

---

## **La Desinfección del Agua a Nivel Casero en Zonas Urbanas Marginales y Rurales**

**Por: Vicente M. Witt / Fred M. Reiff ,  
Washington, D.C., OPS,  
Mayo 1993**

---

### **Prefacio**

Reconociendo los beneficios de salud, sociales y económicos que trae el agua potable, los países de América Latina y el Caribe han hecho un esfuerzo considerable durante los últimos 30 años a fin de asegurar que cada persona tenga un abastecimiento de agua segura para consumo humano. Sin embargo, ha sido difícil alcanzar esta meta. Al término del Decenio Internacional de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento (1981-1990), el cual se concentró principalmente en extender la cobertura, se estimó que entre el 10% y el 65% de las viviendas, dependiendo del país, no tenían abastecimientos de agua microbiológicamente seguros.

Idealmente, cada vivienda debería estar conectada a un sistema que provea un abastecimiento de agua segura las 24 horas del día, todos los días del año. Desafortunadamente, esto no se encuentra al alcance de grandes segmentos de la población de la mayoría de los países de la Región, principalmente debido a restricciones de naturaleza más bien socio-económica que técnica. Aunque es más eficiente y menos costoso para la gente satisfacer colectivamente sus necesidades de abastecimiento de agua, a través de sistemas comunitarios, tal enfoque necesita de inversiones significativas de capital y de desarrollo institucional, así como también de cambios en el conocimiento, actitudes y prácticas de la comunidad, y de un considerable fortalecimiento de la voluntad política. Todo lo cual requiere de tiempo, recursos y esfuerzo.

Mientras tanto, se hace necesaria una solución interina que pueda ser puesta en marcha rápidamente, que sea factible y que pueda ser realizada por familias de bajos recursos. El uso de recipientes, especialmente diseñados y fabricados para evitar la contaminación junto con la desinfección del agua en estos, a nivel familiar, ha mostrado a través de una serie de estudios y proyectos de demostración en el Perú, Bolivia y Ecuador, que es una solución económicamente razonable y efectiva, la cual puede proporcionar agua microbiológicamente segura.

Este documento ha sido preparado con la intención de facilitar el desarrollo tanto de programas basados en la comunidad como de iniciativas de agencias gubernamentales u otras, para que los desinfectantes de agua se encuentren fácilmente disponibles dentro de la comunidad y habilitar a las familias para que tomen las medidas necesarias a fin de asegurar un abastecimiento de agua seguro. Si las recomendaciones de este documento son seguidas, aun la población económicamente marginada podrá disfrutar de los beneficios para la salud que tiene el agua segura.

Horst Otterstetter  
Director  
División de Salud y Ambiente  
Washington DC, junio de 1993

---

## Indice

- [Antecedentes](#)
  - [Importancia de la desinfección y el almacenamiento seguro del agua en el hogar](#)
  - [Objetivos de una estrategia para desinfección a nivel casero](#)
  - [Alternativas de desinfección, sus características y efectividad](#)
    - 1 Hervir el agua (calor)
    - 2 Desinfección química
    - 3 Producción de desinfectantes en el lugar
    - 4 Desinfectantes envasados para uso individual
  - [Filtración](#)
    - 1 Filtros de arena
    - 2 Filtros de cerámica
  - [Importancia de utilizar recipientes domésticos adecuadamente diseñados](#)
  - [Promoción y participación de la comunidad](#)
    - 1 Educación del usuario
    - 2 Una operación basada en la comunidad para asegurar la sustentabilidad
  - [Estrategias](#)
    - 1 Opción A: Solamente desinfección
    - 2 Opción B: Desinfección y almacenamiento de agua en los hogares
    - 3 Opción C: Filtración, desinfección y uso de recipientes especiales para almacenar agua en los hogares
  - [Estimaciones del costo de las alternativas](#)
  - [Anexo - Enfermedades relacionadas a condiciones deficientes tanto de saneamiento como de abastecimiento de agua](#)
-

## Antecedentes

La desinfección del agua como factor esencial, aunque no suficiente para el control de las enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento, si una prueba aún fuera necesaria, ha quedado reconfirmada durante y después--del primer gran brote del cólera, de este siglo, en América Latina y el Caribe. Los resultados positivos se reflejan claramente en la dramática reducción de casos, no sólo de cólera<sup>1/</sup> sino también en la disminución significativa de la fiebre tifoidea, y la hepatitis <sup>2,3/</sup> cuando las medidas de salud ambiental aplicadas incluyen, entre ellas, la desinfección universal y continua del agua destinada al consumo humano. De acuerdo con el postulado de Allen Hazen, es probable que de hacerse estudios de mortalidad general por otras causas, ésta también haya bajado <sup>4/</sup>.

Con estos antecedentes, lo ideal sería que cada hogar en las zonas urbanas y rurales esté conectado a un sistema comunitario de abastecimiento de agua que preste un servicio fiable y de calidad segura. Desafortunadamente, la realidad es que en la actualidad existe un gran número de hogares en América Latina y el Caribe que no gozan de conexiones domiciliarias a un sistema de abastecimiento de agua, y mucho menos a uno fiable y seguro. Los respectivos residentes obtienen agua de vendedores, de piletas públicas, pozos comunitarios, manantiales, arroyos, ríos, lagos y otras fuentes superficiales, todas de dudosa calidad. En términos generales, se estima que por lo menos el 40 por ciento de la población de los países de la Región, incluida la población sin servicio de abastecimiento de agua y la que se provee a través del llamado acceso fácil, recibe suministros de agua de los tipos indicados. Hay, además, un importante segmento adicional de la población que está conectado a sistemas que funcionan intermitentemente, en que el agua suministrada es de dudosa calidad. Este es el caso incluso de grandes ciudades que tienen que imponer un racionamiento con el fin de tratar de lograr una distribución más equitativa del suministro de agua limitado existente.

Por consiguiente, la población afectada por abastecimientos de agua con alto riesgo de estar contaminada puede alcanzar más del 60 por ciento de la población total de América Latina y el Caribe. Como es de esperar, los más afectados por esta situación son los segmentos más pobres de la población, aunque los suministros intermitentes están afectando igualmente a otros estratos. En la década de los años 90, la mayor necesidad de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento se concentrará en las áreas urbanas marginales<sup>5/</sup> en las que se estima que residirá el 40 por ciento de la población de la Región, en su mayor parte pobre. El Cuadro 1 ofrece una estimación aproximada de la población en riesgo de recibir agua contaminada.

La preocupación principal del suministro de agua potencialmente contaminada, desde el punto de vista de la salud, es la transmisión de enfermedades entéricas. Los microorganismos responsables de tales enfermedades pueden ser bacterias, protozoos, virus o helmintos. Estos se transmiten por vía fecal-oral al ser evacuados por individuos, portadores o enfermos, en sus excretas, al infectar a personas sanas cuando éstas los ingieren. El contacto fecal-oral puede ser directo o establecerse a través del agua (incluido el hielo), la leche, o los alimentos contaminados con excretas, así como a través

de las manos o fómites contaminados. Los insectos pueden desempeñar también un papel activo en este proceso.

**Cuadro 1**  
**Estimado de población sin abastecimiento de agua segura, 1988**

**a) Estimado de la población servida por varios medios**

<b>Servicio</b>	<b>Urbana</b>	<b>Rural</b>	<b>Total</b>
Conexión domiciliaria	79%	10%	55%
Acceso fácil	10%	45%	23%
Otros medios	11%	45%	22%

**b) Estimado de la población sin servicio de agua segura**

<b>Servicio</b>	<b>Urbana</b>	<b>Rural</b>	<b>Total</b>
Abastecimiento intermitente	30%	5%	22%
Acceso fácil	10%	45%	23%
Otros medio	11%	45%	22%
<b>TOTAL</b>	<b>51%</b>	<b>95%</b>	<b>67%</b>

En casi todas las situaciones ya mencionadas de suministros deficientes de agua, los hogares tienen que almacenarla para satisfacer sus necesidades básicas, entre otras, la de agua de beber, en algún tipo de recipiente, que se selecciona principalmente por razón de comodidad, sin prestar normalmente mucha atención a la protección del contenido contra la contaminación. En estudios llevados a cabo por diversos grupos se ha llegado a la conclusión de que el agua almacenada en recipientes domésticos llega con frecuencia ya contaminada. Sin embargo, la contaminación posterior causada por los usuarios en el hogar, cuando no se practican medidas sanitarias, constituye un problema aún más importante, porque produce la contaminación de agua que puede no haber estado inicialmente contaminada. Tal contaminación ha sido con frecuencia la causa de la transmisión de una serie de enfermedades, incluido el cólera, que contribuyen a la alta incidencia de infecciones gastrointestinales y diarreicas en los países de la Región, especialmente en la población subatendida. La transmisión intrafamiliar en *Vibrio cholerae* por contaminación del agua potable contenida en recipientes de almacenamiento en la vivienda ha sido confirmada por varios estudios.

Muchas de las enfermedades que azotan a la América Latina y el Caribe están relacionadas con el agua contaminada. En el Anexo se describen brevemente varias de ellas, especialmente considerando la relación hídrica. Las más corrientes, incluidos el organismo causante y la vía de transmisión, aparecen en el Cuadro 2.

**Cuadro 2**  
**Enfermedades entéricas principales y ruta de transmisión común**

Enfermedades	Organismos Causantes	Ruta de Transmisión
Cólera	Vibrio cholerae, incluido el biotipo El Tor	hombre-heces-agua y alimentos-hombre
Tifoidea, paratifoidea	Salmonella typhi Salmonella paratyphi: A,B,C,	hombre-heces-agua y alimentos-hombre
Disentería Bacilar	Shigella	hombre-heces ( <u>moscas</u> ) alimentos-( <u>agua</u> )-hombre
Disentería Amibiana	Entamoeba histolytica	hombre-heces-( <u>moscas</u> ) alimentos-( <u>agua</u> )-hombre
Hepatitis Infecciosa	Virus de la hepatitis A	hombre-heces-( <u>agua</u> )- alimentos-hombre
Enfermedades Diarreicas	Shigella, salmonella, <sup>1</sup> Escherichia coli, parásitos, virus	hombre-heces-( <u>moscas</u> ) alimentos-hombre

1. Animales y pájaros albergan algunas salmonellas y esta enfermedad es frecuentemente transmitida por el consumo de carne insuficientemente cocida.

