad de almacenamiento, tratamiento de agua gris y negra, así como desinfección de agua por medio solar, supera las transferencias hechas por paquetes, por ésta área, desde su inicio de actividades en la cuenca en 2003. La población beneficiada en la etapa mencionada es de cerca de 12,000 personas; sin embargo, el compromiso que resta aún es muy grande, pero más grande es la oportunidad que tiene la subcoordinación del Instituto en coadyuvar para reducir la desigualdad de las áreas rurales con respecto de las urbanas, al contar en sus viviendas con el vital recurso, mejorar las condiciones ambientales y elevar así su calidad de vida.

**Palabras clave:** transferencia tecnológica, tecnologías apropiadas, cuenca del lago de Pátzcuaro, recuperación ambiental, uso eficiente del agua.

## **Introducción**

La distribución espacial del agua disponible no es uniforme. En México existen amplias zonas en las que es escasa y otras en las que es abundante. En numerosas ocasiones, la disponibilidad del agua no va aparejada con la posibilidad de aprovecharla y, en otras, la demanda de agua sobrepasa su disponibilidad media. Cuando esto ocurre, tratándose de aguas superficiales, se presentan continuamente altibajos importantes en las actividades económicas que dependen del agua y, cuando es en aguas subterráneas, se sobreexplotan los acuíferos a un grado tal que pone en peligro la misma fuente de abastecimiento para la población.

Conforme pasa el tiempo, la demanda se incrementa y se acentúa la competencia por su limitada disponibilidad. El agua, por tanto, es un elemento determinante del crecimiento económico y uno de los más importantes recursos naturales que debe ser administrado como parte de los programas de desarrollo sustentable. Un claro ejemplo de lo anterior es lo que en los últimos cincuenta años ha pasado en la cuenca del lago de Pátzcuaro, que por efecto de la sobreexplotación de sus recursos naturales y la contaminación, ha sufrido un grave deterioro ambiental, tanto a nivel superficial como subterráneo.

La principal fuente de abastecimiento de agua en la cuenca la constituye el agua subterránea, en donde existen alrededor de 374 fuentes de abastecimiento, de las cuales 173 son norias, 32 pozos, 42 manantiales y 127 indiferenciadas en el acuífero Pátzcuaro-Lagunillas (CONAGUA, 2008). Lo anterior podría indicar que la mayoría de los habitantes de la cuenca cuentan con el recurso hídrico; no obstante, por lo que respecta al abastecimiento de agua a las comunidades rurales, el porcentaje es todavía menor. La mayoría de ellas se abastecen por manantiales cercanos o pozos a través de una conexión de mangueras hacia y entre las viviendas. En forma paralela, el saneamiento es un aspecto por demás complicado debido a que no todas las localidades en la cuenca están conectadas a un sistema de tratamiento, y mucho menos preparadas para hacer un reúso del agua, independientemente del origen de ésta.

Por lo anterior expuesto, se llevó a cabo el proyecto: *Transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades rurales de la cuenca del lago de Pátzcuaro*, etapa 2008-2011, desarrollado gracias al financiamiento de la Fundación Gonzalo Río Arronte y la amplia

experiencia de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), con el objetivo el favorecer la calidad de vida de sus habitantes mediante la instalación de un paquete tecnológico, el cual incluye ocho tecnologías: cisterna de almacenamiento, sistema de captación de agua de lluvia, lavadero ecológico, sanitario ecológico, huerto familiar, tanque de descarga de fondo, bicibomba de bajo riego y caja de desinfección solar. El paquete permite a las familias contar en sus viviendas con sistemas para almacenar agua de lluvia, tratar y reusar aguas grises y negras, así como desinfectar agua por medio solar.

Este proyecto buscó llegar a los habitantes de las comunidades rurales de la cuenca con mayor marginación y baja atención social. Como resultado, se instaló un elevado número de tecnologías apropiadas, gracias al compromiso social incorporado durante el proceso. La asistencia a talleres demostrativos, instalación del paquete y participación en las reuniones de evaluación, son parte de las actividades que enmarcaron el logro de las metas.

