

## ANEXO 8

### DESINFECCIÓN DEL AGUA\*

Un gran número de personas está expuesto a riesgos de salud relacionados con el agua, debido a fallas en la desinfección o su ausencia total. Las consecuencias son evidentes: la alta tasa de enfermedades transmitidas por el agua en la zona de desastres, incluso con enfermedades graves como el cólera, como ocurrió en Perú en 1999 en una etapa posterior al FEN 98.

La desinfección del agua destinada al consumo humano puede definirse como un proceso de destrucción o inactivación de los agentes patógenos y otros microorganismos indeseables. La esterilización es el proceso de destrucción completa de toda materia viviente, incluso esporas, quistes y virus, mediante procedimientos médicos y de laboratorio.

El objetivo de la desinfección es asegurarse de que el consumidor reciba agua esencialmente salubre, mediante la destrucción de la mayoría de los agentes patógenos y evitar que en su distribución ocurra un crecimiento microbiológico.

Características deseables de un desinfectante de agua:

- ◆ debe destruir o inactivar en un tiempo dado, la mayoría de los agentes patógenos presentes en el agua;
- ◆ el análisis para determinar su presencia y cantidad debe ser exacto, sencillo y rápido de hacer en el terreno;

---

\* Reiff, Fred. Vicente Witt. Manual de desinfección. Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección de agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe. Serie técnica N° 10000, OPS/OMS, 1995

- ◆ la desinfección debe ser fiable para usar el agua con confianza;
- ◆ debe mantener un nivel de concentración residual importante en el proceso de distribución;
- ◆ no debe introducir sustancias tóxicas o, en cualquier caso, éstas deben mantenerse en cantidades mínimas;
- ◆ debe ser razonablemente seguro y conveniente para manejar y aplicar en situaciones extremas o de emergencia;
- ◆ el costo, así como el equipo que se use, deben ser adecuados y alcanzables.

La mayoría de los desinfectantes del agua se agrupan en las siguientes categorías:

- a. Oxidantes químicos: flúor, radical hidroxilo, oxígeno atómico, ozono, peróxido de hidrógeno, permanganato, bióxido de cloro, ácido hipocloroso, cloro, bromo, yodo.
- b. Radiación ultravioleta
- c. Iones metálicos
- d. Calor

El ácido hipocloroso puede penetrar por la pared de las células bacterianas destruyendo su integridad y permeabilidad y los grupos sulfhidrilos inactivan las enzimas esenciales para su proceso metabólico.

Cualquiera que sea el mecanismo del proceso, desde el punto de vista práctico, existen dos técnicas de cloración: cloración residual combinada, cuando el cloro residual está en forma de cloraminas o compuestos orgánicos; y cloración residual libre, cuando el cloro está en forma de ácido hipocloroso. El cloro residual libre es 100 veces más eficaz que los residuales.

La eficacia del cloro se puede resumir de la siguiente forma:

- a. bacterias: destruye Shigella, Salmonella y vibriones, hasta E. coli que es la más resistente.
- b. Virus: rotavirus, virus de la hepatitis, poliomielitis, coxsackie y ecovirus.
- c. Protozoos: Entamoeba histolytica que es 160 veces más resistente que E. coli; los quistes de Giardia lamblia pueden persistir, por lo que se hace imperativo filtrar el agua antes de clorarla. Igualmente, deben tenerse en cuenta para la eliminación de Cryptosporidium y de Balantidium.

Si bien el cloro asegura una adecuada desinfección del agua contra virus, bacterias y algunos protozoos, deben tenerse en cuenta otras técnicas que apoyen la desinfección.

### **Tratamientos recomendados para diferentes fuentes con el fin de producir agua con riesgo bajo**

TIPO DE FUENTE	TRATAMIENTO RECOMENDADO
<b>AGUA SUBTERRÁNEA</b>	
Pozos profundos protegidos, esencialmente libres de contaminación fecal	Desinfección
Pozos superficiales no protegidos, con probabilidad de contaminación fecal	Filtración y desinfección
<b>AGUAS SUPERFICIALES</b>	
Aguas embalsadas protegidas en tierras altas, esencialmente libres de contaminación fecal	Desinfección
Aguas embalsadas en ríos o tierras altas no protegidas, contaminación fecal	Filtración y desinfección
Ríos no protegidos en tierras bajas, contaminación fecal	Desinfección previa o almacenamiento, filtración y desinfección
Cuenca hidrográfica no protegida, contaminación fecal considerable	Desinfección previa o almacenamiento, filtración, tratamiento suplementario y desinfección
Cuenca hidrográfica no protegida; contaminación fecal manifiesta	No se recomienda su utilización para el abastecimiento de agua potable

Ya se ha mencionado que el cloro es el desinfectante más empleado en los suministros de agua pequeños en la zona del Caribe y América Latina, ya sea en forma de gas o de hipoclorito, que se obtiene como polvo, líquido, tabletas o gránulos.

