

Center for Latin American Studies  
University of California, Berkeley



Solventando la necesidad de  
agua limpia en el México Rural

Micah Lang,<sup>1</sup> Forest Kaser,<sup>1</sup>  
Fermin Reygadas,<sup>1,4</sup> Kara Nelson,<sup>2</sup> &  
Daniel M. Kammen<sup>1,3,4\*</sup>

University of California, Berkeley

Traducción por: Ian Balam<sup>5</sup>

Marzo 2006

Trabajo No. 5s

P  
O  
L  
I  
C  
Y  
  
P  
A  
P  
E  
R  
S

clas.berkeley.edu  
2334 Bowditch Street  
Berkeley, CA 94720



## Solventando la necesidad de agua limpia en el México Rural

Micah Lang,<sup>1</sup> Forest Kaser,<sup>1</sup>  
Fermin Reygadas,<sup>1,4</sup> Kara Nelson,<sup>2</sup> &  
Daniel M. Kammen<sup>1,3,4\*</sup>  
University of California, Berkeley

Traducción por: Ian Balam<sup>5</sup>

Marzo 2006  
Trabajo No. 5s

1. Grupo de Energía y Recursos (ERG)
2. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (CEE)
3. Escuela Goldman de Políticas Públicas (GSPP)
4. Laboratorio de Energía Renovable y Apropiada (RAEL)
5. Departamento de Sociología, Universidad Iberoamericana

\* Enviar comentarios y preguntas a Fermin Reygadas ([reygadas@berkeley.edu](mailto:reygadas@berkeley.edu)) o a Daniel M. Kammen ([kammen@berkeley.edu](mailto:kammen@berkeley.edu))

## INDICE

I. AGUA POTABLE EN MÉXICO: HABITANTES RURALES EN RIESGO .....	3
II. TRATAMIENTO EN EL PUNTO DE USO: UNA ALTERNATIVA PROMETEDORA PARA LAS COMUNIDADES RURALES .....	4
III. TENDENCIAS EN LA POLÍTICA PÚBLICA MEXICANA: LA MODALIDAD ACTUAL DE DESCENTRALIZACIÓN DEJA REZAGADAS A LAS ZONAS RURALES .....	8
IV. TRATAMIENTO EN EL PUNTO DE USO PROMOVIDO LOCALMENTE POR AGENCIAS FEDERALES: DESCENTRALIZACIÓN QUE FUNCIONA.....	9
V. RECOMENDACIONES .....	10
A. PRIORIZAR EL USO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN ZONAS RURALES.....	10
B. INCENTIVAR COOPERACIÓN INSTITUCIONAL A TRAVÉS DE NIVELES Y SECTORES .....	10
C. DISEMINAR TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO EN EL PUNTO DE USO.....	10
VI. AGRADECIMIENTOS .....	11
APÉNDICE A: EL PLANTEAMIENTO PDU Y DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS .....	12
PLANTEAMIENTO PDU .....	12
CLORACIÓN CASERA—SAFE WATER SYSTEM .....	12
DESINFECCIÓN SOLAR—SODIS.....	13
DESINFECCIÓN CON LUZ ULTRAVIOLETA—EL AQUATUVo .....	14



## RESUMEN EJECUTIVO

### I. AGUA POTABLE EN MÉXICO: HABITANTES RURALES EN RIESGO

La salud de millones de habitantes rurales se encuentra en riesgo debido al consumo de agua contaminada con microorganismos patógenos. En un reporte sobre la calidad del agua realizado en 122 países y publicado en el 2002 por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, México obtuvo el lugar 106 (UNAM-CNA 2004). En 1990 las enfermedades gastrointestinales costaron al sistema de salud mexicano alrededor de \$3.6 mil millones de dólares en asistencia médica (Margulis 1992). Dichas enfermedades continúan siendo uno de los problemas de salud pública más serios de la actualidad (CNA 2001; Fox 2004, Iberia Sánchez 2005; Tortajada 2001). Datos oficiales muestran que las poblaciones más afectadas por esta problemática son las comunidades rurales, en donde sólo el 68% tiene acceso a un suministro de agua, en comparación con un 95% en zonas urbanas.

### II. TRATAMIENTO EN EL PUNTO DE USO: UNA ALTERNATIVA PROMETEDORA PARA LAS COMUNIDADES RURALES

La construcción de sistemas de tratamiento de agua centralizados no es una respuesta adecuada a la necesidad urgente de proteger la salud pública de enfermedades infecciosas ocasionadas por el consumo de agua contaminada. Por su bajo costo y eficacia comprobada, las tecnologías de tratamiento en el Punto de Uso, como la cloración casera (*Safe Water System*), la desinfección solar (SODIS) y la desinfección con luz ultravioleta, son alternativas prometedoras para resolver la necesidad de agua limpia de las comunidades rurales en México.