Existen también otras enfermedades en las que el agua, aunque no sea la vía principal de transmisión en gran escala, localmente puede tener un significado especial. Este es el caso de la ascariasis y la criptosporidiosis, y en circunstancias favorables la buena calidad del agua puede ser incluso un factor contribuyente al control de la leptospirosis, la cisticercosis, la esquistosomiasis y la hidatidosis. Debido a la importancia del agua como vía de transmisión de estas enfermedades, la desinfección de esta para consumo humano constituye una de las medidas más efectivas para controlar la incidencia.

Aunque existe un reconocimiento generalizado desde hace mucho tiempo de que un abastecimiento de agua continuo y seguro es una intervención de salud pública eficaz para el control de las enfermedades transmitidas por el agua, no es realista esperar que el segmento de la población afectada por un abastecimiento deficiente de agua, en particular las zonas "marginales" en donde vive la población pobre de la América Latina y el Caribe, pueda recibir servicios de abastecimiento de agua comunitario y seguro en un futuro inmediato, debido en gran parte a la precaria situación económica por la que atraviesa la mayoría de los países. Por lo tanto, las circunstancias indicadas plantean la necesidad imperiosa de adoptar una estrategia a corto plazo y de emergencia para aplicar medidas efectivas que puedan ponerse en práctica fácilmente hasta que se encuentre una solución más permanente. A la vez estas medidas pueden actuar como punta de lanza para el mejoramiento sanitario en general.

Por desgracia, ocurre con demasiada frecuencia que las autoridades sanitarias y los líderes comunitarios no abordan este problema de salud pública muy importante de la carencia de agua segura en el hogar, el cual, a la vista del deterioro de los servicios y el aumento de la población, especialmente en las áreas marginales pobres, se está agravando a un ritmo alarmante. El segmento de la población latinoamericana predominantemente

afectado por la epidemia del cólera ha sido el de los pobres que viven en dichas áreas. Esto es realmente lamentable porque un programa comunitario para desinfectar el agua y los recipientes de agua domésticos, cuando se planea, organiza, realiza y controla adecuadamente, puede costar menos de US\$1.00 al año por hogar familiar de cinco personas. Además, puede proporcionar también una fuente razonable de ingreso en la comunidad si el sector privado se encarga de esta actividad.

---

## **Importancia de la Desinfección y el Almacenamiento seguro del Agua en el Hogar**

La razón fundamental de la desinfección del agua es disminuir el riesgo de infección de las enfermedades transmitidas por el agua mediante la destrucción o inactivación de los diversos organismos patógenos que están o pueden estar presentes en la fuente de agua que las personas utilizan para satisfacer sus necesidades básicas, o que pueden haber conseguido acceso a ésta durante el proceso de transporte o almacenamiento. Cuando se carece de un abastecimiento de agua corriente idóneo y continuo en el hogar, la desinfección domiciliar y el almacenamiento seguro constituyen las barreras más importantes contra las enfermedades transmitidas por el agua.

Numerosos estudios realizados durante los últimos 50 años han demostrado los beneficios de la desinfección del agua potable. La factibilidad y eficacia de la desinfección y el uso de recipientes de almacenamiento de agua adecuadamente diseñados para asegurar un suministro seguro de agua para beber, cocinar, lavar los platos y cubiertos y para higiene personal a los hogares individuales, como un medio de impedir la diseminación de enfermedades transmitidas por el agua, se han confirmado a través de muchas experiencias.

Los trabajos recientes respecto a la desinfección doméstica y el almacenamiento sanitario del agua que se exponen a continuación merecen una mención especial:

En un proyecto piloto financiado por UNICEF y realizado por el Instituto de Salud Infantil de Calcuta, Bengala Occidental, India, 1982<sup>61</sup>, 300 familias recibieron desinfección del agua en recipientes en la casa y otras 300 familias no la recibieron. Todos los demás factores se consideraron esencialmente idénticos. En un período de nueve meses, hubo una reducción del 80 por ciento de la incidencia de la enfermedad diarreica entre los niños que recibieron el agua desinfectada, mientras en el agua no desinfectada, sólo 5 por ciento, comparados con la incidencia inicial.

Un estudio que realizó el Instituto Nacional del Cólera y Enfermedades Entéricas de Calcuta, India<sup>71</sup>, sobre el efecto de la desinfección con cloro y el almacenamiento del agua potable en recipientes especiales, en la transmisión del cólera, reveló que estas dos intervenciones contribuyeron significativamente a reducir la propagación de las infecciones de *V. cholerae* entre los contactos domésticos hasta el 57,8 por ciento y el 74,6 por ciento, respectivamente, en comparación con el control.

Estudios realizados por SENAPA<sup>8/</sup> sobre alternativas tecnológicas para abastecimiento de agua y saneamiento en el Perú con el propósito de investigar el impacto de la calidad del agua sobre la salud, consideraron varias modalidades de abastecimiento de agua a la población. Estas incluyeron: conexiones domiciliarias con servicio continuo e intermitente; fuentes públicas y camiones-tanque. Se analizaron muestras bacteriológicas para conformes fecales en las fuentes de agua y también en los recipientes domésticos.

Los resultados fueron los siguientes:

### ***1. Surtidores de aprovisionamiento a los tanqueros, tanqueros y recipientes domésticos***

Durante cuatro meses se tomaron muestras del agua entregada a las viviendas, los resultados fueron siempre positivos en los surtidores y los tanqueros. Aunque la comunidad solicitaba que se tuviera 0,2 mgll de cloro residual esto no sucedía. (La comunidad estaba consciente de la necesidad de desinfectar el agua). En este grupo 42% de los usuarios utilizaron cloro para desinfectar el agua en sus depósitos en los hogares. Como resultado los análisis bacteriológicos mostraron una mejor calidad de agua en los recipientes domésticos que en los surtidores y la entregada por los tanqueros.

### ***2. Agua de grifos públicos almacenada en recipientes domésticos***

Setenta y cuatro de 80 muestras fueron negativas (6 fueron positivas) en agua de los grifos. El agua luego se deterioró en el manejo y almacenamiento en el hogar. De 96 muestras tomadas sólo cinco fueron negativas. En otras palabras el 90% de las muestras estuvieron contaminadas con coliformes fecales. En este grupo no desinfectaron con cloro pero el 57% de los usuarios hirvió el agua.

### ***3. Conexiones domiciliarias (servicio intermitente) y almacenaje en la vivienda***

En hogares con este tipo de servicio y depósitos a nivel de tierra (cisternas) el 82% de las muestras fueron positivas. En dos sistemas con tanques elevados el 12% de las muestras fueron positivas. Los usuarios no desinfectaron el agua pero el 90% de éstos hirvió el agua.

### ***4. Conexiones domiciliarias con servicio de 24 horas***

Las muestras de las llaves en la vivienda sólo fueron positivas en un 5,9%. Sin embargo, 23 de 24 muestras (96%) tomadas de las jarras fueron positivas. Los usuarios no desinfectaron el agua y el 24% de los hogares hirvió el agua.

En un estudio realizado en Africa del Sur<sup>9/</sup> sobre la supervivencia del *Vibrio cholerae*, tanto del biotipo Clásico como de El Tor, en recipientes domésticos de varios tipos, se encontró que era de hasta 22 a 27 días como máximo, siendo significativamente más baja en recipientes de plástico.

Tratándose de pequeños abastecimientos de agua por tuberías en las zonas rurales de Colombia, los estudios sobre la diarrea en Quindío<sup>10/</sup> realizados por los Doctores David Bersh y Margarita Osorio, revelaron una relación inversa entre el nivel de cloro residual y las tasas de diarrea entre los niños menores de 5 años durante un período de cinco años. Hubo una relación clara entre la desinfección deficiente y el aumento de las enfermedades. La desinfección deficiente se consideró menos de 0.5 mg/litro de cloro activo.

---

## **Objetivos de una Estrategia para Desinfección a Nivel Casero**

Teniendo en cuenta la situación anteriormente descrita, y en base a la experiencia que demuestra que un gran número de personas se ven obligadas a utilizar agua contaminada, los objetivos principales de una estrategia de desinfección y almacenamiento seguro del agua en la vivienda serían:

1. Promover programas y tecnologías que sean prácticos, económicos y puedan ejecutarse rápidamente para atender al amplio segmento de la población que no tiene acceso a un abastecimiento de agua segura.
  2. Promover una suficiente conscientización de la comunidad sobre la importancia de la aplicación de medidas sanitarias para combatir las enfermedades entéricas, especialmente el cólera, y en general abordar el problema de la contaminación del agua en el hogar.
  3. Proporcionar información y orientación para la aplicación de medidas con miras a asegurar un abastecimiento de agua segura en el hogar, especialmente mediante una desinfección domiciliaria y un almacenamiento adecuados.
- 

## **Alternativas de Desinfección, sus Características y Efectividad**

Existen varias alternativas para desinfectar y purificar el agua en pequeña escala que pueden aplicarse en el hogar.

### ***4.1 Hervir el agua (calor)***

En el caso de América Latina y el Caribe, el método más corriente de la desinfección de los suministros de agua a nivel domiciliario es hervir el agua. Se trata de un método muy eficaz, ya que la exposición de los organismos patógenos transmitidos por el agua más comunes (bacterias, esporas, virus, cercarias y quistes) a temperaturas del agua de 90° a 100° centígrados durante un corto tiempo los matará o inactivará. El agua tiene que calentarse hasta que hierva "borboteando" durante unos tres minutos. Es una buena práctica almacenar el agua en el mismo recipiente en el que se hirvió. Si es necesario el almacenamiento del agua hervida en otro recipiente casero, es importante que éste sea desinfectado antes de transferir el agua. La aireación del agua hervida no se recomienda



porque existen posibilidades de contaminación. Este método de desinfección está generalizado entre la población y se suele recomendar en los casos de emergencias como consecuencia de desastres naturales e incidentes de contaminación de sistemas de abastecimiento de agua que de otra manera no estaría contaminada.

