

SODIS: Desinfección Solar del Agua en Botellas PET

— Protocolo OMS

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Higiene y Prevención

Etiquetas: Sin etiquetas

SODIS: Desinfección Solar del Agua en Botellas PET — Protocolo OMS

SODIS (Solar Water Disinfection) es un método de desinfección de agua reconocido por la OMS desde 2002 que utiliza la radiación ultravioleta-A (UV-A, 320-400 nm) del sol y el calor para inactivar patógenos en botellas PET transparentes. Desarrollado por el instituto suizo EAWAG/SANDEC y validado en más de 30 países, SODIS ha demostrado reducir la incidencia de diarrea entre un 30-70% en estudios epidemiológicos controlados (McGuigan et al., 2012, The Lancet). El protocolo es extremadamente simple: llenar una botella PET transparente con agua, exponerla al sol durante 6 horas (o 2 días si el cielo está nublado) y el agua queda desinfectada. La OMS lo clasifica como método "mejorado" de tratamiento doméstico del agua en sus directrices de calidad del agua potable (4ª edición, 2011).

Mecanismo de acción y eficacia microbiológica

SODIS inactiva los microorganismos mediante dos mecanismos sinérgicos: la radiación UV-A y el efecto térmico. La UV-A penetra las botellas PET (que transmiten >85% de UV-A a 350 nm) y genera especies reactivas de oxígeno (ROS) dentro de las células de los patógenos, causando daño al ADN y a las membranas celulares. El calentamiento del agua dentro de la botella (que puede alcanzar 50-65 °C al sol directo) potencia enormemente el efecto germicida.

La sinergia óptico-térmica es clave: a 50 °C, la dosis de UV-A necesaria para inactivar el 99,9% de *E. coli* se reduce en un factor de 3 comparado con la temperatura ambiente. Este fenómeno se denomina SOPAS (Solar Pasteurization) cuando el agua supera los 55 °C.

Patógeno

Reducción log con SODIS 6h

Temperatura sinérgica

Referencia

Escherichia coli

5-6 log (99,999%)

>45 °C

Wegelin et al., 1994

Vibrio cholerae

4-5 log (99,99%)

>45 °C

Conroy et al., 2001

Salmonella typhimurium

4-5 log

>50 °C

Smith et al., 2000

Rotavirus

3-4 log (99,9%)

>45 °C

Heaselgrave et al., 2006

Cryptosporidium parvum

2-3 log

>55 °C

Méndez-Hermida et al., 2007

Giardia lamblia

3 log (99,9%)

>50 °C

McGuigan et al., 2006

Limitación importante: SODIS NO elimina contaminantes químicos (arsénico, fluoruro, pesticidas, metales pesados) ni turbidez. Si el agua tiene turbidez >30 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez), la penetración UV-A se reduce drásticamente y SODIS no es eficaz. El agua debe ser clara antes de aplicar SODIS. Si está turbia, prefiltrar con un paño de algodón doblado 4 veces (reduce turbidez un 50%) o dejar sedimentar 24 horas.

Protocolo estándar SODIS — paso a paso

El protocolo SODIS estandarizado por EAWAG/SANDEC y respaldado por la OMS consta de pasos simples pero que deben seguirse rigurosamente para garantizar la eficacia.

1. Seleccionar botellas adecuadas: Usar botellas PET transparentes e incoloras de 0,5 a 2 litros. Verificar el símbolo de reciclaje "1" (PET/PETE) en el fondo. No usar botellas PVC (símbolo "3") ya que bloquean la UV-A. Botellas de vidrio también funcionan pero son más pesadas y frágiles. Descartar botellas muy rayadas u opacas (reducen la transmisión UV-A).

2. Evaluar la turbidez del agua: Test casero: colocar la botella llena sobre un periódico. Si se pueden leer las letras del titular a través de la botella, la turbidez es aceptable (3. Llenar las botellas: Llenar la botella hasta 3/4 de su capacidad, tapar y agitar vigorosamente durante 20 segundos para oxigenar el agua (el oxígeno disuelto potencia la formación de ROS). Luego completar el llenado hasta el borde y cerrar bien la tapa.

