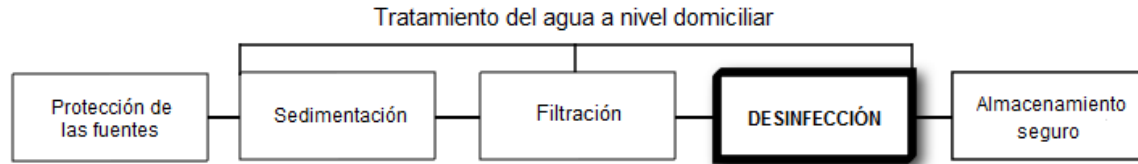


# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Hipoclorito de sodio)

### Proceso de tratamiento



### Eficacia del tratamiento

Muy eficaz contra:	Algo eficaz contra:	Nada eficaz contra:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunos protozoos</li> <li>• Helmintos (gusanos parásitos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cryptosporidium parvum</i></li> <li>• Ovoquistes de toxoplasma</li> <li>• Turbiedad</li> <li>• Productos químicos</li> <li>• Sabor, olor y color</li> </ul>

### ¿Qué es el hipoclorito de sodio?

El cloro comenzó a utilizarse como desinfectante a principios del siglo XX. Supuso una revolución en el tratamiento de potabilización y redujo drásticamente las enfermedades producidas por beber agua contaminada. Actualmente, en los Estados Unidos continúa siendo el producto químico más utilizado para desinfectar agua.

El hipoclorito de sodio es un compuesto de cloro usado para la desinfección del agua. Se puede fabricar en muchos lugares, ya que se obtiene a través de la electrólisis del agua salada.

Las botellas de hipoclorito de sodio para el tratamiento de agua a nivel domiciliario se pueden comprar a varios fabricantes y en diversos tamaños. Las concentraciones de cloro van desde el 0,5 al 10% y cada producto debería tener sus propias instrucciones para la correcta dosificación en el agua contaminada. La lejía usada a nivel doméstico también contiene hipoclorito de sodio y se puede adquirir fácilmente.

### ¿Cómo elimina la contaminación?

Cuando se añade al agua, el cloro forma ácido hipocloroso, el cual reacciona por oxidación con los microorganismos y los

elimina. Cuando se añade cloro al agua, se pueden dar tres situaciones:

1. Que parte del cloro reaccione por oxidación con la materia orgánica y los agentes patógenos del agua y los elimine. A esta parte se la llama cloro consumido.
2. Que parte del cloro reaccione con otra materia orgánica, amoníaco y hierro, y forme nuevos compuestos. A esta parte se la llama cloro combinado.
3. Que el exceso de cloro que no se consume ni se combina permanezca en el agua. A esta parte se la llama cloro residual libre (FCR, por la sigla en inglés). Es el tipo de cloro más eficaz para la desinfección (especialmente contra los virus) y ayuda a evitar que el agua ya tratada se vuelva a contaminar.



Air Rahmat, Indonesia  
(Fuente: Tirta/JHUCCP)

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Hipoclorito de sodio)

### Modo de empleo

Hay diferentes tipos de productos de cloro fabricados específicamente para el tratamiento de agua a nivel domiciliario. Cada producto debería tener instrucciones para la correcta dosificación y establecimiento del tiempo de contacto.

La lejía líquida de uso doméstico se utiliza habitualmente para desinfectar el agua potable. Se debe conocer la concentración del producto para calcular cuánta lejía se necesita para un determinado volumen de agua. Véase el *Reporte técnico de CAWST para la potabilización del agua mediante el uso de cloro* para acceder a información sobre cómo determinar la dosis de cloro y el tiempo de contacto necesario cuando se usa lejía común.

Algunos factores que afectan la eficacia del cloro son la turbiedad del agua, la materia orgánica presente en el agua, el amoníaco, la temperatura y el pH.

Se debería dejar sedimentar o filtrar el agua antes de añadir el cloro. Esos procesos eliminarán parte de las partículas en suspensión y mejorarán la reacción entre el cloro y los agentes patógenos.