### III. TENDENCIAS EN LA POLÍTICA PÚBLICA MEXICANA: LA MODALIDAD ACTUAL DE DESCENTRALIZACIÓN DEJA REZAGADAS A LAS ZONAS RURALES

La descentralización, propiciada bajo la Ley Nacional de Aguas, ha tomado la forma de una transferencia de autoridad de la Comisión Nacional de Agua (CNA) a las municipalidades que no ha sido acompañada por otros cambios esenciales que aseguren su viabilidad, por ejemplo: la asignación de suficientes recursos humanos y económicos a las autoridades locales con los que sea posible mejorar la calidad de agua en el México rural.

#### IV. TRATAMIENTO EN EL PUNTO DE USO PROMOVIDO LOCALMENTE POR AGENCIAS FEDERALES:

##### DESCENTRALIZACIÓN QUE FUNCIONA

México posee diversas instituciones federales cuya infraestructura y capital humano aseguran una profunda cobertura a lo largo de su territorio, entre las cuales se cuenta a la Secretaría de Salud (SSA) y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). El personal que labora en estas instituciones tiene las capacidades y el posicionamiento necesario para promover e implementar sistemas de tratamiento en el Punto de Uso. Así mismo, los gobiernos estatales y municipales tienen un papel importante que jugar en la coordinación interinstitucional y logística de dichos programas.

#### V. RECOMENDACIONES

##### *A. Priorizar Agua para Consumo Humano en Zonas Rurales*

Toda decisión y discusión que tenga que ver con la administración del agua en zonas rurales debe seguir el Artículo 13.3.II de la Ley de Aguas Nacionales que establece que el agua para uso doméstico tiene prioridad sobre el resto de los usos.

##### *B. Incentivar Cooperación Institucional a través de Niveles y Sectores*

Para solventar la carencia de agua limpia en comunidades rurales debe existir una cooperación entre instituciones de los tres niveles (municipales, estatales y federal), el sector privado y el no gubernamental, de tal forma que se aprovechen las habilidades y capacidades que cada actor posee en lo particular.

##### *C. Diseminar Tecnologías de Tratamiento en el Punto de Uso*

Debido al bajo costo y la comprobada efectividad de las tecnologías de tratamiento en el Punto de Uso para mejorar la calidad del agua y la salud, es imperante que los actores antes mencionados promuevan y ejecuten programas para su diseminación en las comunidades rurales.



## I. AGUA POTABLE EN MÉXICO: HABITANTES RURALES EN RIESGO

La salud de millones de habitantes rurales se encuentra en riesgo debido al consumo de agua contaminada con microorganismos patógenos. La seriedad de este problema quedó expuesta cuando una epidemia de cólera se propagó por América Latina en la década de los 90 causando la muerte de miles de personas (Borroto 2000). A pesar del éxito que han tenido algunos programas creados por las autoridades de salud mexicanas en respuesta a esta epidemia, como Vida Suero Oral y Agua Limpia, las enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada continúan representando un serio problema para los habitantes rurales del México de hoy. En un reporte sobre la calidad del agua en el mundo publicado en el 2002 por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, México obtuvo el lugar 106 de los 122 países en donde se llevó a cabo la investigación (UNAM-CNA 2004).

En el México rural, un gran porcentaje de la población obtiene agua de fuentes que no cuentan con una protección adecuada y utilizan contenedores poco higiénicos para almacenarla en sus casas. Lo anterior deja muy expuestos a los habitantes de comunidades rurales ante enfermedades como la salmonella, amibiasis, shigella, leptospirosis, cólera y parásitos intestinales que perjudican seriamente su salud (Cortés Muñoz 2001; comunicación personal con el Dr. Edgar Ruiz Mercado, 30/10/05). De especial importancia es la vulnerabilidad en la que se encuentran los niños ante tales enfermedades, mismas que provocan serias complicaciones en su crecimiento y, en muchos casos, muerte por deshidratación. Lo anterior no solo conlleva un alto costo a la economía familiar, también a la del Estado quien, en 1990, gastó el equivalente a \$3.6 mil millones de dólares por la atención a pacientes con enfermedades gastrointestinales (Margulis 1992). Estudios realizados al nivel nacional revelan que estos padecimientos siguen estando entre los problemas de salud pública más serios y costosos (CNA 2001; Fox 2004; Iberia Sánchez 2005; Tortajada 2001).

De acuerdo a los dos indicadores utilizados para medir la calidad del agua en México (el porcentaje de la población servida con agua entubada y el porcentaje con acceso a un sistema de drenaje funcional, ambos mostrados en la Tabla 1) es evidente el grado de desigualdad entre la población rural y urbana en lo que respecta al acceso a drenaje y agua potable. Los datos del año 2000 muestran que el 94.6% de la población urbana tuvo acceso al servicio de agua potable, mientras que en las zonas rurales, el porcentaje fue solo del 68% (INEGI 2000). De la misma manera, el 89.6% de las zonas urbanas gozaron de alcantarillado y drenaje en comparación con el 36.7% en zonas rurales (INEGI 2000). La mezcla de todos estos factores incrementa de manera importante el riesgo de contaminación en agua y el riesgo a la salud a los pobladores de las zonas más marginadas.