El hervir el agua tiene varias desventajas. La más importante es que no proporciona protección contra la recontaminación. No hay ninguna protección residual, lo que significa que, después de hervirse el agua, habrá que tenerse mucho cuidado con la recontaminación causada por las manos, los utensilios, los recipientes de almacenamiento contaminados y hasta los contaminantes transportados por el aire. Otra desventaja consiste en que el hervir el agua requiere el empleo de un combustible, generalmente en forma de leña, carbón, carbón vegetal o gas comprimido, como el metano, butano y propano, o de electricidad. Según las estimaciones, se requiere alrededor de 1 kg de madera para hervir un litro de agua. Los métodos que se emplean corrientemente en los hogares para hervir el agua, como el calentamiento en una estufa o en fuego abierto son muy ineficientes, transfiriéndose gran parte del calor a la atmósfera en lugar del agua. Se calcula que el hervir el agua de una casa cuenta entre 2 y 10 centavos (de dólares de Estados Unidos) el litro, dependiendo del precio del combustible y el método de la transferencia del calor empleado. Por otro lado, en los casos de emergencia se puede realizar en prácticamente todos los hogares y es eficaz tanto si el agua está clara como turbia.

## ***4.2 Desinfección química***

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua potable. Entre estas, las más utilizadas en casos de emergencias, a nivel domiciliario e individual, son el cloro y el yodo en compuestos sólidos o líquidos. El yodo elemental, la tintura de yodo, el hipoclorito de sodio y el hipoclorito de calcio pueden obtenerse frecuentemente a nivel local en las comunidades. Cada uno de estos puede utilizarse eficazmente como desinfectante de agua si se aplica en forma adecuada. En la desinfección de emergencia de volúmenes mayores de agua puede emplearse ventajosamente el gas de cloro líquido.

### ***4.2.1 Cloro***

El cloro no sólo es uno de los desinfectantes más efectivos para el agua potable, sino también uno de los más baratos. En el agua clara, (una Unidad Nefelométrica y de Turbiedad o menos) y un pH menor de 8, es muy eficaz contra las bacterias relacionadas con enfermedades transmitidas por el agua. Sin embargo, es ineficaz contra los virus y los quistes de protozoos en las dosificaciones, temperatura y tiempos de contacto normalmente usadas en la cloración del agua para fines potables. Es más, los microorganismos adheridos a partículas están protegidos y es posible que nos sean afectados por el cloro. Además, el agua puede tener una demanda de cloro que deberá satisfacerse antes de que éste pueda actuar como desinfectante. La materia orgánica en el agua puede producir el sabor a cloro, lo que no debe tomarse necesariamente como una indicación de desinfección adecuada.

Para evitar algunos de estos problemas, el agua puede filtrarse y, cuando esté limpia, desinfectarse.

El cloro se presenta en diferentes tipos de compuestos, pero principalmente como hipoclorito de calcio o de sodio. El hipoclorito de calcio se puede obtener en forma de polvo con concentraciones de alrededor de un 20, 35, 65 ó 70 por ciento de cloro y en pastillas con una concentración de cloro disponible de alrededor de 65 por ciento. El hipoclorito de sodio es un líquido, que se puede obtener en concentraciones de un 3 a un 5 por ciento y hasta un 10 por ciento. Con una concentración mayor del 10 por ciento es muy inestable. El hipoclorito de sodio comercial puede contener a veces otras sustancias que podrían ser tóxicas en cuyo caso no deberá emplearse para desinfectar agua para beber.

Prácticamente, la forma más fácil de aplicar cloro al agua es con pastillas o en soluciones. Para facilitar la operación, se puede preparar una solución madre que contenga un 1 por ciento de cloro disponible agregando cantidades proporcionales de un compuesto de cloro a un volumen de agua dado. El Cuadro 3 proporciona datos sobre la cantidad requerida de diversas concentraciones de hipoclorito para preparar un litro de solución madre de un 1 por ciento. Otras concentraciones pueden obtenerse aumentando proporcionalmente la cantidad del compuesto.

**Cuadro 3**  
**Preparación de un litro de solución madre de hipoclorito al 1%**  
**a partir de varios compuestos de hipoclorito de calcio**

<b>Nombre del compuesto</b>	<b>Cloro disponible</b>	<b>Gramos de hipoclorito de calcio por litro de agua</b>
Cal clorada	20	50
	25	40
Hipoclorito de calcio	35	28.6
Hipoclorito de calcio (hth)	65	15.4
	70	14.3

El Cuadro 4 proporciona datos para la dosificación de 2 mg/l y 5 mg/l de cloro empleando soluciones de diferentes concentraciones y ciertos recipientes de tamaños como los que se usan normalmente en los hogares. Esto se basa en la ecuación:

$$v = \frac{V * D}{C * 10}$$

donde:

p = volumen de solución de hipoclorito requerido en mililitros  
 V = volumen de agua que se desinfecta  
 D = dosis a lograrse en mg/litro  
 C = concentración % de cloro disponible en la solución de hipoclorito

**Cuadro 4**  
**Desinfección del agua en recipientes caseros de varias capacidades por medio de soluciones de hipoclorito de varias concentraciones de cloro libre**

**Dosificación: 2 mg/l de cloro (para agua clara pero contaminada)**

Cloro libre disponible	Volumen por recipiente en litros			
	1	10	15	20
0.5%	8 gotas	4 ml	6 ml	8 ml
1%	4 gotas	40 gotas (2 ml)	60 gotas (3ml)	80 gotas (4 ml)
2%	2 gotas	20 gotas (1 ml)	30 gotas (1.5)	40 gotas (2 ml)
5%	1 gota*	8 gotas	12 gotas	16 gotas (0.8)
10%	1 gota*	4 gotas	6 gotas	8 gotas

\* dosis mínima posible

**Dosificación: 5 mg/l de cloro (para agua turbia y muy contaminada)**

Cloro libre disponible	Volumen por recipiente en litros			
	1	10	15	20
0.5%	20 gotas	10 ml	15 ml	20 ml
1%	10 gotas	5 ml	7.5 ml	10 ml
2%	5 gotas	2.5 ml	3.75 ml	5 ml
5%	2 gotas	20 gotas (1 ml)	1.5 ml	2 ml
10%	1 gota	10 gotas (0.5 ml)	15 gotas (0.75 ml)	20 gotas (1 ml)

**Nota:** Se utiliza 20 gotas = 1 ml.

Después de la aplicación del hipoclorito, el agua debe mezclarse bien y dejarse reposar durante unos 30 minutos para dar tiempo suficiente para que el cloro entre en contacto con los microorganismos.

No se ha detectado ningún efecto adverso en el consumo de agua desinfectada con cloro en las dosificaciones generalmente utilizadas, aunque existe cierta preocupación sobre la

formación de trihalometanos, los que pueden tener un riesgo potencial para la salud. En cualquier caso que se use cloro deben tomarse medidas preventivas en el manejo y almacenamiento de soluciones concentradas y compuestos de cloro. Se recomienda que se almacenen fuera del alcance de los niños, en lugares frescos, secos y oscuros ya que el cloro es un oxidante fuerte que puede reaccionar violentamente con materiales fácilmente oxidables y pierde fuerza con el tiempo y la exposición a la luz, por lo cual el almacenamiento en condiciones adecuadas es importante.

El costo del hipoclorito de calcio (65-70%) varía entre US\$2,50 y \$4,60 el kilogramo. El costo del hipoclorito de sodio varía entre US\$2,00 y \$3,00 por kilogramo de cloro disponible.

#### **4.2.2 Yodo**

El yodo es un desinfectante excelente para el agua. Es eficaz contra las bacterias, los virus, los quistes de amibas y otros microorganismos de enfermedades transmitidas por el agua. Sin embargo, su disponibilidad y uso han sido limitados. Su costo es de 6 hasta 10 veces mayor que el cloro. El empleo de una solución de 2 por ciento de tintura de yodo es un medio práctico para desinfectar agua en pequeñas cantidades. Una dosificación de dos gotas por litro puede ser suficiente para el agua clara. Al igual que en el caso del cloro, la turbiedad puede interferir y, si hay partículas presentes, éstas pueden proteger a los microorganismos. La filtración como tratamiento preliminar disminuiría la demanda y aumentaría su efectividad. De lo contrario, el agua turbia o muy contaminada podría requerir dosis mayores y tiempos de contacto de mayor duración.

Después de la aplicación del yodo, el agua debe mezclarse y dejarse reposar durante unos 15 a 20 minutos.

El yodo es el menos soluble de los halógenos con un nivel de saturación de 200 a 400 mg/litro en las gamas de temperaturas normalmente encontradas en el agua. Pueden obtenerse soluciones saturadas empleando cristales de yodo en un saturador. Para desinfección del agua se recomiendan residuos de 0,5 mg/l a 0,8 mg/l. Los cristales de yodo son fáciles de manejar, pero siempre se recomienda el empleo de dispositivos protectores.

El costo actual es de unos US\$12/kg F.O.B en Nueva York. El costo de la yodización, incluida la amortización del costo del equipo, puede variar de US\$7,00 a US\$12,00 por 1.000 m<sup>3</sup> de agua desinfectada.

En las pequeñas dosis empleadas, el yodo no tiene efecto adverso sobre la salud de los individuos. Sin embargo, su empleo a largo plazo podría producir ciertas reacciones en un pequeño porcentaje de individuos sensibles.

El agua tratada con yodo es apropiada para el lavado de hortalizas. Normalmente se recomienda que se laven y se dejen reposar en una solución de 5 mg/litro durante unos 10 minutos.

### **4.2.3 Permanganato de potasio**

Esta sustancia es un oxidante fuerte y suele agotarse rápidamente en aguas que contienen materias oxidables. Es un desinfectante deficiente para el agua. Su efecto para el lavado de hortalizas es dudoso, incluso con soluciones concentradas. Esta sustancia no se recomienda para la desinfección del agua.

## ***4.3 Producción de desinfectantes en el lugar (a nivel comunitario)***

### **4.3.1 Generadores de hipoclorito de sodio**

En los últimos años, se han hecho grandes progresos en el desarrollo de pequeños generadores de hipoclorito para la desinfección de agua potable. Estos producen hipoclorito de sodio por la electrólisis del cloruro de sodio. En el caso de pequeñas comunidades, ofrecen ciertas ventajas porque eliminan varios de los problemas relacionados con la compra, el transporte, el almacenamiento y la aplicación del cloro gas o de soluciones de hipoclorito. Para ser aplicables estos dispositivos tienen que ser económicos de adquirir y operar, así como fáciles de instalar y mantener; contables y con capacidad para utilizar sal refinada localmente disponible. Como el principio básico de la producción del hipoclorito es la electrólisis del cloruro de sodio, se requiere una fuente confiable de energía eléctrica para que funcionen. En general, las unidades disponibles comercialmente producen de 0,5 kg a 2,0 kg de NaOCI cada 24 horas. Las soluciones producidas son especialmente apropiadas para ser usadas como solución madre en las viviendas y pequeñas comunidades.