Clorox, producto vendido en tiendas en Zambia.

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Hipoclorito de sodio) - Datos clave

### Criterios para el agua a tratar

- Turbiedad baja.
- pH entre 5,5 y 7,5; a partir de 9 la desinfección no es confiable.

### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiedad
Laboratorio	Alta <sup>4</sup>	Alta <sup>4</sup>	Baja <sup>4</sup>	Ineficaz <sup>5</sup> – Moderado <sup>6</sup>	0%
Campo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	0%

<sup>1</sup> Las bacterias incluyen *Burkholderia pseudomallei*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella sonnei*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*.

<sup>2</sup> Virus: enterovirus, adenovirus, norovirus, rotavirus.

<sup>3</sup> Protozoos: *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium parvum*.

<sup>4</sup> CDC (2007)

<sup>5</sup> AWWA (2006) muestra que el cloro no es eficaz contra los huevos de *Ascaris lumbricoides*.

<sup>6</sup> Mercado-Burgos *et al.* (1975) muestra eficacia moderada contra las especies *Schistosoma*. Supuesta eficacia moderada contra *Dracunculus medinensis*.

- Los ovoquistes de *Toxoplasma* y de *Cryptosporidium parvum* son muy resistentes a la desinfección con cloro (CDC, 2007). No se debería esperar que el cloro por sí solo inactive esos agentes patógenos.

### Criterios de funcionamiento

Velocidad de flujo	Volumen de carga	Suministro diario de agua
No corresponde	Ilimitado	Ilimitado

- Es necesario seguir las instrucciones del fabricante para los productos específicos de hipoclorito de sodio.
- La dosis de cloro requerida y el tiempo de contacto varían según la calidad del agua (turbiedad, pH, temperatura).
- Si el agua es muy turbia, es necesario sedimentarla o filtrarla antes de añadir el cloro.
- Tiempo de contacto mínimo: 30 minutos.
- El tiempo de contacto debería aumentar en niveles de pH elevados (>9) (Lantagne, 2009).
- El tiempo de contacto debería aumentarse a 1 hora para temperaturas entre 10 y 18°C y a 2 horas o más para temperaturas inferiores a 10°C.

### Especificaciones

- El cloro residual libre (FCR) evita que el agua vuelva a contaminarse.
- La mayoría de los usuarios no saben calcular ellos mismos la dosis de cloro, por eso se deben seguir las instrucciones del fabricante.
- Para ahorrar dinero, es posible que algunos usuarios utilicen una dosis menor a la recomendada.
- Requiere una cadena de abastecimiento, disponibilidad de mercado y compra frecuente.
- Requiere contar con un proceso de control de calidad para asegurarse de que el producto sea confiable.
- A veces, puede resultar difícil saber dónde conseguir recipientes de plástico adecuados para la fabricación de soluciones de cloro.

### Vida útil estimada

- El cloro se deteriora con el tiempo, especialmente en estado líquido.
- Sin estabilización del pH, el cloro en estado líquido caduca en 6 semanas. Con estabilización y, si el nivel de pH es superior a 11,9, dura hasta un año (Lantagne *et al.*, 2010).

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Hipoclorito de sodio) - Datos clave

### Requisitos para la fabricación

#### Producción a nivel mundial:

- Hay muchos fabricantes de soluciones de cloro en todo el mundo.

#### Producción a nivel local:

- Se puede fabricar a nivel local usando una solución de agua salada y equipamiento para electrólisis.

#### Materiales necesarios (para la fabricación de productos de cloro):

- Generador con equipamiento para electrólisis.
- Botellas de plástico y equipamiento para etiquetar.
- Sal.
- Agua.

#### Instalaciones adecuadas para la fabricación:

- Espacio en los talleres destinado a la producción y embotellamiento del cloro.
- Debe haber una buena ventilación en el lugar de trabajo.

#### Mano de obra:

- Se necesitan profesionales entrenados para producir y analizar el hipoclorito de sodio.