**Tabla 1. Cobertura de Sistemas de Drenaje y Distribución de Agua Entubada en México, 2000**

Población	Personas Viviendo en Casas Individuales (Millones)	Agua Entubada		Drenaje	
		Millones de personas	%	Millones de personas	%
Urbana	71.1	67.3	94.6	63.7	89.6
Rural	24.2	16.4	68	8.9	36.7
<i>Total</i>	95.3	83.7	87.8	72.6	76.2

*Fuente: INEGI 2000. Nota: El censo contabilizó a sólo 97.4 millones de habitantes. No hay datos para los 2.1 millones que viven en casas compartidas.*

## II. TRATAMIENTO EN EL PUNTO DE USO: UNA ALTERNATIVA PROMETEDORA PARA LAS COMUNIDADES RURALES

Los altos costos iniciales hacen que los sistemas de tratamiento de agua centralizados y de distribución de agua por tubería queden fuera del alcance para buena parte del México rural (Mintz 2001; Reiff 1996). El Banco Interamericano de Desarrollo ha estimado que los costos de la infraestructura de los proyectos de suministro de agua en México oscilan alrededor de los \$700 dólares por familia (BID 1998), sin contabilizar los gastos de operación y mantenimiento. Lo

anterior, aunado a problemas políticos y sociales hace compleja la ejecución de construcciones de esta envergadura y un adecuado mantenimiento que evite un deterioro irreversible (Mackintosh 2003; Mintz 1995).

Desde mediados de los 90s, prominentes organizaciones como la Organización Panamericana de Salud y el Centro de Control de Enfermedades en los Estados Unidos, han argumentado que la construcción de sistemas de tratamiento de agua centralizados en zonas rurales no es una respuesta adecuada a la necesidad urgente de proteger la salud pública de enfermedades infecciosas ocasionadas por el consumo de agua contaminada. Como propuesta, han señalado a las intervenciones en nivel hogar y al uso de tecnología de tratamiento en el Punto de Uso (PDU) como alternativas viables (e.g., Mintz 1995; Quick 1996; Tauxe 1995). Esta propuesta es producto de numerosos estudios realizados en diversidad de condiciones culturales que han demostrado la viabilidad de dichas intervenciones debido a su bajo costo de instalación y mantenimiento y por su efectividad para reducir en un 35-39% enfermedades cuya principal sintomatología es la diarrea (Ver Tabla 2).

El éxito que han tenido los sistemas PDU alrededor del mundo ha sido tal que la Organización Mundial de la Salud estableció una red internacional dedicada al desarrollo, evaluación y diseminación de dicha tecnología. Siguiendo este éxito, sería importante que países como México tomaran provecho de las ventajas que ofrecen las tecnologías PDU y las implementaran para mejorar la calidad del agua que consumen sus habitantes rurales.

Debido al bajo costo y la comprobada efectividad de las tecnologías PDU para mejorar la calidad del agua y la salud, es imperante que la sociedad civil y los sectores públicos y privados desarrollen programas para diseminar dichas tecnologías en comunidades rurales.

**Tabla 2. Reducción en morbilidad de diarrea por intervención.**

Intervención	Reducción Porcentual en Morbilidad de Diarrea
Mejoras en el Abastecimiento de Agua	6–25%
Mejoras en Saneamiento	32%
Educación en Higiene	45%
Sistemas de Tratamiento PDU	35–39%

Fuente: OMS, 2004

Los métodos más comunes para desinfectar el agua a nivel casero son hervirla y añadirle blanqueador. Sin embargo ambos métodos conllevan limitaciones que no han permitido su adopción por la mayor parte de la población. Hervir el agua es un proceso costoso que consume mucho tiempo y energía. Mientras que el uso de blanqueador, debido a su alta concentración de cloro, requiere un cálculo de la dosis correcta muy complejo que resulta invariablemente en una modificación del sabor y olor del agua, que no es tolerada por la población en general.

En un esfuerzo para evitar los problemas relacionados con hervir el agua y añadirle blanqueador, se han desarrollado una serie de alternativas enfocadas en el tratamiento de agua en el Punto de Uso. Dos de las más estudiadas y promovidas en el mundo son el *Safe Water System* (SWS) y la desinfección solar (SODIS). Una tecnología PDU recientemente desarrollada, con la cual los autores están familiarizados, utiliza luz ultravioleta (UV) para inactivar a los virus, bacterias y protozoarios suspendidos en el agua. Cada una de estas tecnologías tiene sus ventajas y limitaciones, lo cual requiere que se ponga suficiente atención al contexto local para seleccionar la intervención más apropiada. Estas tecnologías son comparadas en la Tabla 3 y descritas en detalle en el Apéndice A.