Dos unidades que satisfacen los criterios anteriormente indicados son la DIPCELL fabricada por la compañía Magneto-Chemie de Holanda y la unidad CLORID, por CLORID S.A de Ecuador. ELTECH, USA (Sistemas SANILEC), fabrica unidades de mayor capacidad, la más pequeña produce aproximadamente 10 kg de NaOCI cada 24 horas. El costo total de la producción de hipoclorito de sodio a nivel comunitario ha sido estimado entre US\$1,50 y \$2,50 por kg de cloro disponible, dependiendo del costo de la sal, electricidad y equipo.

La Figura 1 es un diagrama de una instalación típica del DIPCELL. La Figura 2 es un esquema del aparato CLORID.

### **4.3.2 Generadores de oxidantes mezclados**

Los oxidantes mezclados que se producen in-situ, también se basan en la electrólisis de soluciones de cloruro de sodio. Estos están ganando terreno en los círculos industriales del abastecimiento de agua debido a sus propiedades desinfectantes iguales o superiores a las del cloro. La mezcla de especies producidas de oxígeno y cloro y su acción sinérgica parecen ser la causa de la mayor eficiencia. El empleo de pequeñas unidades en comunidades y pueblos de América Latina ha tenido éxito.

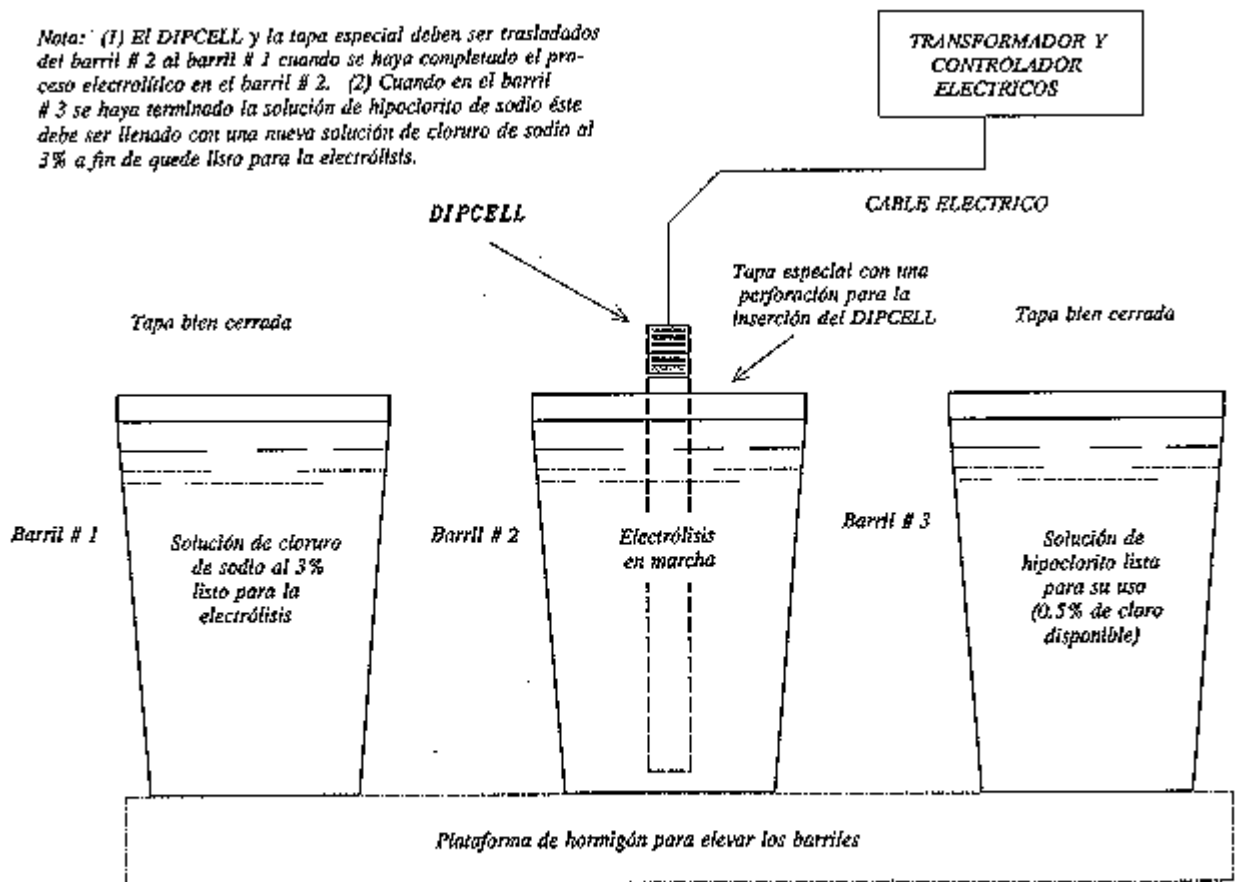
Existen actualmente varios tipos de unidades que se pueden obtener en el mercado. La mayor parte de las unidades producen gas, lo cual no es adecuado para desinfección en los recipientes domésticos. Solamente un tipo de equipo produce una solución de oxidantes mezclados que puede ser utilizada para este propósito. Los gastos de operación pueden variar pero por lo general son relativamente bajos. El cloruro de sodio para estas unidades debe ser de mayor pureza que la sal de mesa que utilizan los generadores de hipoclorito, a fin de evitar el taponamiento del equipo con depósitos, generalmente de calcio y magnesio.

Una de las ventajas de los gases oxidantes mezclados es la eliminación de problemas de olor y sabor y la disminución de la formación de trihalometanos.

#### ***4.4 Desinfectantes envasados para uso individual***

Existen varios desinfectantes comerciales que son eficaces contra la mayoría de los organismos patógenos transmitidos por el agua a las temperaturas y tiempos de contacto recomendados por el fabricante. Cuando se emplean éstos, es muy importante que se sigan las instrucciones meticulosamente. La mayoría de los desinfectantes comerciales corrientemente disponibles en este grupo son compuestos de cloro o yodo. Algunos desinfectantes vienen en forma de comprimidos y otros en forma de solución, y con algunos de ellos se pueden preparar soluciones madre. Este tipo de desinfectante lo utilizan corrientemente las fuerzas armadas, alpinistas, excursionistas, cazadores y otras personas que practican actividades deportivas al aire libre que van probablemente a utilizar un suministro de agua de calidad dudosa y se emplea también en los casos de emergencia, especialmente los desastres naturales. En general, suelen ser ligeros de peso, están cómodamente envasados, son fáciles de administrar y pueden conservarse durante mucho tiempo. El costo de estos desinfectantes es generalmente alto, entre US\$0,005 y US\$0,02 por litro de agua desinfectado. Estas dosis se recomiendan generalmente para períodos cortos de uso y no para tiempo prolongado.

*Nota: (1) El DIPCELL y la tapa especial deben ser trasladados del barril # 2 al barril # 1 cuando se haya completado el proceso electrolítico en el barril # 2. (2) Cuando en el barril # 3 se haya terminado la solución de hipoclorito de sodio éste debe ser llenado con una nueva solución de cloruro de sodio al 3% a fin de quede listo para la electrolisis.*



**FIGURA I**

*Diagrama de una instalación típica del DIPCELL que utiliza tres barriles a fin de facilitar la producción continua de hipoclorito de sodio*

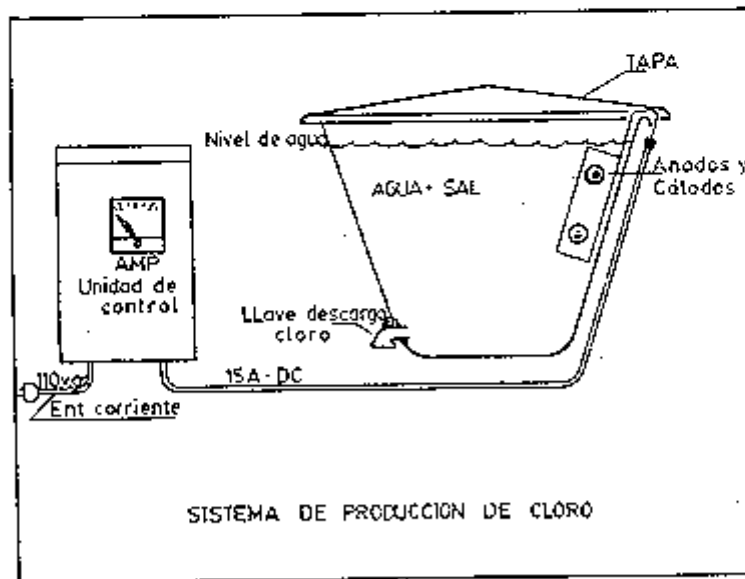
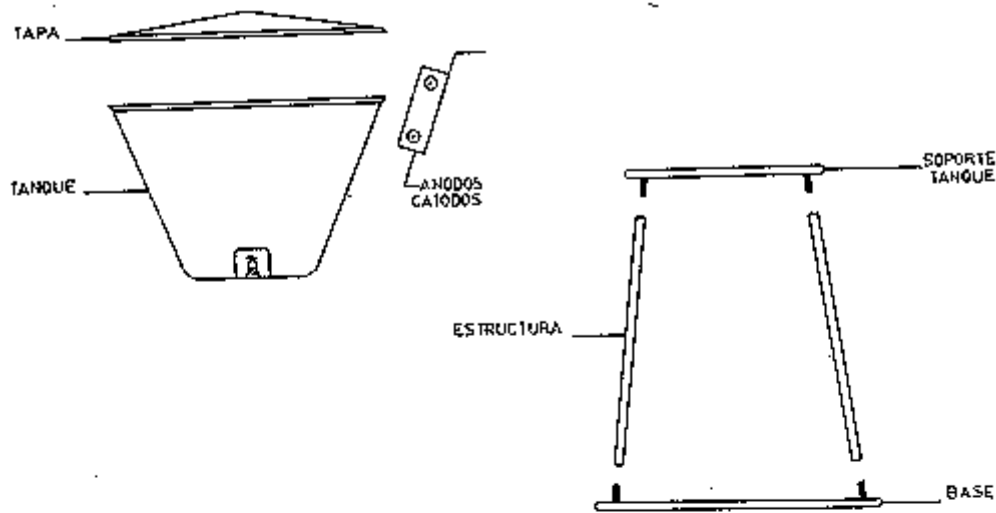
Las tabletas de "HALAZONE" son el desinfectante comercial más conocido en Latinoamérica y el Caribe para desinfección de agua de beber en el hogar porque ha sido utilizado por muchos años en situaciones de emergencia. Existen tabletas de dos tamaños, uno de 4 mg. para la desinfección de 1 litro del agua y otro de 160 mg para 40 litros. El ingrediente químico activo es "P. carboxybenzenesulphordichloroamide", de lo que aproximadamente 52% esta disponible como cloro después disolverlo en el agua. Las tabletas de Halazone pierden potencia rápidamente después de abierto el cierre hermético del frasco. En consecuencia es importante cerrar bien el envase cada vez. Debido a esta característica y al costo elevado el "Halazone" ha sido reemplazado en parte por otros compuestos comerciales.

