

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Seguridad del agua en situaciones de emergencia y desastres. Peligros microbiológicos y su evaluación**Water safety in emergence and disasters situations: Microbiological dangers and their assessment****María Isabel González González ^I; Sergio Chiroles Rubalcaba ^{II}**

^I Licenciada en Ciencias Biológicas. Doctora en Ciencias de la Salud. Investigadora Titular. Profesora Auxiliar. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Ciudad de La Habana, Cuba.

^{II} Licenciado en Microbiología. Máster en Microbiología. Investigador Agregado. Profesor Asistente. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Ciudad de La Habana, Cuba.

RESUMEN

Diferentes situaciones de emergencias y desastres pueden afectar la calidad del agua y causar posibles riesgos microbiológicos para la salud. Los desastres naturales tales como inundaciones, tornados, huracanes y otras emergencias pueden dañar el suministro de agua potable y sus reservorios. En países tropicales, y en especial en las islas del Caribe como Cuba, en los últimos años, los huracanes, las tormentas tropicales, las inundaciones y las sequías, han producido afectaciones considerables. Un importante factor que incrementa la morbilidad por enfermedades diarreicas agudas está relacionado con el agua insegura principalmente en estos eventos. El objetivo de este trabajo es destacar algunos elementos necesarios a considerar en la evaluación de la calidad microbiológica del agua, los indicadores de contaminación fecal recomendados y factibles de ejecutar, así como los métodos de detección rápida y equipos portátiles de terreno para brindar una respuesta rápida de la calidad microbiológica del agua en situaciones de emergencia y desastres, especialmente en Cuba.

Palabras clave: calidad microbiológica agua, desastres, emergencias, métodos.

ABSTRACT

Different emergence and disasters situations may to affect the water quality and to cause potential microbiological risks for health. Natural disasters such floods, tornados, hurricanes and other emergences may to damage the drinking water and

its reservoirs. In tropical countries and specially in the Caribbean islands like Cuba, in past years, hurricanes, tropical storms, floods and droughts have produced significant affectations. An important factor increasing the morbidity from acute diarrheic diseases is related to the water lacking mainly in these events. The aim of present paper is to emphasize some elements to be considered in assessment of water microbiological quality, indicators of fecal contamination recommended and of feasible execution, as well as the fast detection methods and the field portable equipments to offer a fast response of water microbiological quality in emergence and disasters situations, especially in Cuba.

Key words: Water microbiological quality, disasters, emergencies, methods.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los desastres poseen un vínculo de importancia con el desarrollo de la humanidad, esto se observa a lo largo de la historia en los eventos sociales, económicos, culturales y de salud, donde resulta necesario controlar los efectos causados por ellos mediante programas y acciones que van desde la etapa de prevención hasta la de recuperación del desastre. Además, estos presentan un marcado impacto en la salud que incide en el desarrollo de los países afectados y sus poblaciones.

Durante los años 1990-2000, las diversas catástrofes acaecidas causaron cada año una media de 75 000 muertes, afectaron a una media anual de 256 millones de personas y causaron pérdidas económicas por un valor de 650 millones de euros.¹ En esta década, el 90 % de los desastres naturales que ocurrieron estuvieron relacionados con el agua, y son las inundaciones y la sequía, los desastres asociados con el agua dulce que resultan más mortales afectando el desarrollo socioeconómico en los países en vías de desarrollo. Se plantea que cuando dichos riesgos no se gestionan con el objetivo de reducir la vulnerabilidad humana, se convierten en catástrofes.^{1,2}

Los desastres ocurridos en el año 2005, denominado el año de desastres naturales, causaron la muerte de 350 000 personas y pérdidas económicas por unos 200 000 millones de dólares. Al incluir el tsunami ocurrido el 26 de diciembre del 2004 que afectó al sudeste asiático y el terremoto del 8 de octubre del 2005, este año ha sido el de mayor tormentas tropicales, con un total de 26 (el máximo registrado fue de 21 en 1933) y 14 huracanes (el máximo registrado fue de 12 en 1969), 7 de los cuales llegaron a alcanzar la categoría 3 o más en la escala de Zafiro-Simpson.^{3,4}