**Tabla 3. Comparación entre Tecnologías de Tratamiento de Agua, Incluyendo a los Sistemas de Tratamiento Centralizados y Tres Tecnologías PDU (*Safe Water System*, SODIS y AquatUVo).**

	PDU			Tratamiento Centralizado
	<i>Safe Water System</i>	SODIS (Desinfección Solar)	AquatUVo	
<b>Método de desinfección</b>	Solución de cloro de baja concentración, distribuida en botellas y aplicada por los usuarios	Botellas de agua transparentes expuestas al sol entre 6 a 48 horas dependiendo de la disponibilidad de radiación solar	Luz ultravioleta generada por una lámpara germicida dentro de una cámara de reacción activada por usuario	Solución de cloro de alta concentración, dosificada en una planta central operada por técnico especializado
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo costo de inicio (\$4-\$6 dólares por familia).</li> <li>Bajo costo de mantenimiento y operación (\$1-\$4 dólares por familia al año)<sup>1</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costos iniciales y de operación casi inexistentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grandes cantidades de agua pueden ser desinfectadas rápidamente.</li> <li>Mínimo cambio de hábitos necesario.</li> <li>Costos de mantenimiento y operación mínimos (\$1-\$3 dólares por año por familia servida).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grandes cantidades de agua pueden ser desinfectadas rápidamente.</li> <li>Mínimo cambio de hábitos necesario.</li> </ul>
<b>Limitaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Considerables cambios de hábitos requeridos.</li> <li>Necesidad de canales de distribución constantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Considerables cambios de hábitos requeridos.</li> <li>Necesidad de luz solar constante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere electricidad</li> <li>Costos de inicio moderados (\$40-\$80 por familia)<sup>2</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Altos costos de inicio (\$100-\$700 por familia)<sup>3</sup>, de mantenimiento y operación.</li> <li>Requiere técnicos especializados.</li> </ul>
<b>Situación ideal</b>	Comunidades con tiendas rurales establecidas donde se pueda adquirir el producto constantemente.	Comunidades fuera del alcance de la economía y con la presencia de instituciones que promuevan la tecnología.	Comunidades con acceso a celdas solares o suministro eléctrico y con habilidad financiera para absorber un porcentaje de los costos.	Comunidades con altas densidades de población y con recursos económicos y tecnológicos para implementar, mantener y operar los sistemas.

### III. TENDENCIAS EN LA POLÍTICA PÚBLICA MEXICANA: LA MODALIDAD ACTUAL DE DESCENTRALIZACIÓN DEJA REZAGADAS A LAS ZONAS RURALES

La descentralización se convirtió en el fundamento rector detrás de la administración de agua en México al principio de 1992 cuando el gobierno aprobó la nueva Ley de Aguas Nacionales (LAN). Con dicha ley se intentaba revertir el deterioro de la infraestructura existente y lograr una distribución más eficiente de acuerdo a los diversos usos que tiene el bien. Si bien la Comisión Nacional de Agua (CNA) sigue siendo la autoridad reguladora en lo que respecta al agua, la nueva Ley libera a la Comisión de la responsabilidad de proveer servicios de agua a los habitantes rurales y urbanos de México, transfiriendo la misión a los estados y municipios (Tortajada 2001). Sin embargo, dicha descentralización no ha sido acompañada de gestiones complementarias que aseguren el cumplimiento de las metas establecidas.

Un ejemplo de lo anterior lo señala el Banco Interamericano de Desarrollo, quien en una evaluación que realizó en el 2004 sobre la capacidad de las autoridades locales para controlar los servicios de agua, evidenció lo limitado de sus recursos económicos y humanos para llevar a cabo su misión. A lo anterior se le suma una política pública que ha dado prioridad al abastecimiento del servicio a comunidades marginadas urbanas, dejando desprovistas a las rurales (Gómez 2005).

Si bien existen casos en donde se han implementado programas de abastecimiento de agua en zonas rurales marginadas, con ellos no siempre se ha logrado la dotación de agua apta para consumo humano. En Baja California Sur, por ejemplo, se llevó a cabo un programa para proveer a las familias en comunidades rurales con motores de gasolina y tubería que hicieran posible el bombeo de agua de la fuente a sus casas, sin embargo no se garantizó la calidad del líquido. Es por esto que la implementación de programas nacionales que diseminen tecnologías PDU harían posible una complementariedad con programas existentes para mejorar la calidad del agua en comunidades rurales.

#### IV. TRATAMIENTO EN EL PUNTO DE USO PROMOVIDO LOCALMENTE POR AGENCIAS FEDERALES: DESCENTRALIZACIÓN QUE FUNCIONA

A pesar de que los municipios y los estados tropiezan con numerosas dificultades para proveer el servicio de agua a zonas rurales bajo la actual modalidad de descentralización, es factible decir que ciertas condiciones institucionales en México ayudarían de manera importante en el cumplimiento de la proveeduría. Dentro de estas condiciones están la existencia de una diversidad importante de instituciones federales con la infraestructura, posicionamiento y capital humano necesario para implementar programas de disseminación de sistemas de tratamiento en el PDU.

