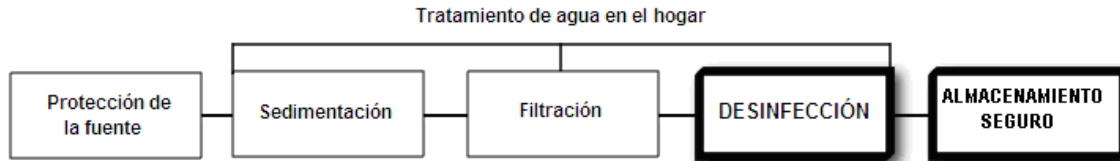


Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliario y su Almacenamiento Seguro: Desinfección Solar (SODIS)

El proceso de tratamiento



Capacidad potencial del tratamiento

Muy efectivo para:	Medianamente efectivo para:	No es efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> • Bacteria • Virus • Protozoos • Helmintos 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cryptosporidium parvum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidez • Químicos • Sabor, olor, color

¿Qué es SODIS?

La idea de la desinfección solar (SODIS) fue presentada por primera vez por el Profesor Affim Acra en un folleto publicado por UNICEF en 1984.

SODIS ha sido promovido a nivel mundial desde 1991 cuando un equipo de investigación interdisciplinaria de EAWAG/SANDEC comenzó pruebas de campo y laboratorio para evaluar el potencial de SODIS y con el propósito de desarrollar un tratamiento de agua efectivo, de bajo costo y sustentable.

SODIS utiliza la energía solar para destruir los patógenos. Puede ser usado para desinfectar pequeñas cantidades de agua con baja turbidez. Lo más usual es usar botellas plásticas transparentes que son llenadas con el agua contaminada y expuestas a pleno sol. Los patógenos son destruidos durante la exposición al sol. Son los usuarios quienes determinan la duración de la exposición basados en las condiciones climáticas imperantes.

¿Cómo elimina la contaminación?

El estudio de EAWAG/SANDEC (2002) describe la forma en que los patógenos son vulnerables a dos efectos de la luz solar:

- La radiación ultravioleta (Ultraviolet-A - UV-A) que ocasiona daños en el DNA y mata las células vivientes
- La radiación infrarroja que calienta el agua y es conocida como pasterización cuando la temperatura alcanza los 70 a 75 grados Celsius

Muchos patógenos no son capaces de resistir los incrementos de temperatura, ni tampoco tienen los mecanismos de defensa que les protejan contra la radiación ultravioleta (EAWAG/SANDEC, 2002).



Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliar y su Almacenamiento Seguro: Desinfección Solar (SODIS)

Muchos patógenos son destruidos al ser sometidos simultáneamente a la temperatura y a la luz ultravioleta. Un efecto sinérgico de estos dos factores ocurre cuando la temperatura alcanza 50 grados centígrados (Wegelin et al, 1994).

También SODIS es más eficiente cuando se trata agua con altos niveles de oxígeno. La luz solar produce formas altamente reactivas de oxígeno en el agua. Estas moléculas reaccionan ante la presencia de estructuras celulares y matan a los patógenos (Kehoe et al, 2001).

¿Cómo funciona?

Se usan botellas plásticas transparentes e incoloras elaboradas a base de PET (polyethylene terephthalate - PET). No se deben usar botellas de PVC (polyvinyl chloride - PVC) ya que estas contienen que pueden pasar al agua. Algunos tipos de vidrio (por ejemplo aquellos con alto contenido de óxidos de hierro como el vidrio de ventanas) no deberían usarse para este fin porque no son buenos transmisores de la luz ultravioleta.

La radiación ultravioleta se reduce con el incremento de la profundidad del agua, por lo que las botellas usadas para SODIS no deben exceder 10 cm. en la profundidad del agua. Las botellas de PET de 1 a 2 litros no exceden esta profundidad cuando son colocadas en posición horizontal bajo la luz solar (EAWAG/SANDEC, 2002).

Las botellas rayadas y las botellas viejas deben ser reemplazadas ya que la cantidad de luz ultravioleta que pasa a través de ellas se reduce (Wegelin et al. 2000).

El agua debe primero ser sedimentada y/o filtrada si los niveles de turbidez son mayores a 30 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) (Sommer et al, 1997).