Entre 1994-2003 en América Latina y El Caribe, los desastres naturales dañaron 2 100 sistemas urbanos de agua, afectaron 4 500 acueductos rurales, destruyeron 28 000 pozos y 173 000 letrinas y causaron pérdidas en 650 millones de dólares en el sector de agua y saneamiento. En el IV Foro Mundial del Agua, el manejo de riesgos fue uno de los temas donde se definieron las prioridades y estrategias para contribuir al logro de los objetivos de desarrollo del milenio (ODM), donde el sector agua constituyó un punto clave. Además, se planteó la necesidad urgente de que las entidades que laboren en este sector, se incorporen de manera activa a los

programas nacionales y locales de gestión de riesgo, así como definir las acciones para la preparación, prevención y mitigación de los efectos de los desastres.⁵

Las emergencias y desastres pueden ocurrir en cualquier lugar del mundo. Estas afectan la salud humana, las vidas de las personas y la infraestructura que los protege. Los problemas de salud ambiental derivados de las emergencias y desastres están relacionados con sus efectos en el ambiente físico, biológico y social, que representan una amenaza para la salud humana, el bienestar y la supervivencia, incluidos los refugios, el agua, el saneamiento, las enfermedades causadas por vectores, la contaminación, entre otros.

Los esfuerzos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) no solo se centran en atender eficazmente las emergencias derivadas de los desastres, sino también en reducir la vulnerabilidad de las comunidades a los peligros y fortalecer sus capacidades para resistir los trastornos y recuperarse rápidamente.

La contaminación del agua es muy frecuente cuando ocurre un desastre y es de vital importancia la evaluación de la calidad microbiológica del agua, debido a que las enfermedades de transmisión hídrica presentan un índice alto de morbilidad en las poblaciones afectadas.

En los países de la región del Caribe se han incrementado las situaciones de sequía y han sido afectados intensamente por ciclones en los últimos años, por lo que es de notable importancia que el personal que labore en áreas relacionadas con el agua y saneamiento, estén preparados para la evaluación de la calidad del agua antes, durante y después de que la emergencia ocurra.

Cuba está afectada por diversas amenazas de desastres, como por ejemplo tormentas tropicales, huracanes, inundaciones, intensas lluvias y sequías. Además, existen otros riesgos tales como brotes de enfermedades y plagas en la agricultura, sin embargo, las amenazas de origen meteorológico son las de mayor importancia hasta el momento en el país.⁶

Este año, los huracanes *Faye*, *Gustav*, *Hanna* e *Ike*, causaron grandes daños en la región del Caribe. En Cuba, se reportaron grandes afectaciones fundamentalmente por los fuertes vientos y las lluvias severas que derivaron las inundaciones en provincias como Pinar del Río, Holguín, Las Tunas, Camagüey y el municipio especial de la Isla de la Juventud.⁷

El objetivo de este trabajo es destacar la importancia de algunos elementos a considerar en la evaluación de la calidad microbiológica (indicadores de contaminación fecal, métodos rápidos, equipos portátiles en el terreno, entre otros), para brindar una respuesta rápida de la calidad microbiológica del agua en situaciones de emergencia y desastres, especialmente en nuestro país.

¿Cuál es la definición de un desastre y una emergencia?

Según la OMS, un *desastre* se define como situaciones imprevistas que representan serias e inmediatas amenazas para la salud pública o cualquier situación de salud pública que pone en peligro la vida o salud de una cantidad significativa de personas y exige la acción inmediata.⁸

Un comité de expertos de la Organización de Naciones Unidas (ONU), define de forma empírica los desastres como interrupciones (rupturas) del sistema ecológico humano que exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada para abordar los efectos y funcionar con normalidad.⁹

Una *emergencia* es una situación o estado caracterizado por una reducción marcada y clara en las capacidades de la gente para sufrir las condiciones de vida normales, con resultado de daño o riesgo para la salud, vida y sustento.

Los desastres conducen generalmente a situaciones de emergencia y son a menudo descritas en términos de salud pública con la tasa de mortalidad neta.