Un programa nacional para promover e implementar tecnologías PDU en comunidades rurales podría llevarse a cabo entre el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y la Secretaría de Salud (SSA), con el apoyo local de los gobiernos estatales y municipales. Dicho programa se podría basar en el competencia, infraestructura y recursos existentes en estas instituciones. Por ejemplo, los investigadores del IMTA tienen la capacidad de desarrollar y adaptar tecnologías PDU al contexto Mexicano, al mismo tiempo que pueden ofrecer estrategias de disseminación, entrenamiento y apoyo técnico a otras instituciones responsables de las fases de promoción e implementación del programa. La SSA, a través de sus unidades móviles rurales, se encuentra en la mejor posición de promover las tecnologías PDU en conjunto de módulos educativos que fomenten la importancia del consumo de agua limpia y de otras prácticas higiénicas importantes. SEDESOL, con sus más de 22,000 tiendas comunitarias Diconsa, sería un canal de distribución ideal para productos PDU y sus repuestos. Programas federales dirigidos a sectores de la población marginados, tales como Oportunidades, podrían otorgar un subsidio al precio de los sistemas PDU para asegurar que los grupos con escasos recursos tengan acceso a este servicio. En caso necesario, los gobiernos estatales y municipales también podrían otorgar apoyos económicos para la distribución de tecnologías PDU. Por último, los representantes locales del gobierno estatal—los delegados y subdelegados—tendrían un papel importante asistiendo y coordinando el programa al nivel comunitario.

La descentralización no se debe de convertir en un programa en el que el gobierno simplemente transfiera la carga y responsabilidad de los servicios de agua y drenaje a los usuarios. La descentralización debe de ser un movimiento nacional en donde se trabaje con las comunidades para diseñar e implementar soluciones que sean apropiadas a sus necesidades.

## V. RECOMENDACIONES

### A. PRIORIZAR EL USO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN ZONAS RURALES

Toda decisión que tenga que ver con la administración del agua en zonas rurales debe seguir el Artículo 13.3.II de la Ley de Aguas Nacionales que establece que el agua para uso doméstico tiene prioridad sobre el resto de los usos.

### B. INCENTIVAR COOPERACIÓN INSTITUCIONAL A TRAVÉS DE NIVELES Y SECTORES

Para solventar la carencia de agua limpia en comunidades rurales, debe existir una cooperación entre instituciones de diferentes niveles que aproveche las habilidades y capacidades que cada actor posee. De la misma forma, se debe hacer partícipe al sector no gubernamental, cuya relación profunda y amplio conocimiento de las comunidades facilitaría la implementación de dichos programas y al sector privado que proveería el servicio de construcción de la tecnología para su venta al gobierno o a las comunidades directamente.

### C. DISEMINAR TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO EN EL PUNTO DE USO

Para lograr que las tecnologías PDU estén al alcance de las comunidades rurales mexicanas, se recomienda la generación de un programa nacional que promueva e implemente dichas tecnologías en lo que refieren al tratamiento de agua en donde:

- (1) El Instituto Mexicano de Tecnología de Agua (IMTA) desarrolle tecnologías PDU y diseñe estrategias adecuadas para su disseminación en cooperación con universidades locales e institutos tecnológicos cuya labor implicaría también la generación de especialistas en el tema del agua en comunidades rurales.



- (2) La Secretaría de Salud, por medio de sus promotores de salud, promueva el uso de tecnologías PDU, la importancia del consumo de agua limpia y prácticas higiénicas.
- (3) La Secretaría de Desarrollo Social distribuya por medio de sus tiendas rurales Diconsa los sistemas PDU y sus repuestos, asegurando, por medio de una asistencia especial, que los grupos más vulnerables de la población tendrán acceso a dicha tecnología.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores quisieran agradecer al Laboratorio de Agua del Grupo de Energía y Recursos (ERG) por sus valiosos comentarios y sugerencias, así como al apoyo generoso del Programa Internacional de Investigación MOT-UNIDO de la Universidad de California en Berkeley; de la Fundación para la Energía (*Energy Foundation*); del premio P3 de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (US-EPA); de la Oficina del Rector de la Universidad de California en Berkeley; de la Beca Tinker de Investigación de Campo del Centro de Estudios Latinoamericanos (CLAS); de la Generación 1935 de la Universidad de California en Berkeley; y de la Fundación de la Familia Karsten (*Karsten Family Foundation*).

## APÉNDICE A: EL PLANTEAMIENTO PDU Y DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

### PLANTEAMIENTO PDU

El planteamiento PDU se basa en tres principios: (1) La tecnología de tratamiento debe ser económica, culturalmente aceptable y fácil de operar. Como uno de sus propósitos es minimizar los costos relacionados con su mantenimiento y el riesgo de la dependencia de proveedores lejanos, la tecnología debe ser construida con recursos locales. (2) El agua tratada debe ser almacenada en contenedores higiénicos donde se prevenga su recontaminación. Contenedores con una entrada angosta, como los garrafrones, o contenedores con una llave de salida para el agua son los más adecuados para el contexto Mexicano (Makutsa 2001; Mintz 1995; Ogutu 2001; Wright 2004). (3) Debe de haber un acompañamiento educativo que motive y promueva cambios en los hábitos de la población para reducir la incidencia de enfermedades diarreicas, a través del consumo de agua limpia y la adopción de prácticas higiénicas (Esrey 1985; Esrey 1986; Esrey 1991; Fewtrell 2005).