4. Exponer al sol: Colocar las botellas horizontalmente sobre una superficie reflectante (chapa metálica corrugada, aluminio, techo de zinc). La posición horizontal maximiza la superficie expuesta al sol. Orientar hacia el norte (hemisferio sur) o el sur (hemisferio norte) para máxima irradiancia.

5. Tiempo de exposición: Cielo despejado o parcialmente nublado: mínimo 6 horas. Cielo completamente nublado: 2 días consecutivos (48 horas). Lluvia continua: SODIS no es viable, usar método alternativo. Si la temperatura del agua supera 50 °C (botella caliente al tacto, difícil de sostener más de 3 segundos), 1 hora es suficiente.

6. Almacenamiento: Beber directamente de la botella tratada o almacenar en la misma botella cerrada. No trasvasar a recipientes contaminados. El agua tratada con SODIS permanece segura durante 24-48 horas si la botella permanece cerrada y protegida de luz directa.

Mejoras del rendimiento y variantes

Existen modificaciones al protocolo básico que pueden aumentar significativamente la eficacia y reducir el tiempo de tratamiento, especialmente en climas menos favorables.

Superficie reflectante debajo: Colocar las botellas sobre una lámina de aluminio o chapa de zinc corrugada aumenta la dosis UV-A recibida un 40-75% al reflejar la radiación hacia la parte inferior de la botella. Un reflector parabólico simple (cartón forrado de aluminio) puede duplicar la radiación recibida.

Pintar la mitad de la botella de negro: Pintar la mitad inferior de la botella con pintura negra aumenta la absorción térmica. El agua alcanza 55-65 °C más rápidamente, activando el efecto pasteurización (SOPAS) y reduciendo el tiempo necesario a 2-4 horas.

SODIS con aditivos: Añadir una pizca de zumo de lima o limón (30 ml por litro) reduce el tiempo de inactivación. El ácido cítrico (pH ~4) aumenta la sensibilidad de bacterias a la UV-A. Estudios de la Universidad de Johns Hopkins (Fisher et al., 2012) demostraron inactivación completa de E. coli en 30 minutos con SODIS + lima.

Bolsas SODIS transparentes: Las bolsas planas de polietileno transparente (PE-LD) de 2-5 litros ofrecen mayor relación superficie/volumen que las botellas cilíndricas, reduciendo el tiempo de tratamiento a 3-4 horas. El proyecto Solvatten (Suecia) comercializa contenedores específicamente diseñados para SODIS.

Seguridad del PET y preguntas frecuentes

Una preocupación habitual es la posible migración de sustancias químicas del plástico PET al agua durante la exposición solar. La evidencia científica actual es tranquilizadora.

Estudios del Instituto Federal Suizo de Ciencia y Tecnología Acuática (EAWAG, 2007) analizaron la migración de ftalatos, acetaldehído y antimonio del PET al agua bajo condiciones SODIS. Los niveles encontrados fueron: acetaldehído 28x, y no se detectaron ftalatos significativos ya que el PET no contiene plastificantes ftalatos (a diferencia del PVC).

La OMS concluyó en su evaluación de 2011 que los beneficios microbiológicos de SODIS superan ampliamente cualquier riesgo químico teórico asociado al uso de botellas PET. El riesgo de enfermedad diarreica por agua no tratada es varios órdenes de magnitud mayor que cualquier riesgo asociado al envase.

Sustancia

Nivel en SODIS

Límite OMS

Margen de seguridad

Antimonio (Sb)

0,3-0,7 µg/L

20 µg/L

28-66×

Acetaldehído

No establecido

Sin riesgo

Ftalatos (DEHP)

No detectado

8 µg/L

No aplicable

Bisfenol A (BPA)

No detectado (PET no contiene BPA)

—

No aplicable

Vida útil de las botellas: Reemplazar las botellas PET cuando estén muy rayadas, opacas o deformadas. En uso continuo, cambiarlas cada 6-12 meses. Las botellas PET son reciclables y ampliamente disponibles en todo el mundo, lo que hace de SODIS uno de los métodos más universalmente accesibles.

 Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.