La forma más económica de cloración es emplear gas cloro que cuesta la cuarta parte del hipoclorito; sin embargo, los equipos de instalación para un sistema inicial y los requisitos de instalación lo hacen más costoso que las instalaciones y los hipocloradores.

Para la desinfección del agua de uso doméstico, los hipocloritos de calcio y de sodio son más apropiados que el gas cloro licuado. También existen compuestos más complejos de cloro que se venden específicamente como desinfectantes de suministros de agua doméstica o individuales.

El hipoclorito de sodio es una solución que se puede obtener en concentraciones del 1% al 10%. A concentraciones mayores del 10% es inestable. Las soluciones comerciales de hipoclorito pueden ser apropiadas, pero si se producen específicamente para lavar ropa y limpieza doméstica general, suelen contener otras sustancias tóxicas, en cuyo caso no se deben usar para la desinfección del agua para consumo humano.

El hipoclorito de calcio se vende en forma de polvo o gránulos con concentraciones de 20%, 35%, 65% y 70% de cloro disponible y en tabletas en concentraciones de 65% y 70% de cloro disponible. Desde el punto de vista práctico, generalmente es mucho más fácil y más exacto administrar una solución de hipoclorito que una de polvo o de gránulos al desinfectar agua a nivel doméstico. Por tanto, es práctica común preparar una solución madre con una concentración de cloro disponible del 1% para este fin.

### Preparación de 1 litro de solución madre del 1% de hipoclorito con diversos compuestos de hipoclorito de calcio

Nombre del compuesto	Cloro disponible (%)	Gramos de compuesto de cloro por litro de agua
Cal clorada	20	50
Cal clorada	25	40
Hipoclorito de calcio	35	28,6
Hipoclorito de calcio HTH	65	15,4
Hipoclorito de calcio HTH	70	14,3

Una solución madre del 1% es más estable; por tanto, puede almacenarse por mucho tiempo.

Actualmente, se emplea la producción de hipoclorito de sodio por electrólisis a nivel local, por lo que su uso está incrementándose rápidamente.

La desinfección del agua en recipientes de uso doméstico se puede realizar usando esta solución madre de la siguiente manera:

## Desinfección de agua en recipientes domésticos de varias capacidades con diferentes concentraciones de soluciones de hipoclorito para suministrar dosis de 2 a 5 mg/litro

Dosis deseada: 2 mg de cloro por litro  
Para agua de poca turbiedad pero contaminada

Cloro libre disponible	Volumen del recipiente en litros			
	1	10	15	20
0,5 %	8 gotas	80 gotas (4 ml)	120 gotas (6 ml)	160 gotas (8 ml)
1 %	4 gotas	40 gotas (2 ml)	60 gotas (3 ml)	80 gotas (4 ml)
2 %	2 gotas	20 gotas (1 ml)	30 gotas (1,5 ml)	40 gotas (2 ml)
5 %	1 gota	8 gotas	12 gotas	16 gotas (0,8 ml)
10 %	1 gota	4 gotas	6 gotas	8 gotas

Dosis deseada: 5 mg de cloro por litro  
Para agua turbia muy contaminada

Cloro libre disponible	Volumen del recipiente en litros			
	1	10	15	20
0,5 %	20 gotas	200 gotas (10 ml)	300 gotas (15 ml)	400 gotas (20 ml)
1 %	10 gotas	100 gotas (5 ml)	150 gotas (7,5 ml)	200 gotas (10 ml)
2 %	5 gotas	50 gotas (2,5 ml)	75 gotas (3,75 ml)	100 gotas (5 ml)
5 %	2 gotas	20 gotas (1 ml)	30 gotas (1,5 ml)	40 gotas (2 ml)
10 %	1 gota	10 gotas (0,5 ml)	15 gotas (0,75 ml)	20 gotas (1 ml)

## Desinfectantes comerciales comunes para uso doméstico e individual

NOMBRE COMERCIAL Ingredientes químicos activos	ENVASE Y DOSIS RECOMENDABLE	COSTO / TABLETA EN US \$
Halazone (carboxibencenosulfurodicloroamida) tabletas de 4,0 mg tabletas de 160 mg	Botella de 100 tabletas  1 tab. por litro de agua 1 tab. por 40 litros de agua	  0,02 0,05
Potable agua o Globaline (hidroperiyoduro de tetraglicina) tabletas de 8 mg	Botella de 50 tabletas  1 tab. por litro de agua	  0,05 – 0,10
Aquatabs (dihidroisocianato de sodio) tabletas de 17 mg tabletas de 85 mg tabletas de 167 mg	Tira por 50 tabletas  1 tab. por 5 litros de agua 1 tab. por 25 litros de agua 1 tab. por 50 litros de agua	  0,0065 0,0158 0,005
Chlor-floc (dicloro-s-triacinetriona de sodio) tabletas de 600 mg (contienen agentes floculadores)	Paquete de 10 tabletas  1 tab. por litro de agua	  0,05 – 0,10