### CLORACIÓN CASERA—SAFE WATER SYSTEM

Como respuesta a la epidemia de cólera ocurrida en América Latina en 1990, el Centro de Control de Enfermedades de los EE.UU. y la Organización Panamericana de la Salud sumaron esfuerzos para desarrollar un nuevo sistema de cloración casero llamado *Safe Water System* (SWS). Este método se basa en la producción de una solución de cloro (de menor concentración que el blanqueador) y su distribución en botellas de plástico con tapas especiales que pueden usarse para medir la dosis correcta en la desinfección de cierto volumen de agua. El sistema también incluye el uso de un contenedor higiénico donde se desinfecta y almacena el agua para prevenir su recontaminación. Los costos anuales de tal sistema oscilan entre los \$1-4 dólares por familia (Reiff 1996). Diversos análisis y estudios epidemiológicos relacionan el uso de dicha tecnología con una reducción substancial en casos de diarrea en las comunidades en las que se ha utilizado (Quick 2002; Quick 1996). Las ventajas del SWS incluyen su bajo costo, el uso de materiales y mano de obra locales y la provisión de una doble protección que evita

que el agua sea recontaminada después del tratamiento. Una limitante del SWS consta en que el cloro disuelto altera el sabor y olor del agua (aunque no tanto como el uso de blanqueador), afectando así la aceptación de este método por parte de los usuarios. Otra limitante se debe a que la disponibilidad de la solución de cloro, y por lo tanto el acceso al agua limpia, es vulnerable a interrupciones en las cadenas de producción y distribución del SWS.

El SWS es un método ideal para solventar el problema del agua en comunidades que cuentan con una tienda establecida donde los usuarios puedan comprar continuamente la solución de cloro.

*Para más información sobre el SWS, visitar: <http://www.cdc.gov/safewater/>*

#### DESINFECCIÓN SOLAR—SODIS

La tecnología PDU de menor costo es sin duda el sistema de tratamiento por desinfección solar. Este método fue desarrollado y probado por el Departamento Suizo de Agua y Sanidad para Países en Vías de Desarrollo a principios de los 90s. La desinfección solar se logra al colocar una botella de agua transparente bajo la luz directa del sol por varias horas. Una combinación de luz ultravioleta natural y calor son los responsables de destruir organismos patógenos en el agua (McGuigan 1998). Varios estudios han demostrado que dicha tecnología reduce enfermedades diarreicas (Conroy 1996; Conroy 1999, 2001). Unas de las ventajas que ofrece SODIS son sus bajos costos, su facilidad de uso y el hecho de que el agua es desinfectada en un contenedor higiénico. Sus limitaciones son el tiempo prolongado que se requiere para desinfectar el agua, la dependencia en la disponibilidad de radiación solar, la cantidad de botellas necesarias para cubrir las necesidades de una familia (Lantagne 2006) y el hecho de que no provee protección residual para evitar una posible recontaminación.

SODIS es una solución ideal para comunidades con capacidad económica limitada pero que cuenten con la presencia de organizaciones que puedan llevar a cabo una promoción constante de esta tecnología.

*Para más información sobre SODIS, visitar: <http://www.sodis.ch>*

## DESINFECCIÓN CON LUZ ULTRAVIOLETA—EL AQUATUVO

A pesar de que el uso de luz ultravioleta como método para desinfectar agua ha sido conocido por más de un siglo, su uso como tecnología de bajo costo PDU es relativamente reciente. Desde hace unos años un equipo de investigación, afiliado al Laboratorio de Energía Renovable y Apropiada (RAEL) y al Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (CEE) de la Universidad de California en Berkeley, ha desarrollado un sistema de desinfección de agua cuyo diseño posibilita su construcción con materiales encontrados en la mayoría de las ferreterías de México y que tiene un costo entre \$40 y \$80 dólares. Llamado AquatUvo, este sistema genera una dosis de luz UV que duplica la solicitada por el estándar de la *National Sanitation Foundation* y del *American National Standard Institute* (NSF/ANSI Standard 55). El AquatUvo desinfecta agua a razón de cinco litros por minuto y consume 15 watts de electricidad durante su uso (equivalente a una lámpara pequeña fluorescente) que puede ser obtenida de un toma corriente, de una celda solar o de un generador de electricidad. Una unidad de este tipo puede desinfectar el agua requerida por una familia cada día en menos de 10 minutos.

Las ventajas claves de dicho sistema incluyen su rapidez, facilidad de uso y bajo costo de mantenimiento. Otra ventaja es que el AquatUvo no modifica el olor, sabor o temperatura del agua. Finalmente, el uso de luz UV permite que el AquatUvo inactive patógenos como *Cryptosporidium* y *Giardia*, los cuales no pueden ser eliminados por el cloro. Las limitaciones de esta tecnología son su dependencia de una fuente de electricidad, la necesidad de una construcción confiable y el hecho de que no deja protección residual, por lo que debe de ir acompañado de contenedores seguros y un programa de educación en higiene y salud. Estudios pilotos de este sistema se están llevando a cabo en los estados de Morelos y Baja California Sur, con resultados preeliminares muy satisfactorios.