## **Metodología**

La metodología diseñada por la Subcoordinación de Tecnología Apropiada e Industrial, plasmada en el *Manual para la transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades rurales y zonas marginadas* (2007), se conformó por:

1. *Elaborar el Plan de Trabajo*: delimitar el proyecto en tres metas: a) transferencia de 2,600 tecnologías apropiadas en hasta 325 paquetes, b) establecimiento de cinco comunidades eficientes en agua con atención mínima del 80% de las viviendas habitadas, y c) medición de la apropiación tecnológica. Para ello, se identificaron cinco comunidades rurales de la cuenca para participar en el programa, las cuales fueron Caríngaro, Quiroga; Los Corrales, Tzintzuntzan; Santa María Huiramangaro, Pátzcuaro, y Yotatiro y La Zarzamora, Erongarícuaro, ubicadas en Michoacán. Todo lo anterior, con el conocimiento y aprobación de las autoridades locales, nombrando una contraparte para dar seguimiento a las actividades. Las personas seleccionadas adquirieron el nombre de “beneficiarios”.
2. *Diseñar materiales y manuales de trabajo*: aplicar los formatos de control, seguimiento y evaluación diseñados para la operación de proyectos de transferencia tecnológica. Contar en tiempo y forma con los manuales de instalación de cada uno de los ocho temas técnicos del paquete, y diseñar presentaciones electrónicas como apoyo en las reuniones de apertura y cierre de comunidades.
3. *Transferencia tecnológica*: programar talleres demostrativos de instalación, para que todos aplicaran el proceso y al término de cada uno de los talleres los beneficiarios pudieran llevar a cabo la transferencia en sus viviendas; apoyo con asesorías técnicas permanentes y visitas de seguimiento aleatorias; dejar a discreción de los habitantes la organización para la instalación en cada vivienda y, ya alcanzada la transferencia de una tecnología, repetir el proceso demostrativo.
4. *Seguimiento en campo*: aplicar formatos de seguimiento, cuya información sirve para ilustrar y enriquecer los informes de avance. El seguimiento se da a nivel vivienda, comunidad y proyecto, por los responsables de la ejecución.
5. *Evaluar el impacto de apropiación*: aplicar formatos y cuestionarios al término de la transferencia, para evaluar el proceso e identificar la apropiación tecnológica del

paquete. La información recabada identifica las oportunidades de mejora técnica, de transferencia y didáctica. A su vez, se integra al informe final de resultados, al término de la etapa correspondiente.

## Resultados

En cuanto a la primera meta, *Transferencia de 2,600 tecnologías apropiadas en hasta 325 paquetes*, se obtuvieron los siguientes resultados:

La ejecución del proyecto se desarrolló en dos tiempos en las comunidades. En la primera parte se trabajó con tres comunidades: Caríngaro, Los Corrales y Yotatiro, entre 2008 y 2009. La segunda parte, en dos comunidades: Santa María Huiramangaro y La Zarzamora, entre 2010 y 2011.

Se transfirieron paquetes tecnológicos conformados por ocho tecnologías: cisterna tipo capuchino con capacidad de 11 m<sup>3</sup>, captación de agua de lluvia, sanitario ecológico húmedo, lavadero ecológico, huerto familia, tanque de descarga de fondo, bicibomba para bajo riego y caja para desinfección solar, en un total de 297 viviendas. Una novena tecnología fue sólo para 35 viviendas, cuyo techo era de lámina de cartón o asbesto, siendo estos materiales no aptos para la recolección y posterior almacenamiento de agua de lluvia.

La instalación total fue de 2,632 tecnologías apropiadas, superando con un mínimo margen la meta establecida. Lo anterior, gracias al apoyo y compromiso de participación de la UAZ en el proyecto. En un total de 297 viviendas, se instaló el paquete tecnológico con hasta ocho tecnologías, y en 35 viviendas se instaló el paquete tecnológico por hasta nueve tecnologías apropiadas (tabla 1).

**Tabla 1. Tecnologías instaladas en la cuenca.**

<b>Tecnologías apropiadas</b>	<b>Tecnologías apropiadas instaladas</b>
1. Cisterna tipo capuchino (11 m <sup>3</sup> )	328
2. Captación de agua de lluvia	312
3. Lavadero ecológico	326
4. Sanitario ecológico	299
5. Huerto familiar	333
6. Tanque de descarga de fondo (TDF)	333
7. Bicibomba	333
8. Caja desinfección solar	333
9. Lámina fibrocemento	035
<b>Total</b>	<b>2,632</b>

De cada una de las tecnologías concluidas y funcionando, se cuenta con un archivo fotográfico y formatos con información de geoposicionamiento para alimentar una base de datos, a fin de tener en detalle al beneficiario y el lugar donde queda instalada cada una de ellas dentro de la vivienda.