La tableta de "Globaline" o "Potable Agua" fue adoptado por las fuerzas armadas del los Estados Unidos y otros países hace aproximadamente 25 años, y todavía es utilizada por algunos. También ha sido utilizada recientemente por alpinistas, excursionistas, cazadores etc. El ingrediente químico activo es "tetraglycine hydroperiodide", el cual contiene aproximadamente 42% de yodo activo. La tableta de 120 mg contiene 20 mg de

este reactivo y produce aproximadamente 8 mg de yodo activo cuando se disuelve en un litro de agua. La tableta de "Globaline" es mas estable que la de "Halazone" pero pierde aproximadamente 20% de su potencia 24 semanas después de abierto el frasco.

Recientemente, varias fábricas están produciendo tabletas de "sodium dichloroisocyanurate" (también conocido como "sodium dichloro-s-triazinetrone" y "sodium troelosene") algunas veces en combinación con otros ingredientes como floculantes. Los dos más conocidos son Chlor-Floc y Aguatabs. Estos se encuentran en diferentes tamaños. Aproximadamente el 42% de este reactivo está disponible como cloro. Lo que favorece este compuesto es su estabilidad. Varios gobiernos actualmente están considerando la aprobación de esta sustancia para la desinfección de agua para beber. El Cuadro 5 ofrece un resumen de las características principales de los "desinfectantes individuales" comerciales más comunes.





**FIGURA 2**  
 Diagrama del sistema CLORID para la producción de hipoclorito de sodio

**Cuadro 5**  
 Desinfectantes comerciales para uso individual y doméstico

Nombre comercial e ingredientes químicos activo(s)	Embalaje y dosis recomendada	Costo unitario
HALAZONE	botella de 100 tabletas	US\$0.02/tblt

(p. carboxybenzenesulphor-dichloroamide) tableta de 4,0 mg tableta de 160 mg	1 tblt/1 de agua 1 tblt/40/1 agua	US\$0,80/tblt
<b>POTABLE AGUA O GLOBALINE</b> (tetraglycine hydroperiodide) tableta de 8,0 mg	botella de 50 tblt 1 tblt/1 de agua	US\$0.05 A 0,10 por tableta
<b>AQUATABS</b> (sodium dichloroisocyanurate) tabletas de 17 - 500 mg	tabletas herméticamente selladas, en caja plástica, o en botellas	US\$ 0,0065 a 0,016 por tableta
<b>CHLOR-FLOC</b> (sodium dichloro-s-triazinetrone)* tableta de 600 mg (contiene agentes floculantes)	tabletas herméticamente selladas, paquete de 10 tabletas, 1 tableta por litro	US\$0,05 a 0,10 por tableta

La dosis puede variar dependiendo de la calidad del agua.

\* Sodium dichloroisocyanurate, sodium dichloro-s-triazinetrone y sodium troclosene son el mismo compuesto

## Filtración

### 5.1 Filtros de arena

La filtración del agua para beber en los hogares, a través de filtros de arena, es un método generalmente conocido en la mayoría de los países latinoamericanos.

Sin embargo, solamente un número limitado de personas lo han practicado. La llegada de los suministros por tubería disuadió su uso. Este tipo de filtración no elimina normalmente las bacterias o los virus, pero puede eliminar la turbiedad, los quistes y protozoarios. Cuando se utilizan debidamente, los filtros de arena domésticos pueden funcionar eficazmente aún con agua ligeramente turbia como tratamiento preliminar antes de hervirla o desinfectarla.

Un filtro de arena doméstico debe tener una capa de arena fina de unos 60 cm o más<sup>11/</sup>. Debe funcionar continuamente (24 horas diarias) porque es importante que la arena no se seque y, en general, debe limpiarse y mantenerse como un filtro de arena lento regular.

### 5.2 Filtros de cerámica

Este tipo de filtro se puede obtener en el comercio y se emplea en cantidades limitadas en la mayoría de los países. Algunos filtros son de presión y otros de gravedad. En todos ellos el componente esencial es la vela que puede ser de diferentes materiales cerámicas que proporcionan distintos tamaños de poro. El agua que se va a filtrar tiene que estar relativamente limpia ya que, de lo contrario, la vela se taponaría rápidamente.

El tamaño de los poros determina la eficacia en la eliminación de los microorganismos o de partículas en suspensión. Estos filtros pueden extraer quistes, protozoarios y cercarias, así como partículas en suspensión, pero es posible que no se eliminen las bacterias ni los virus, requiriéndose que el agua se hierva o se desinfecte antes del consumo.

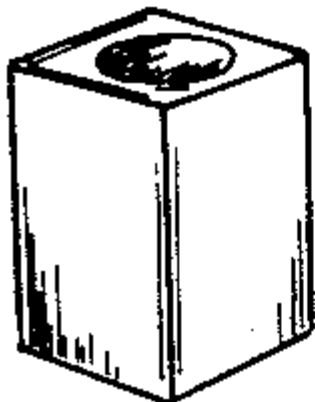
Los filtros de porcelana pueden fabricarse con poros de pequeño tamaño. Para lograr eficazmente la purificación del agua, se estima que el radio máximo del poro debe ser de 1,5 micrones. El filtro tipo Berkefeld, o similares, se fabrica con tierra de trípoli y los que tienen poros de pequeño tamaño pueden eliminar las bacterias que se encuentran corrientemente en el agua. En general, es importante comprender las limitaciones de estos filtros para emplearlos eficientemente en el tratamiento del agua potable.

---

### **Importancia de utilizar recipientes domésticos adecuadamente diseñados**

En la actualidad existe una gran variedad de formas y tamaños de recipientes domésticos para el almacenamiento de agua en las casas. Desafortunadamente la gran mayoría no son adecuados para proteger su contenido contra la contaminación. La terminología local utilizada para describir estas formas de contenedores varía de un lugar a otro. Algunos de los recipientes más comúnmente usados se muestran en la Figura 3. Como ya se ha indicado anteriormente, aunque el agua llegue a la casa sin contaminar, existe siempre un gran riesgo de contaminación cuando se almacena y se manipula. El usuario, al meter objetos como cucharones, tazas, vasos u otras vasijas en el recipiente de agua o al sumergir los dedos y manos contaminados para sacar agua, puede contaminar el contenido. De esta manera, el agua hervida o filtrada puede fácilmente volverse a contaminar. El agua químicamente desinfectada con cloro y yodo puede mantener un residuo suficientemente alto para controlar una contaminación ligera que se produzca durante un corto tiempo. Sin embargo, este residuo puede consumirse o perder su potencia. Por lo tanto, la protección del agua doméstica desinfectada contra la recontaminación es de vital importancia porque constituye una última y frecuentemente la única defensa contra la transmisión de las enfermedades transmitidas por el agua.

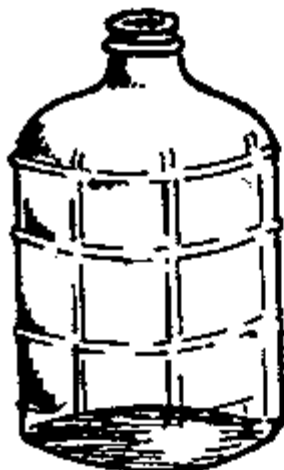
LATA ALCOHOLERA



CANTARO



GARRAFON



CUBETA



FIGURA 3

*Varios recipientes típicos, no obstante inadecuados, que se utilizan en América Latina para el almacenamiento del agua en las casas*

Hay dos aspectos que es preciso tener en cuenta para mantener el agua limpia después de desinfectarla, a saber: las características de la vasija para evitar la recontaminación, y la educación del usuario para que practique medidas sanitarias seguras.

Los principios que rigen las características del recipiente son sencillos: utilizar recipientes limpios y de materiales que no favorezcan la supervivencia de microorganismos; no sumergir nada en los mismos, y mantenerlos tapados para impedir la entrada de partículas extrañas. De la consideración de estos principios se llega a la definición de ciertas características para el diseño o selección de recipientes adecuados para evitar que se vuelva a contaminar el agua desinfectada, a saber:

- La forma y tamaño del recipiente deben ser apropiados, con manija o agarradera, para facilitar el acarreo, y deben tener una base estable para estacionarlo en la vivienda, sin peligro de que se voltee. El volumen debe ser de 10 a 30 litros. Para escuelas y clínicas un volumen de 50 ó más litros es apropiado.
- El material del recipiente deberá ser durable, de ser posible inoxidable, resistente a las quebraduras, de color atractivo, translúcido y liviano. El polietileno de alta densidad es un material apropiado. No está recomendado el uso de policarbonato u otro material que reaccione con cloro.
- La boca debe ser tal que facilite el llenado del recipiente, pero impida la inmersión de objetos para extraer agua. El recipiente debe ser provisto de grifo (llave) para extraer el agua.
- El grifo debe abrir y cerrar fácilmente, ser inoxidable, fácil de limpiar, durable, y descargar un litro en 15 segundos.
- La tapa debe impedir que entre insectos, polvo u otro material extraño. Debe ser fuerte, de material apropiado. De ser posible debe estar sujeta al recipiente en tal forma que no se pierda o se ensucie, y debe permitir limpiar el interior del recipiente fácilmente.
- El recipiente debe tener un dispositivo que permita la entrada de aire al extraer el agua y algún medio para introducir desinfectante.
- Las instrucciones para el uso sanitario, lavado, mantenimiento y reparación en caso necesario, deberán ser claras y estar, pegadas (o impresas) firmemente al recipiente de manera que duren largo tiempo.
- Para asegurar el cumplimiento de los aspectos sanitarios el recipiente deberá tener la aprobación de las autoridades de salud.