*Para más información sobre el AquatUvo, visitar: <http://rael.berkeley.edu/uvtube/>*

## BIBLIOGRAFÍA

- BID. 1998. *Programa para la sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales*. Banco Interamericano de Desarrollo, ME-0150.
- Borroto, Rene J., Ramon Martinez-Piedra. 2000. Geographical patterns of cholera in Mexico, 1991-1996. *Int. J. Epidemiol.* 29, no. 4: 764-772.
- CNA. 2001. *Programa nacional hidráulico 2001-2006*. Comisión Nacional del Agua.
- Conroy, R. M., M. Elmore-Meegan, T. Joyce, K. G. McGuigan, J. Barnes. 1996. Solar disinfection of drinking water and diarrhoea in Maasai children: A controlled field trial. *Lancet* 348, no. 9043: 1695-1697.
- Conroy, R. M., M. E. Meegan, T. Joyce, K. McGuigan, J. Barnes. 1999. Solar disinfection of water reduces diarrhoeal disease: An update. *Archives of Disease in Childhood* 81, no. 4: 337-338.
- \_\_\_\_\_. 2001. Solar disinfection of drinking water protects against cholera in children under 6 years of age. *Archives of Disease in Childhood* 85, no. 4: 293-295.
- Cortés Muñoz, J. et al. 2001. *Seguimiento de vibrio cholerae 01 e identificación de bacterias enteropatógenas y oportunistas*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Esrey, S. A., R. G. Feachem, J. M. Hughes. 1985. Interventions for the control of diarrheal diseases among young-children — improving water-supplies and excreta disposal facilities. *Bulletin of the World Health Organization* 63, no. 4: 757-772.
- Esrey, S. A. J. P. Habicht. 1986. Epidemiologic evidence for health benefits from improved water and sanitation in developing-countries. *Epidemiologic Reviews* 8: 117-128.
- Esrey, S. A., J. B. Potash, L. Roberts, C. Shiff. 1991. Effects of improved water-supply and sanitation on ascariasis, diarrhea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma. *Bulletin of the World Health Organization* 69, no. 5: 609-621.
- Fewtrell, L., R. B. Kaufmann, D. Kay, W. Enanoria, L. Haller, J. M. Colford. 2005. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Infectious Diseases* 5, no. 1: 42-52.

- Presidencia de la Republica. 22 de marzo de 2004. *El agua es un asunto de seguridad nacional. Discurso del presidente de México*. Accesado el 4 de noviembre de 2005. <http://www.presidencia.gob.mx/actividades/comunicados/?contenido=7773&pagina=42>.
- Gómez, Walter; Ana María Linares; Anne-Marie Urban; Sergio Urra; Eliana Smith; Javier Cayo; Camilo Garzón. 2005. *Programa para la sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales ii, propuesta de préstamo*. Banco Interamericano de Desarrollo, ME-0212.
- Es Más. 26 de marzo de 2005. *Agua, asunto de seguridad nacional: Fox*. Accesado el 4 de noviembre de 2005. <http://www.esmas.com/noticierostelevisa/mexico/434688.html>.
- INEGI. 2000. *XII censo general de población y vivienda 2000*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- Lantagne, D.S., R. Quick, E. Mintz. 2006. Household water treatment and safe storage options in developing countries. *Wilson Quarterly* (En prensa).
- Mackintosh, G. C. Colvin. 2003. Failure of rural schemes in South Africa to provide potable water. *Environmental Geology* 44, no. 1: 101-105.
- Makutsa, P., K. Nzaku, P. Ogotu, P. Barasa, S. Ombeki, A. Mwaki, R. E. Quick. 2001. Challenges in implementing a point-of-use water quality intervention in rural Kenya. *American Journal of Public Health* 91, no. 10: 1571-1573.
- Margulis, Sergio. 1992. *Back-of-the envelope estimates of environmental damage costs in Mexico*. World Bank.
- McGuigan, K. G., T. M. Joyce, R. M. Conroy, J. B. Gillespie, M. Elmore-Meegan. 1998. Solar disinfection of drinking water contained in transparent plastic bottles: Characterizing the bacterial inactivation process. *Journal of Applied Microbiology* 84, no. 6: 1138-1148.
- Mintz, E., J. Bartram, P. Lochery, M. Wegelin. 2001. Not just a drop in the bucket: Expanding access to point-of-use water treatment systems. *American Journal of Public Health* 91, no. 10: 1565-1570.
- Mintz, E. D., F. M. Reiff, R. V. Tauxe. 1995. Safe water-treatment and storage in the home — a practical new strategy to prevent waterborne disease. *Jama-Journal of the American Medical Association* 273, no. 12: 948-953.