Llene $\frac{3}{4}$ de la botella con agua de baja turbidez. Agite la botella por unos 20 segundos y acabe de llenar la botella con más agua. Coloque las botellas horizontalmente en un tejado o sobre un soporte y bajo los rayos del sol por el tiempo que se menciona a continuación:

- 6 horas si el cielo esta completamente despejado o cubierto hasta un 50% de nubes
- 2 días consecutivos si el cielo esta cubierto más del 50% de nubes
- No utilice SODIS durante días de lluvia continua.

La eficiencia del SODIS depende de la cantidad de luz solar disponible. Las botellas no deben ser colocadas de manera que estén a la sombra durante parte del día. Las regiones geográficas más favorecidas para el SODIS están localizadas entre las latitudes 15°N y 35°N (así como 15°S y 35°S). La mayoría de los países en desarrollo están localizados entre las latitudes 35°N y 35°S (EAWAG/SANDEC, 2002).

La eficiencia del tratamiento puede ser mejorada si las botellas de plástico son colocadas sobre una superficie reflectora, tal como en el caso de tejados corrugados de zinc o aluminio. Esta medida puede incrementar la temperatura del agua cerca de 5°C. Esto ha sido encontrado muy benéfico cuando hay poca luz solar y tiene ocurrencia un lento proceso de desinfección (Mani et al., 2006).

El agua así tratada debe ser consumida directamente de la botella para evitar la recontaminación. Los organismos no patógenos, tales como las algas, pueden crecer en las condiciones creadas por SODIS en una botella (EAWAG/SANDEC, 2002).



Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliar y su Almacenamiento Seguro: Desinfección Solar (SODIS) Datos importantes

Criterios para el agua de entrada

Turbidez < 30 NTU (Unidades Nefelometricas de Turbidez)

Eficiencia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Químicos
Laboratorio	99.9-99.99% ⁰	90-99.9% ⁰	90-99.99% ³	> 100% ³	0%	0%
Campo	91.3-99.4% ⁰	No disponible	No disponible	No disponible	0%	0%

⁰ Wegelin et al (1994)

² Saladin (2002)

³ Dependiendo de que el agua alcance una temperatura de 50°C

- SODIS puede reducir la viabilidad potencial del *Cryptosporidium parvum* oocysts, aunque períodos de exposición más prolongados parecen ser requeridos en comparación de aquellos que se tienen establecidos para las bacterias (Méndez-Hermida et al., 2007; Gómez-Couso et al., 2009). No se debería esperar que al usar solamente SODIS se inactiven todas los *Cryptosporidium parvum* oocysts.

Criterios de operación

Tasa de Flujo	Volumen de la cochada	Suministro diario de agua
1 a 2 litros/botella por período de 6 a 48 horas	1 a 2 litros/botella	Depende del número de botellas y de las condiciones climáticas

- Utilizar botellas plásticas incoloras elaboradas con PET (polyethylene terephthalate - PET)
- No se deben utilizar botellas fabricadas con PVC (polyvinyl chloride - PVC) porque contiene aditivos que pueden pasar al agua
- Algunos tipos de botellas de vidrio (por ejemplo aquellas con vidrio de alto contenido en óxidos de hierro) no deberían usarse puesto que no son buenas transmisoras de la luz ultravioleta
- Las botellas se deben llenar $\frac{3}{4}$ de su capacidad, tapar y agitar vigorosamente por 20 segundos, y luego completarse el llenado
- Se requieren 6 horas a pleno sol o con nubes hasta un 50%, o bien dos días consecutivos cuando haya nubes en más del 50% del cielo
- Colocar las botellas sobre una superficie reflectora ayuda a incrementar la eficiencia del tratamiento
- El agua embotellada deberá ser mantenida en la misma botella hasta su consumo

Durabilidad

- La botella puede ser usada como un contenedor para almacenamiento seguro del agua tratada
- Se requiere el clima adecuado y condiciones atmosféricas favorables; la localización más favorable puede ser ubicada entre las latitudes 15° y 35° norte/sur; la siguiente ubicación en favorabilidad está entre las latitudes 15° norte/sur y el ecuador
- Las botellas de PET abundan en las áreas urbanas pero no ocurre lo mismo en las zonas rurales
- No es muy útil para el tratamiento de grandes volúmenes de agua; se necesitaría un gran número de botellas para una familia numerosa
- Las botellas se deforman o derriten si la temperatura alcanza los 65°C
- Los usuarios no pueden determinar cuando ha tenido lugar una desinfección suficiente

Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliar y su Almacenamiento Seguro: Desinfección Solar (SODIS) Datos importantes