Las Figuras 4 y 5 son ejemplos de recipientes que cumplen con la mayoría de los requisitos antes mencionados.

---

## **Promoción y participación de la comunidad**

El éxito de un programa de desinfección del agua a nivel doméstico depende en gran medida de los esfuerzos promocionales que realicen tanto las autoridades como las personas interesadas de la comunidad. Dependerá además del grado de motivación que tengan los individuos que van a beneficiarse de un suministro sanitario. Sin embargo, la responsabilidad principal de la promoción corresponderá al empresario, la organización comunitaria o los individuos que emprendan la tarea de organizar un sistema para proveer a los hogares de la comunidad los desinfectantes, los recipientes, las instrucciones y el asesoramiento que sean necesarios.

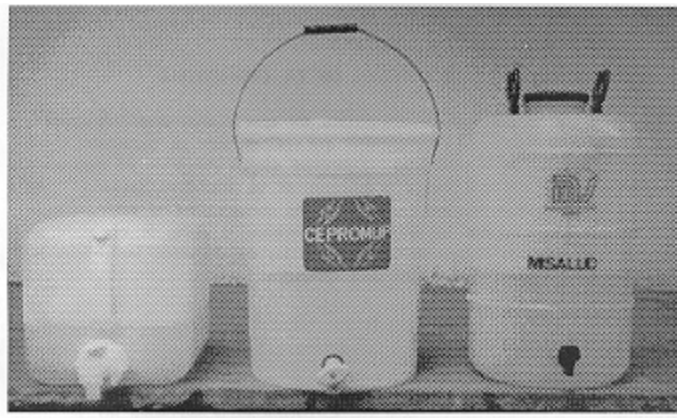
### ***7.1 Educación del usuario***

El segundo aspecto importante que debe considerarse para asegurar el almacenamiento y uso sanitarios del agua en la vivienda es la educación del usuario. Esta acción necesita el apoyo de las autoridades de salud pública en primer lugar, promoviendo el

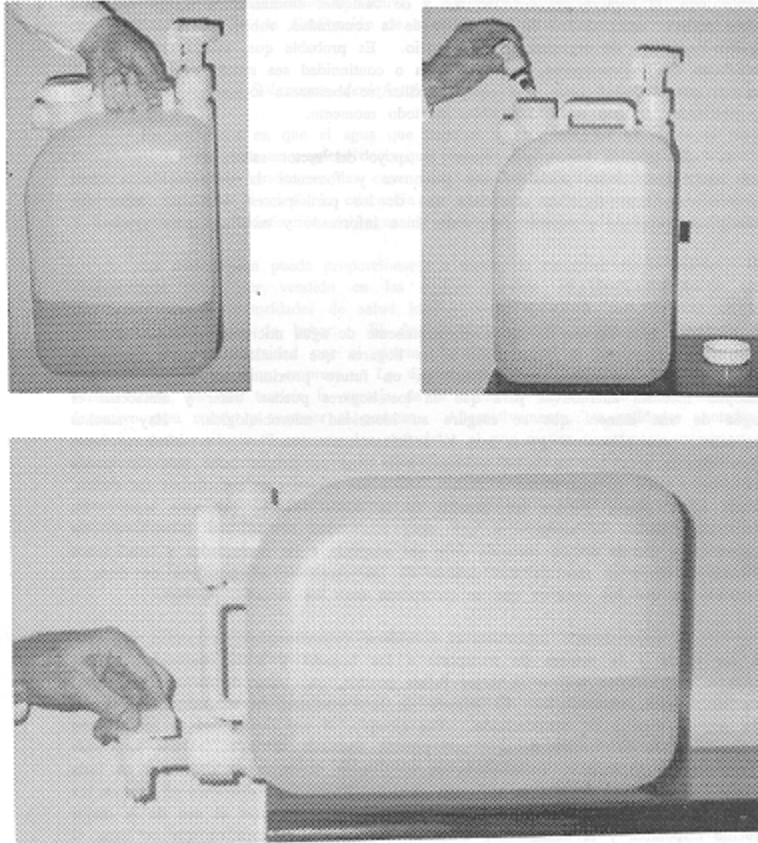
almacenamiento y uso sanitarios del agua para uso doméstico y en segundo lugar, proporcionando la información y educación necesarias para asegurar el éxito. Sin embargo, es preciso que la comunidad intervenga, participando activamente y tomando la iniciativa con pleno conocimiento de los beneficios que trae el contar con agua no contaminada. Los medios de comunicación tienen un papel importante que jugar en la promoción y educación sobre la desinfección del agua, su almacenaje y el uso sanitario de ésta.

### ***7.2 Una operación basada en la comunidad para asegurar la sustentabilidad***

Es esencial que la desinfección de los suministros de agua a nivel doméstico tenga su base en la comunidad para que esta operación sea continua y permanente.



**Figura 4**  
**Tres ejemplos de recipientes de 20 litros de capacidad que son diseñados especialmente para ser usados en la desinfección a nivel casero**



**Figura 5**  
**El recipiente utilizado exitosamente en el proyecto de demostración de la OPS**  
**y el "Center for Disease Control" para el control del cólera y otras**  
**enfermedades diarreicas**

Ante todo, la compra del desinfectante y de cualquier suministro y equipo adicional debe poderse hacer dentro de los límites de la comunidad, sobre una base comercial, gubernamental o de organización de servicio. Es probable que, cuando ello se hace mediante una microempresa, la permanencia o continuidad sea mucho más segura. A menos que el desinfectante y el equipo auxiliar se abastezcan localmente, existen pocas posibilidades de que estén disponibles en todo momento.

Es también importante obtener el apoyo del sector salud, de las escuelas y de las organizaciones sociales para promover y fomentar la desinfección a nivel doméstico. Esto significa que cada uno de los participantes tiene que tener una disciplina apropiada y además debe estar bien informado y motivado para ayudar.

---

## **Estrategias**

En vista de que la provisión permanente de agua microbiológicamente potable a través de sistemas de distribución a los hogares que actualmente no la tienen no es un hecho que pueda ser realidad en un futuro próximo, se vuelve necesario adoptar medidas alternativas para que en los hogares puedan tratar y almacenar el agua de una manera que se asegure su idoneidad microbiológica. Hay muchas opciones, pero sólo unas pocas son lo suficientemente sencillas y económicas, como para que la población de bajos recursos, a la cual se dirigen estos métodos, pueda llevarlos a cabo en una forma constante. Sólo las opciones más factibles, las cuales, hasta cierto punto, pueden ser basadas en la comunidad, se presentan aquí. Es importante llamar la atención a que cada comunidad es de una manera u otra diferente, y que la opción escogida debe ser adaptada a las necesidades y condiciones locales haciendo el máximo uso posible de las características positivas de éstas y tratando de que los cambios que se incorporen sean los menores posibles.

Es especialmente importante el considerar cuidadosamente la calidad del agua a ser usada y la manera de transporte a los hogares y a la comunidad. Casi siempre es ventajoso utilizar la mejor fuente posible, que tratar de mejorar la calidad de una fuente contaminada. El número de intervenciones de tratamiento requeridas es también materia de consideración. Por ejemplo, si una comunidad es servida con un sistema de distribución de agua con presión adecuada, 24 horas al día, será más económico y eficiente el desinfectarla en el sistema de la comunidad, que en cada hogar. En el caso de que se utilizaran camiones-tanque para distribuir el agua a los hogares, se debería de llevar un control adecuado para asegurar el uso de la mejor fuente disponible y la desinfección adecuada del agua a la hora en que se llena el camión, pero además habrá que tomar medidas apropiadas en el hogar.

El propósito de las siguientes opciones no es el de reemplazar los métodos de distribución segura del agua que ya existan, sino el proporcionar alternativas que puedan servir como una medida transitoria, a ser usadas mientras la comunidad espera mejoras en el servicio de distribución de agua.

### **8.1 Opción A: *Solamente desinfección***

En los casos en que el agua que llega a los hogares, no es turbia ni muy contaminada (usualmente esto quiere decir que procede de sistemas de camiones-tanque), donde los recipientes usados en las casas para guardar el agua en los hogares son adecuados, y donde el nivel de educación es adecuado, un programa para fomentar y hacer posible la desinfección del agua en el hogar es apropiada.

La desinfección puede proporcionarse a través de cualquier medio viable. El desinfectante puede ser vendido en las tiendas locales, en cuyo caso debe ser certificado por las autoridades de salud locales como apropiada para su uso en la desinfección del agua de beber. El desinfectante también puede ser fabricado y distribuido en la comunidad por el sistema local de salud o por una clínica, una cooperativa, o una micro-empresa. La última sería probablemente la alternativa de menos costo, ya que tendría la ventaja de la iniciativa privada que puede tener un incentivo para cubrir y sostener el



proceso. Alternativamente, las entidades anotadas, u otras, podrían elegir el comprar los materiales al por mayor (usualmente compuestos de cloro) para la preparación de un desinfectante que se controle, se embotelle y distribuya a los hogares de la comunidad. En todo caso debe darse cuidadosa atención a la selección de recipientes a ser utilizados para el dispendio o la distribución del desinfectante a la comunidad. Preferentemente estos deberán:

- Tener instrucciones claras para la aplicación y almacenamiento del desinfectante.
- Ser hechos de un material durable, que no se deteriore debido al contacto con el desinfectante.
- Incluir un recipiente, tapa o gotero para la aplicación del desinfectante.
- Ser de material opaco y deben ser resellados después de cada uso para minimizar la perdida de potencia del desinfectante que contienen, así como para evitar accidentes.
- Tener una capacidad que sea compatible con la rutina de uso y la vida útil del desinfectante, por ejemplo un mes. Un volumen de un cuarto de litro (250 ml) a medio litro (500 ml) se ha encontrado que es conveniente.