- Ogutu, P., V. Garrett, P. Barasa, S. Ombeki, A. Mwaki, R. E. Quick. 2001. Seeking safe storage: A comparison of drinking water quality in clay and plastic vessels. *American Journal of Public Health* 91, no. 10: 1610-1611.
- Quick, R. E., A. Kimura, A. Thevos, M. Tembo, I. Shamputa, L. Hutwagner, E. Mintz. 2002. Diarrhea prevention through household-level water disinfection and safe storage in Zambia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 66, no. 5: 584-589.
- Quick, R. E., L. V. Venczel, O. Gonzalez, E. D. Mintz, A. K. Highsmith, A. Espada, E. Damiani, N. H. Bean, E. H. DeHannover, R. V. Tauxe. 1996. Narrow-mouthed water storage vessels and in situ chlorination in a Bolivian community: A simple method to improve drinking water quality. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 54, no. 5: 511-516.
- Reiff, F. M., M. Roses, L. Venczel, R. Quick, V. M. Witt. 1996. Low-cost safe water for the world: A practical interim solution. *Journal of Public Health Policy* 17, no. 4: 389-408.
- Tauxe, R. V., E. D. Mintz, R. E. Quick. 1995. Epidemic cholera in the new-world - translating field epidemiology into new prevention strategies. *Emerging Infectious Diseases* 1, no. 4: 141-146.
- Tortajada, Cecilia. 2001. Capacity building for the water sector in Mexico: An analysis of recent efforts. *Water International* 26, no. 4: 490-498.
- UNAM-CNA. 2004. *Evaluación de PROSSAPYS 2004*. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional del Agua.
- WHO. 2004. *Water, sanitation and hygiene links to health*. Accesado el 12/15/2005. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/en/index.html).
- Wright, J., S. Gundry, R. Conroy. 2004. Household drinking water in developing countries: A systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use. *Tropical Medicine & International Health* 9, no. 1: 106-117.

## NOTAS

1. Reiff, F. M., M. Roses, L. Venczel, R. Quick, and V. M. Witt. 1996. Low-cost safe water for the world: A practical interim solution. *Journal of Public Health Policy* 17, no. 4: 389-408.
2. Investigación de campo no publicada llevada a cabo en parte por los autores Kaser, Lang y Reygadas en Baja California Sur, México, y Sri Lanka, 2005.
3. *Valor menor*: Investigación de campo no publicada llevada a cabo por los autores Kaser, Lang y Reygadas en Sri Lanka, 2005. *Valor mayor*: BID. 1998. *Programa para la sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales*. Banco Interamericano de Desarrollo, ME-0150.



## TITLES IN THE CLAS WORKING PAPER SERIES

- No. 1: Vilmar Faria and Eduardo Graeff, *Progressive Governance for the 21st Century: The Brazilian Experience*, 2001.
- No. 2: Vinod K. Aggarwal and Ralph H. Espach, *Diverging Trade Strategies in Latin America: An Analytical Framework*, 2003.
- No. 3: Juan Gabriel Tokatlian, *The United States and Illegal Crops in Colombia: The Tragic Mistake of Futile Fumigation*, 2003.
- No. 4: Alcides Costa Vaz, *Trade Strategies in the Context of Economic Regionalism: The Case of Mercosur*, 2003.
- No. 5: Paulo Paiva and Ricardo Gazel, *MERCOSUR Economic Issues: Successes, Failures and Unfinished Business*, 2003.
- No. 6: Peter Smith, *Cycles of Electoral Democracy in Latin America, 1900-2000*, 2004.
- No. 7: Harley Shaiken, *Work, Development and Globalization*, 2004.
- No. 8: Gabriela Delamata, *The Organizations of Unemployed Workers in Greater Buenos Aires*, 2004.
- No. 9: Kirsten Sehnbruch, *From the Quantity to the Quality of Employment: An Application of the Capability Approach to the Chilean Labor Market*, 2004.
- No. 10: Jorge Arrate, *La evolución política de Chile (1988–2003)*, 2004.
- No. 11: Jorge Wilhelm, *Urban Planning: Innovations From Brazil*, 2004.
- No. 12: Kirsten Sehnbruch, *Privatized Unemployment Insurance*, 2004.
- No. 13: Kevin P. Gallagher, *Economic Integration and the Environment in Mexico*, 2005.
- No. 14: Kevin P. Gallagher, *FDI as a Sustainable Development Strategy: Evidence from Mexican Manufacturing*, 2005.
- No. 15: Anna Zalik, *Re-Regulating the Mexican Gulf*, 2006.

## TITLES IN THE CLAS POLICY PAPER SERIES

- No. 1: Mary E. Kelly and Alberto Székely, *Modernizing the International Boundary and Water Commission*, 2004.
- No. 2: Gilbert Cedillo, *A Social, Public Safety, and Security Argument for Licensing Undocumented Drivers*, 2004.
- No. 3: Mariclaire Acosta, *The Women of Ciudad Juárez*, 2005.
- No. 4: David Shields, *Pemex: Problems and Policy Options*, 2006.
- No. 5: Micah Lang, et al., *Meeting the Need for Safe Drinking Water in Rural Mexico through Point-of-Use Treatment*, 2006.
- No. 5s: Micah Lang, et al., *Solventando la necesidad de agua limpia en el México Rural*, 2006.
- No. 6: David R. Ayón, *Long Road to the Voto Postal: Mexican Policy and People of Mexican Origin in the U.S.*, 2006.

## ORDERING INFORMATION

To order papers from the CLAS Working Papers or Policy Papers series, send a check or money order for US \$5.00 made out to the UC Regents along with the title and/or serial number to:

Working Papers Series  
Center for Latin American Studies  
2334 Bowditch Street  
Berkeley, CA 94720

[WWW.CLAS.BERKELEY.EDU](http://WWW.CLAS.BERKELEY.EDU)