#### Riesgos (durante la fabricación de productos de cloro):

- El humo del cloro y el contacto del cloro con la piel es peligroso.
- Se deben usar gafas y protección para la piel cuando se manejan soluciones de cloro.
- El trabajo debe llevarse a cabo en un lugar bien ventilado o al aire libre.

#### Mantenimiento

- El cloro debe almacenarse dentro de un contenedor cerrado en un lugar fresco y oscuro.
- Mantener el cloro fuera del alcance de los niños.

#### Costo directo

Costo de capital	Costo de operación	Costo de sustitución
USD 0	USD 0,45/1000 litros <sup>1</sup> USD 3,29 por año <sup>2</sup>	USD 0

Nota: costos de programa, transporte y educación no incluidos. El costo puede variar dependiendo de la ubicación.

<sup>1</sup> Medentech (2009)

<sup>2</sup> Con un consumo diario de 20 litros por hogar.

#### Otros

- Algunos usuarios se quejan del sabor y olor que puede dejar el cloro en el agua. Sin embargo, los fabricantes afirman que si se utilizan las dosis recomendadas no hay mal olor ni sabor.
- El cloro reacciona con la materia orgánica presente en el agua de forma natural y forma derivados (subproductos) como los trihalometanos (THM), los cuales son potencialmente cancerígenos.
- Los resultados de los estudios indican que los niveles de THM producidos por el tratamiento del agua con cloro están por debajo de los valores establecidos por la OMS (Lantagne *et al.*, 2008).

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Hipoclorito de sodio) - Datos clave

### Referencias

American Water Works Association (2006). *Waterborne Pathogens*. American Water Works Association, Estados Unidos.

Centers for Disease Control and Prevention (2007). *Effect of Chlorination on Inactivating Selected Pathogens*. Disponible en inglés en:  
[www.cdc.gov/safewater/about\\_pages/chlorinationtable.htm](http://www.cdc.gov/safewater/about_pages/chlorinationtable.htm)

Clasen, T. (2007). *Presentation*. London School of Hygiene and Tropical Medicine.

Lantagne, D. S., Blount, B. C., Cardinali, F. y R. Quick (2008). *Disinfection by-product formation and mitigation strategies in point-of-use chlorination of turbid and non-turbid waters in western Kenya*. Journal of Water and Health, 06.1, 2008.

Lantagne, D. (2009). *Summary of Information on Chlorination and pH*. Preparado para UNICEF.

Lantagne, D., Preston, K., Blanton, E., Kotlarz, N., Gezagehn, H., van Dusen, E., Berens, J. y K. Jellison (2010). *Hypochlorite Solution Expiry and Stability in Household Water Treatment in Developing Countries*. Presentado a la revista Journal of Environmental Engineering.

Luby, S., Agboatwalla, M., Razz, A. y J. Sobel (2001). *A Low-Cost Intervention for Cleaner Drinking Water in Karachi, Pakistan*. International Journal of Infectious Diseases; 5 (3): 144-150.

Mercado-Burgos, N., Hoehn, R.C. y R.B. Holliman (1975). *Effect of Halogens and Ozone on Schistosoma Ova*. Journal Water Pollution Control Federation, Vol. 47, No. 10 (Oct., 1975), pp. 2411-2419.

### Más información

Centros para el control y la prevención de enfermedades (del inglés, CDC):  
[www.cdc.gov/safewater/publications\\_pages/pubs\\_chlorine.htm](http://www.cdc.gov/safewater/publications_pages/pubs_chlorine.htm) (en inglés)

Environment and Public Health Organization (ENPHO):  
[www.enpho.org/product\\_treatment\\_piyush.htm](http://www.enpho.org/product_treatment_piyush.htm) (en inglés)

Population Services International (Servicio Internacional de Población, de la sigla en inglés PSI):  
[www.psi.org/child-survival/](http://www.psi.org/child-survival/) (en inglés)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), correo electrónico: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización: junio de 2011