Los elementos críticos de este programa son la educación y motivación de la comunidad y de los individuos, la disponibilidad de un desinfectante apropiado para cada uno de los hogares a un costo razonable y la monitoria de su aceptación y uso.

### ***8.2 Opción B. Desinfección y almacenamiento de agua en los hogares***

El componente de desinfección de la opción B será el mismo de la opción A. La diferencia está en que habrá un mecanismo incluido en esta opción para asegurar el almacenamiento seguro del agua en los hogares y prevenir su recontaminación. Los recipientes en mente para el almacenamiento del agua en esta opción deberán cumplir con los requerimientos delineados más arriba.

Se sugiere que el Ministerio de Salud de la Nación, u otra agencia apropiada emita los requerimientos que deben cumplir los recipientes para el almacenamiento de agua en los hogares y que se establezca un programa de certificación para verificar el que los recipientes llenen los requisitos establecidos. La colaboración entre las agencias del gobierno y el sector privado en el desarrollo y producción de recipientes puede resultar en la adopción de recipientes que protejan adecuadamente el contenido, faciliten la desinfección, sean económicos y convenientes para el uso. Estos recipientes pueden ser distribuidos por los sistemas locales de salud, cooperativas o las micro-empresas mencionadas en la opción A. También pueden ser comercializados directamente por el sector privado o a través de programas especiales del gobierno.

En esta opción, como en la Opción A, la educación y motivación de la comunidad son componentes esenciales que deben ser atendidos.

### ***8.3 Opción C: Filtración, desinfección y uso de recipientes especiales para almacenar agua en los hogares***

La intención de la opción C es que sea usada en situaciones en que el agua entregada o llevada a los hogares sea turbia, lo que interferiría con la desinfección. En este caso se

puede aumentar el tiempo de contacto para que sea un poco más largo. En vista de que el agua almacenada alcanza rápidamente la temperatura del ambiente, que generalmente es más alta, la desinfección química del agua de los hogares puede ser más efectiva y eficiente. En estas condiciones es posible desinfectar agua con una turbiedad un poco más alta de la que se debe intentar en sistemas de distribución de agua. Así puede ser posible la desinfección con éxito con turbiedad hasta 5 UNT. Sin embargo, se recomienda que siempre se verifique esta posibilidad para cada caso específico.

Cuando se determine que es necesario el reducir la turbiedad, básicamente hay dos opciones para el tratamiento del agua al nivel de los hogares.

La primera y mas común es el usar filtración. Se debe considerar los dos tipos de filtros mencionados anteriormente. Los filtros comerciales para uso en el hogar, comúnmente fabricados de material de cerámica o de tierra diatomácea son generalmente mas eficientes que los filtros de arena construidos locamente. Además, en algunos países los filtros para agua son hechos de piedras o cerámica disponibles en la localidad, y pueden ser adecuados para reducir la turbiedad y también para ayudar a reducir el nivel de bacterias y protozoarios. Sin embargo, ninguno de los filtros, comerciales o artesanales, podrá eliminar los virus. Una dificultad con los filtros de tipo hogareño es que se desarrollan fisuras o adelgazamiento de las paredes del filtro con el uso, lo que puede resultar en el paso del agua no tratada. En todo caso se recomienda que se utilice algún tipo de desinfectante después de la filtración hogareña.

Además de los filtros, hay varios artefactos comerciales para el tratamiento de agua en los hogares, en el punto-de-uso. Existe un gran número de tipos de estos artefactos por lo cual no se puede discutirlos aquí en detalle. Algunos de ellos son bien diseñados y pueden dar buenos resultados, tanto en la filtración como en la desinfección, cuando son usados de acuerdo a lo que recomiendan los fabricantes, incluyendo el reemplazo regularmente de los filtros y cartuchos de desinfección. Sin embargo, el costo de los artefactos, que se ha comprobado son efectivos, está generalmente fuera de la capacidad de pago del típico hogar Latinoamericano o del Caribe, que vive en las áreas urbanas marginales y rurales.

También es posible utilizar un desinfectante conjuntamente con un agente floculante tal como el alumbre. Las tabletas Chlor-Floc mencionadas antes crean un flóculo el cual sedimenta en el fondo del recipiente. Para esto se necesita mezclar, sedimentar, decantar el sobrenadante y remover el flóculo asentado. El alumbre u otro agente floculante podría ser proporcionado a los hogares para ser aplicado con cada llenado del recipiente. En Latinoamérica y el Caribe, este método no se ha probado en gran escala.

---

## **Estimaciones del Costo de las Alternativas**

La desinfección del agua en la vivienda es una operación simple, fácil de realizarse en casi todos los hogares donde haya que depender de abastecimientos de agua

potencialmente en riesgo de ser contaminados. Es también factible desde el punto de vista de su costo reducido. En el Cuadro 6 se resumen comparativamente los costos anuales netos de la desinfección del agua para un hogar familiar de cinco personas con un consumo de 50 litros por día (10 litros por persona por día).

En la práctica los costos indicados en el Cuadro 6 pueden variar dependiendo de las condiciones locales.

**Cuadro 6**  
**Costos netos comparativos de varios métodos de desinfectar el agua en recipientes en la vivienda\***

<b>Tipos de desinfectante</b>	<b>Costo anual por vivienda*</b>
Generación in-situ de hipoclorito	
- DIPCELL	US\$ 0,05
- CLORID	US\$ 0,06
Generación in-situ de oxidantes mezclados	US\$ 0,05
Solución comercial de hipoclorito de sodio	US\$ 0,30 - 0,50
Solución de hipoclorito de calcio preparada localmente	US\$ 0,25 - 0,40
Tabletas para desinfección del agua para uso individual o familiar	
- HALAZONE	US\$ 36 - 365
- POTABLE AGUA	US\$ 365 - 900
- CHLOR-FLOC	US\$ 900
- AQUATABS	US\$ 15 - 30

\*Basado en una familia de cinco personas que utiliza 50 litros de agua por día para beber, cocinar, preparar alimentos, lavar utensilios e higiene esencial, con una dosificación de cloro de 5 mg/litro.

El costo de recipientes plásticos de buena calidad (cinco años de vida) que cumplen con los criterios anotados anteriormente se estima en:

10 litros - US\$ 3,00 - 5,00

15 litros - US\$ 4,00 - 6,00

20 litros - US\$ 5,00 - 8,00

El costo anual por familia de cinco personas en una situación en que la familia utiliza dos recipientes de capacidad de 20 litros y que tiene un consumo de 50 litros por día se puede estimar entre US\$ 3,75 Y 2,50. El costo por persona puede estar entre US\$ 0,80 Y 0,50 por año. Los beneficios de salud pública que se pueden derivar de este tipo de intervención son comparativamente altos en relación con el costo relativamente bajo.

En conclusión la desinfección del agua es una operación económica y de fácil realización en todos los países si es que hay la voluntad para llevarla a cabo y dar a la población los beneficios de salud que ella conlleva.

---

## Referencias

1. Salazar Lindo, Eduardo et al. Evaluación del rol de la cloración del agua de bebida en la propagación y control de la epidemia de cólera en el Perú - 1991, 1991, enero 1993.
  2. Comunicación personal, Julio Monreal U., Jefe, Departamento de Programas sobre el Ambiente, Ministerio de Salud, Santiago, Chile, Feb. 1993.
  3. Comunicación personal, Dra. Catterina Ferreccio R., Médico Epidemióloga, GREDIS, Santiago, Chile, Feb. 1993.
  4. American Water Works Association, Inc. (1971). "Water Quality and Treatment, Third Edition, Handbook of Public Water Supplies". McGraw-Hill Book Company, New York.
  5. Organización Panamericana de la Salud. "The Situation of Drinking Water Supply and Sanitation in the American Region at the End of the Decade 1981-1990. and Prospects for the Future", Vol. 1, OPS, Washington, 1990
  6. Action Research on Acceptability of Safe Water System and Environmental Sanitation by the Rural Communities of West Bengal, Study sponsored by UNICEF, conducted by the Institute of Child Health, Calcutta, India, 1982.
  7. Deb, B.C, et. al., Studies on interventions to prevent *El Tor cholera* transmission in urban slums. Bulletin of the World Health Organization, 64 (1): 127-131 (1986).
  8. Estudio de Diagnóstico Situacional Preliminar y de Avance de Ejecución de las Actividades del Proyecto de Evaluación de la Efectividad de Tecnologías de Conservación de Agua en los Pueblos Jóvenes de Chimbote, Perú, SENAPA, Lima.
  9. Survival of *Vibrio cholerae* in Africa domestic water storage containers. South African Medical Journal 1989; 78; 365-387.
  10. D. Bersh, y M. Osorio, "Estudios de la Diarrea en Quindio (Colombia): Problemas relacionados con el tratamiento de aguas, Soc. Sci. Med. Vol. 21, págs. 31-39, 1985.
  11. Wagner, G. and Lanoix, "Water Supply for Rural Areas, WHO, Geneva, 1961.
- 

## Anexo. Enfermedades relacionadas a condiciones deficientes tanto de saneamiento como de abastecimiento de agua

### Amebiasis:

**Agente** Entamoeba histolytica (protozoario)

**Síntomas** Varían desde una disentería aguda o fulminante, con fiebre, escalofríos y diarrea sanguinolenta o mucosa (disentería amebiana), hasta un malestar abdominal leve con diarrea con sangre o moco que alterna con períodos de estreñimiento o remisión. La infección a largo plazo puede causar úlceras o abscesos que a menudo conducen a infecciones secundarias. La muerte por disentería amebiana es rara.

**Transmisión** Principalmente a través de agua contaminada con heces, hortalizas contaminadas o manipuladores de alimentos que son portadores y no siguen una higiene adecuada. Es de distribución mundial. Hay dos formas de vida que pueden transmitir la infección: el quiste y el trofozoito. El trofozoito es sensible a pH ácido y a agentes oxidantes. Los quistes son muy estables en el ambiente y son resistentes a la desinfección. Gatos, perros y otros mamíferos se han visto implicados como portadores a seres humanos. Las epidemias se producen más comúnmente por beber agua contaminada. Los casos asintomáticos pueden ser portadores durante años.