El beneficio que conlleva la instalación y uso del paquete tecnológico en las viviendas, trae consigo el uso del mismo por todos y cada uno de los integrantes de la casa. Es por ello que dicha instalación permitió, a su vez, abarcar un número elevado de población beneficiada directamente, con cerca de 12,000 personas, las cuales se suman a las ya beneficiadas tanto directa como indirectamente en la cuenca, en etapas anteriores (tabla 2).

**Tabla 2. Beneficiados directos por tecnología y comunidad.**

<b>Tecnología apropiada</b>	<b>Caríngaro</b>	<b>Los Corrales</b>	<b>Yotatiro</b>	<b>Sta. María H.</b>	<b>La Zarzamora</b>	<b>Total</b>
1. Cisterna	177	181	340	527	267	<b>1,492</b>
1. Captación	168	162	328	495	267	<b>1,420</b>
1. Lavadero	124	226	323	527	267	<b>1,467</b>
1. Sanitario	047	176	323	527	267	<b>1,340</b>
1. Huerto familiar	170	222	326	527	267	<b>1,512</b>
1. Tanque TDF	170	222	326	527	267	<b>1,512</b>
1. Bicibomba de riego	170	222	326	527	267	<b>1,512</b>
1. Caja solar	170	222	326	527	267	<b>1,512</b>
1. Lámina fibrocemento	000	000	004	136	036	<b>0176</b>
<b>Total</b>	<b>1,196</b>	<b>1,633</b>	<b>2,622</b>	<b>4,320</b>	<b>2,172</b>	<b>11,943</b>



Foto 1. Vivienda con tecnologías, La Zarzamora, Erongarícuaro.  
María Elena Rivero Bustos.

Al término de los talleres demostrativos, se aplicó el formato *Evaluación de la transferencia tecnológica* para conocer la opinión de los participantes-beneficiarios. Se analizaron aspectos como: instructor/demostración, asesorías técnicas, material y herramientas (incluye manual de instalación) y participante; así como una serie de cinco preguntas abiertas relacionadas sobre lo que más y menos les gustó, cambio de hábitos y sugerencias sobre mejoras que harían a las tecnologías. Las opciones de respuesta fueron: E = Excelente, MB = Muy Bien, A = Adecuado, S = Suficiente y D = Deficiente.

A manera de resumen, se presenta en la siguiente tabla el total de respuestas obtenidas a nivel de cuenca. Se observa que la mayoría de las respuestas en los cuatro aspectos fue de “Excelente”, logrando el 56% del total de opiniones, seguido por un 43% para “Muy Bien” y sólo el 1% para “Adecuado”. Sin embargo, los resultados representan un reto para seguir mejorando el proceso de transferencia (tabla 3).

**Tabla 3. Evaluación general por respuestas.**

Núm.	Aspecto	Excelente	Muy bien	Adecuado	Suficiente	Deficiente
1.	Instructor/ demostración	189	140	6	0	0
2.	Asesoría técnica	204	125	6	0	0
3.	Material y herramienta	206	125	4	0	0

4.	Participante	145	186	4	0	0
	<b>Evaluación general</b>	<b>744</b> <b>56%</b>	<b>576</b> <b>43%</b>	<b>20</b> <b>1%</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

En cuanto a la segunda meta, *Establecimiento de cinco comunidades eficientes en agua con atención mínima del 80% de las viviendas habitadas*, se obtuvieron los siguientes resultados:

La cantidad final de tecnologías instaladas en las viviendas fue variando a lo largo de la etapa de trabajo, debido a factores como ausentismo constante y prolongado por los jefes de familia por actividad comercial, orillando al resto de la familia a un avance lento o deserción del mismo; también, el cambio de planes familiares en cuanto uso de terreno disponible, argumentando ampliación de la vivienda a mediano o largo plazo. Es por estas razones que las cifras totales de la transferencia tecnológica en cada comunidad quedaron, en algunos casos, por debajo del deseado para conformarse como comunidad eficiente en agua, como lo muestra la tabla 4.

**Tabla 4. Comunidades eficientes en agua.**

<b>Comunidades</b>	<b>Viviendas atendidas</b>	<b>% Atención viviendas-comunidad</b>
1. Caríngaro.	34	68% atención de viviendas.
2. Los Corrales.	52	55% atención de viviendas.
3. Yotatiro.	79	81% Comunidad eficiente en agua.
4. Santa Ma. H.,	100	100% Comunidad eficiente en agua.
5. La Zarzamora.	70	100% Comunidad eficiente en agua.
<b>Total</b>	<b>335</b>	<b>3 Comunidades eficientes en agua.</b>

Finalmente, en cuanto a la tercera y última meta, *Medición de la apropiación tecnológica*, se tienen los siguientes resultados:

La fase de transferencia tecnológica tiene como objetivo proporcionar a los habitantes de la cuenca del lago de Pátzcuaro sistemas alternativos de abastecimiento de agua y saneamiento en sus viviendas, los cuales apoyen a elevar la calidad de vida de los habitantes y, a su vez, contribuyan a recuperar el medio ambiente.