- Los usuarios necesitan organizar un sistema de rotación que garantice tener siempre disponible agua tratada y saber cuales botellas han sido tratadas y cuales no

Vida útil estimada

- Las botellas que se hayan rayado en exceso o hayan envejecido por el uso y la luz solar deberán ser reemplazadas con regularidad

Requisitos de fabricación

Fabricantes a nivel mundial:

- No es aplicable

Producción local:

- No aplicable

Materiales:

- Botellas plásticas de 1 ó 2 litros (2 grupos de 2 botellas por persona, un grupo tiene que ser llenado y colocado en el tejado cada día, mientras se consume el agua del otro grupo)
- Una superficie fácilmente accesible y que reciba plenamente la luz solar (por ejemplo un tejado o una estantería)

Mantenimiento:

- Las botellas y las tapas deben ser limpiadas con regularidad

Costos

Inversión de capital	Costos de operación	Costo de reposición
US\$0-5 ¹	US\$0	US\$0-5 ²

Nota: Los costos del programa, el transporte y la capacitación no están incluidos. Los costos varían dependiendo de la localización.

¹ Las botellas de PET pueden ser gratuitas o costar menos de US\$0.50/botella. Se supone que se requieren 10 botellas por vivienda.

² Con el tiempo las botellas se rayan o envejecen por el uso y por la luz solar y tienen que ser reemplazadas con cierta periodicidad

Otros

- Algunos estudios han demostrado que el plástico PET no segrega lixiviados de los aditivos químicos permitiendo que estos pasen al agua

Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliar y su Almacenamiento Seguro: Desinfección Solar (SODIS) Datos importantes

Referencias

- EAWAG/SANDEC (2002). Solar Water Disinfection: A Guide for the Application of SODIS. SANDEC Report No 06/02.
- Gómez-Couso, H., Fontán-Saínez, M., Sichel, C., Fernández-Ibáñez, P. and E. Ares-Mazás (2009). Efficacy of the solar water disinfection method in turbid waters experimentally contaminated with *Cryptosporidium parvum* oocysts under real field conditions. *Tropical Medicine & International Health*, Volume 14, Number 6, June 2009, pp. 620-627(8)
- Mani, S., Kanjur, R., Singh, I. and R. Reed (2006). Comparative effectiveness of solar disinfection using small-scale batch reactors with reflective, absorptive and transmissive rear surfaces. *Water Research*, Volume 40, Issue 4, February 2006, pp 721-727.
- Méndez-Hermida, F., Ares-Mazás, E., McGuigan, K., Boyle, M., Sichel, C. and P. Fernández-Ibáñez (2007). Disinfection of drinking water contaminated with *Cryptosporidium parvum* oocysts under natural sunlight and using the photocatalyst TiO₂. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. Volume 88, Issues 2-3, 25 September 2007, pp 105-111.
- Saladin, M. (2002). SODIS in Nepal – Technical Aspects. EAWAG/SANDEC and ENPHO.
- Sommer, B., Marino, A., Solarte, Y., Salas, M.L., Dierolf, C., Valiente, C., Mora, D. Rechsteiner, R., Setter, P., Wirojanagud, W., Ajarmeh, H., Al-Hassan, A. And M. Wegelin. (1997). SODIS – An Emerging Water Treatment Process. *J. Wat. Sci. Res. Technol. AQUA* 46, pp 127-137.
- Wegelin, M., Canonica, S., Mechsner, K., Fleischmann, T., Pesaro, F. and A. Metzler (1994). Solar Water Disinfection: Scope of the Process and Analysis of Radiation Experiments, *J Water SRT, Aqua* Vol. 43, No. 4, pp 154-169.
- Wegelin, M., Canonica, S., Alder, A., Marazuela, D, Suter, M., Bucheli, T., Haefliger, O., Zenobi, R., McGuigan, K., Kelly, M., Ibrahim, P. and M. Larroque. (2000) Does sunlight change the material and content of polyethylene terephthalate (PET) bottles? IWA Publishing, *Journal of Water Supply: Research and Technology, Aqua* No. 1.

Información Adicional

Centers for Disease Control and Prevention:
http://www.cdc.gov/safewater/publications_pages/options-sodis.pdf

EAWAG (The Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology) and SANDEC (EAWAG's Department of Water and Sanitation in Developing Countries): www.sodis.ch

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org

Correo electrónico: cawst@cawst.org

Bienestar a través del agua... mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2009