### Ascariasis:

**Agente** *Ascaris lumbricoides* (gusano redondo)

**Síntomas** Gusanos vivos son expulsados con las heces o a veces por la boca o por la nariz; la mayoría de los casos (85% approx.) son asintomáticos. Especialmente en niños, causa desnutrición, excitación e insomnio. Casos avanzados presentan obstrucción intestinal, carencia nutricional grave; si migran a los pulmones puede ocurrir tos y silbidos.

**Transmisión** Por ingestión de huevos infectantes procedentes del suelo contaminado con heces humanas o alimentos crudos con tierra contaminada; contagio entre niños por juguetes contaminados con tierra infectada y en áreas de defecación comunal. Es de ocurrencia a nivel mundial con incidencia más alta en áreas tropicales. Los huevos pueden vivir varios meses. Es prevalente especialmente en niños de 3 a 8 años en climas cálidos y húmedos. Los seres humanos son el único reservorio conocido, pero animales domésticos como perros, cerdos y pollos pueden servir como vectores por ingerir heces humanas que contienen huevos de áscaris. En varios países de América Latina abastecimientos de agua no tratados han sido implicados en la transmisión de los huevos.

### Balantidiasis:

**Agente** *Balantidium coli* (protozoario)

**Síntomas** Diarrea, náusea y vómito; las heces pueden contener sangre. Como en la amebiasis, puede causar disentería y tiene dos etapas infectivas (quiste y trofozoito). A menudo se confunde con la amebiasis.

**Transmisión** Por ingestión de quistes en alimentos o agua contaminados con heces. Especialmente prevalente donde el saneamiento es pobre. Las epidemias se producen más bien por abastecimientos de agua contaminados por heces porcinas.

### Cólera

**Agente** Vibrio cholerae (bacterias)

**Síntomas** Inicio agudo y repentino de diarrea de "heces de arroz" acuoso, con rápida deshidratación y vómitos ocasionales. Dos tipos de enfermedad Eltor y Clásico. El primero, que ha causado la epidemia de América del Sur a comienzos de 1991, es menos grave que el tipo Clásico. La tasa de mortalidad puede ser tan alta como un 60%, pero con un tratamiento inmediato mediante rehidratación puede reducirse la tasa de letalidad a <1%.

**Transmisión** Por ingestión de agua o alimentos contaminados por las heces o vomitos de individuos infectados; manejo de alimentos con métodos antihigiénicos; consumo de moluscos y crustáceos crudos. Fómites, como la ropa de cama, ropas y vendas del paciente también pueden transmitir la enfermedad. El organismo sobrevive más tiempo en agua salobres y alcalinas.

### Cryptosporidiosis:

**Agente** Cryptosporidium (protozoario)

**Síntomas** Diarrea profusa acuosa o mucoide que dura entre 3-14 días; vómitos; anorexia y dolor abdominal; tos y radiografías del tórax anormal pueden indicar infecciones pulmonares; a menudo pérdida de peso significativa. Puede causar síntomas graves en pacientes inmunocomprometidos.

**Transmisión** Por la ruta fecal - oral. Los quistes son altamente resistentes a los procesos corrientes de tratamiento de agua; el agente infeccioso ha sido identificado frecuentemente en fuentes de agua contaminadas por desechos de ganado. Los trabajadores de los mataderos y veterinarios se encuentran en mayor peligro.

### Dracontiasis:

**Agente** Dracunculus medinensis (nemátodo)

**Síntomas** Esta enfermedad no se encuentra en América Latina, pero es común en África y Asia. Una vesícula (a menudo con una duración de varios meses), aparece generalmente en la parte inferior de la pierna o del pie donde el gusano hembra expulsa larvas, acompañada por ardor y comezón; fiebre, diarrea y vómitos; malestar general. Esta enfermedad no es por lo general

fatal, pero puede resultar en una artritis crónica, tétanos o en una infección secundaria. Si el gusano muere antes de su remoción puede dar lugar a una gangrena y a la amputación.

**Transmisión** Se disemina exclusivamente mediante agua de bebida; las larvas expulsadas por una persona infectada son comidas por copépodos de agua dulce y este agente es luego ingerido por seres humanos al beber de abastecimientos de agua infectados. El copépodo prefiere el agua estancada; en consecuencia pozos abiertos, represas y lagunas pueden ser lugares principales para la propagación de la enfermedad.

### Escherichia coli:

**Agente** [bacteria] - enteroinvasora - (toxinas parecidas a la shigella) enterotoxígena - (síndrome similar a *Vibrio cholerae*; la diarrea de los viajeros)  
enteropatógena - (toxina parecidas a la shigella; conocidas por causar brotes infantiles en salas de recién nacidos)

**Síntomas** Los tipos pueden distinguirse serológicamente por pruebas clínicas. Los tipos invasores y patógenos causan fiebre, diarrea (a veces sanguinolenta). Tipo tóxico causa inicio agudo de diarrea acuosa, calambres y vómitos que dura generalmente de 1 a 3 días.

**Transmisión** Propagación por alimentos, agua y fómites contaminados. Los seres humanos son el reservorio principal. Todos los grupos de edad son susceptibles, y la inmunidad adquirida no es permanente.

### Giardiasis:

**Agente** Giardia lamblia (protozooario)

**Síntomas** Diarrea crónica, expulsión frecuente de heces laxas, pálidas y grasosas, así como fatiga. La enfermedad puede durar más de tres meses, pero no es fatal. Sin embargo, puede agravar la desnutrición y fatiga. Es más prevalente en los niños, incluyendo los centros de atención diurna (jardín de infantes).

**Transmisión** Fecal-oral por agua, alimentos y por el mecanismo mano a boca. Animales como los castores y ratas son portadores conocidos. Han ocurrido brotes a través de fuentes contaminadas de agua, y por manipulación de alimentos con manos contaminadas. Individuos infectados arrojan cantidades grandes de quistes a lo largo de toda la duración de su enfermedad.

**Agente** Virus de hepatitis A y E

Ictericia, fiebre leve a intensa, malestar general que dura a veces varios

meses. Los síntomas más graves se manifiestan en adultos que en niños.

Ruta fecal-oral, especialmente agua y alimentos contaminados en particular moluscos y crustáceos. Período de incubación de un mes aproximadamente, con desprendimiento más alto de virus dos semanas después de la exposición. Esta enfermedad es endémica en todo el mundo.

- Agente** *Leptospira interrogans* (Orden Spirochaetales)
- Síntomas** Fiebre, cefalalgia, escalofríos, malestar intenso; sufusión de las conjuntivas; a veces meningitis o ictericia y erupción. Síntomas clínicos pueden durar desde varios días a semanas. La muerte es rara, pero aumenta con individuos que tienen problemas renales o de ancianidad.
- Transmisión** Contacto de la piel o membranas mucosas con agua, tierra húmeda o vegetación contaminadas con la orina de animales infectados provenientes de granjas o silvestres; ingestión de alimentos contaminados con la orina de ratas infectadas. El período promedio de incubación es de 10 días.

### **Paratifoidea:**

- Agente** Salmonella paratyphi tipos A, B y C. (bacterias)
- Síntomas** Fiebre continua, cefalalgia, malestar general, a veces manchas rosáceas en el tronco. Rara vez fatal. Pueden ocurrir recaídas en 3.5% de los casos.
- Transmisión** Por alimentos o agua contaminados. Puede ser difundida por heces u orina de personas infectadas. Individuos asintomáticos a menudo diseminan la enfermedad (esp. manipuladores de alimentos). Período de incubación de 1 a 10 días para el trastorno gastrointestinal y hasta 3 semanas para la fiebre entérica.

### **Fiebre Tifoidea:**

- Agente** Salmonella typhi (bacterias)
- Síntomas** Los mismos de la Paratifoidea, sólo que más grave; la tasa de letalidad puede ser alta si no se administran antibióticos. Es más común el estreñimiento que la diarrea. Letalidad entre uno y 10%
- Transmisión** Ver paratifoidea; leche, moluscos y crustáceos también se han visto implicados. Los síntomas clínicos se desarrollan generalmente entre 14 a 21 días después de la exposición. La transmisión máxima ocurre en estación más caliente.

### **Poliomielitis:**



**Agente** Poliovirus tipos 1, 2 y 3. (enterovirus)  
**Síntomas** Dolor muscular y espasmo, fiebre, rigidez del cuello o espalda que pueden progresar a parálisis, náusea y vómitos. Casos no paralíticos se manifiestan como meningitis aséptica. Casos paralíticos comprenden menos del 1% de todos los casos contraídos. Existe vacuna eficaz.  
**Transmisión** Por contacto directo mediante relación estrecha; ruta fecal-oral. El riesgo con efluentes no tratados de aguas residuales ha sido vinculado con epidemias. Período de incubación para casos paralíticos es 7-14 días.

### **Rotavirus:**

**Agente** Rotavirus de familia Reoviridae  
**Síntomas** Especialmente prominente en lactantes y niños de corta edad, fiebre y vómitos seguidos de diarrea aguda, anorexia y deshidratación. Algunos casos pueden presentar hemorragia gastrointestinal, el síndrome de Reye es fatal, encefalitis y enfermedad respiratoria superior e inferior.  
**Transmisión** Ruta fecal-oral y posiblemente fecal-respiratoria. Período de incubación de approx. 48 horas. Ocurrencia máxima en meses más frescos en áreas templadas.

### **Shigelosis:**

**Agente** Shigella dysenteriae, flexneri, boydii y sonnei (bacterias)  
**Síntomas** Diarrea acompañada de fiebre, calambres, náusea y a veces tenesmo. Convulsiones en niños de corta edad; hay a menudo sangre, moco y pus en las heces. Ocurrencia a nivel mundial, con una tasa de letalidad tan alta como de 20%.  
**Transmisión** Directa a transmisión indirecta fecal-oral, con una dosis tan baja como de 10-100 bacterias que causan infección. Sobrevive bien a temperatura baja, humedad alta y aún pH bajo (como jugo cítrico). Agua, leche contaminación fecal y aguas residuales empleadas en el riego, así como las moscas pueden servir como vehículos de transmisión. Incubación de 1 a 7 días.

---

**Actualizado: 04/07/2005 10:14:36**

**Comentarios al [Webmaster](#)**

**[ [Homepage CEPIS](#) ]**