Foto 2. Cisterna capuchina, La Zarzamora, Erongarícuaro.  
María Elena Rivero Bustos.

Para lograr el objetivo anterior, se apoya en la instalación y uso del paquete tecnológico en cada una de las viviendas aceptadas en el programa. El uso y mantenimiento del paquete está ligado a un sentido de apropiación, producto de la sensibilización sobre la problemática relacionada con el agua, que afecta a su vivienda, su comunidad y la cuenca en general.

Para conocer el grado de apropiación de la transferencia de la tecnología, se aplicó el formato *Cuestionario para medición de apropiación*, propuesto por la metodología de transferencia de tecnologías apropiadas (IMTA, 2007), el cual contiene indicadores sobre aspectos técnicos, sociales y ambientales.

La población muestra fue de 268 beneficiarios, que representa el 80% del total de la población de beneficiarios (335) en la etapa 2008-2011. La información recabada se vació en una base de datos. Las interpretaciones cuantitativa y cualitativa se encuentran en proceso de análisis, por lo que las conclusiones serán incorporadas en el informe final de resultados del proyecto, mismo que concluye el 31 de diciembre del 2011 (tabla 5).

**Tabla 5. Resumen de beneficiarios encuestados.**

<b>Comunidad</b>	<b>Beneficiarios encuestados</b>
1. Caríngaro.	<b>11</b>
1. Los Corrales.	<b>35</b>
1. Yotatiro.	<b>67</b>
1. Sta. María H.	<b>90</b>
1. La Zarzamora.	<b>65</b>
Total de encuestas	<b>268</b>
Total de beneficiarios	<b>335</b>
<b>Porcentaje de muestra</b>	<b>80%</b>

## **Conclusiones**

El cumplimiento de las metas establecidas dentro del proyecto deja una significativa satisfacción por los resultados alcanzados técnicamente en tiempo y forma, conforme a lo establecido en el Convenio de Colaboración con la UAZ, y ante el cliente, la Fundación Gonzalo Río Arronte.

El trabajo de transferencia tecnológica mantuvo presencia, aceptación e impactos técnico y social en la cuenca, gracias a la participación ciudadana que, a través de su trabajo y esfuerzo diario, visualiza la posibilidad de cambiar hábitos y costumbres locales en beneficio de su entorno ambiental.

El problema del abastecimiento del agua en las comunidades rurales es una situación que desafortunadamente seguirá prevaleciendo en nuestro país, así como en la cuenca del lago de Pátzcuaro. Los esfuerzos gubernamentales parecieran insuficientes ante la magnitud del problema. Por consecuencia, se requiere continuar con la transferencia de paquetes tecnológicos para la población rural, que es la más desprotegida y la que más se expone a las enfermedades de origen hídrico por falta del recurso, en calidad y en cantidad suficiente.

El abasteciendo de agua a través de la captación de lluvia, en zonas donde la precipitación es favorable para esta alternativa, sugiere que cada día se requieren más instituciones privadas comprometidas con el bienestar y mejora en la calidad de vida de quienes menos tienen. Por lo tanto, esto da pauta para pensar que el problema es finito y, a un largo plazo, superable.

La gestión sustentable del agua es esencial para erradicar la pobreza y permitir a la gente vivir una vida más sana y más productiva, involucrándola de manera informada, comprometida y activa en la solución local con impacto regional, construyendo un modelo de vida para las nuevas generaciones que tendrán, seguramente, viviendas con tecnologías

apropiadas en materia de agua, en un afán de vivir mejor.

## **Referencias**

Barrios, J. N. (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, primera etapa*". Informe final de Convenio. UAZ, Zacatecas, pp. 45.

García, N. H.(2009). *Memoria ilustrada del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro*". *Avances 2003-2007*. IMTA. Jiutepec, Morelos, pp. 144.

Rivero, M.E. (2011). *Transferencia de tecnologías apropiadas en comunidades rurales de la cuenca del lago de Pátzcuaro*. Informe avance de proyecto. IMTA. Jiutepec, pp. 27.