Hoy en día se conoce que la mayoría de los desastres se pueden prever y prevenir y que su impacto sobre la salud pública no siempre es inmediato, sino que los efectos a medio y largo plazo son, muchas veces, mayores que los producidos durante la fase aguda; esto sucede especialmente en las conocidas como emergencias complejas, por ejemplo las producidas por guerras, en las que cualquier respuesta de emergencia se lleva a cabo en un difícil medio político y de seguridad.¹⁰

Clasificación de desastres^{10,11}

Los desastres se pueden clasificar como:

I. Desastres naturales: son aquellos debidos a un fenómeno de la naturaleza. Ellos se subdividen en 2 categorías:

1. De impacto súbito o de inicio inmediato (riesgos climáticos y geológicos como terremotos, tsunamis, tornados, tormentas tropicales, inundaciones, huracanes, ciclones, tifones, avalanchas, erupciones volcánicas, derrumbes, incendios forestales). Dentro de esta división se incluyen las epidemias de enfermedades de transmisión por vía hídrica, de alimentos o por vectores, así como de persona a persona.

2. De inicio lento o crónico (sequía, degradación ambiental, exposición crónica a sustancias tóxicas, plagas, deforestación, desertificación).

II. Desastres generados por el hombre: son aquellos causados por la acción del hombre y de su desarrollo. Se clasifican en:

1. Industrial/tecnológico (fallas en los sistemas/accidentes, sustancias químicas/radiación, contaminación, derrames, explosión, incendios, terrorismo).

2. Transporte (vehicular).

3. Deforestación.

4. Escasez de materiales.

5. Emergencias complejas (guerras y contiendas civiles, agresión armada, insurgencia y otras acciones que llevan como resultado el desplazamiento de personas y refugiados).

En Cuba, los desastres naturales que más afectan son los ciclones y huracanes, las inundaciones y las sequías. Ellos poseen las características generales que se describen a continuación.¹²

Ciclones y huracanes: son grandes depresiones tropicales caracterizadas por fuertes tormentas y vientos centrípetos con velocidades que exceden 32 m/seg (115 km/h) y que pueden alcanzar hasta 300 Km/h. Se generan en aguas cálidas a

bajas latitudes y son muy peligrosos debido a su potencial destructivo, su zona de influencia, origen espontáneo y movimiento errático.

Según la velocidad de los vientos se clasifican en:

1. Depresión tropical (vientos de 62 Km/h).
2. Tormenta tropical (vientos máximos constantes que se encuentran entre 62 y 118 Km/h).
3. Huracán (vientos mayores de 118 Km/h).

Los vientos muy intensos y las precipitaciones fuertes (antes y después del ciclón) son las principales causas de las destrucciones en la población.

Inundaciones: son fenómenos naturales que provocan el mayor número de víctimas cuyas causas son lluvias intensas, desbordamiento de ríos y embalses, fusión de las nieves, rotura de presas y actividades humanas.

Sequías: son períodos secos prolongados en ciclos climáticos naturales que determinan la alteración del balance hídrico de una zona o localidad provocan insuficiencia en los recursos hídricos para satisfacer el requerimiento de consumo humano, animal y vegetal, principalmente para el riego, generación de energía eléctrica, y fundamentalmente para agua potable.

Por lo general, los desastres causan deterioro en los sistemas de agua potable y alcantarillado, como por ejemplo, roturas en el sistema de distribución de agua, contaminación de las fuentes de abasto, variaciones en la cantidad y calidad del recurso, etc., de ahí que el agua deba ser considerada un elemento básico en las actividades programadas por el comité de emergencia con un adecuado análisis de vulnerabilidad para estimar el posible grado de afectación en estos sistemas frente a un desastre determinado.

ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA EN DESASTRES

Cuando ocurre un desastre, se afecta la salud y el ambiente, lo que incide considerablemente en aspectos fundamentales para la supervivencia de la población como es el agua potable, el manejo adecuado de las excretas humanas y el alojamiento, con el consecuente incremento de la tasa de enfermedades transmisibles,^{13,14} algunas de ellas ejemplificadas en la [tabla 1](#).

Algunos reportes recientes¹⁵ demuestran que el riesgo de enfermedades infecciosas después de un desastre natural relacionado con el clima o las inundaciones, es a menudo específico del evento y depende de un número de factores, incluyendo la endemicidad de patógenos específicos en la región afectada antes del desastre, el tipo de desastre y su impacto sobre el agua y el sistema de saneamiento, las personas desplazadas, la funcionalidad de la infraestructura de la salud pública, la disponibilidad de los servicios de salud, la rapidez, la extensión y sostenibilidad de la respuesta después del desastre. Estos eventos climáticos e inundaciones pueden estar asociados con un incremento de riesgo de infecciones de tejidos blandos, infecciones respiratorias, diarreas y enfermedades transmitidas por vectores y animales hospederos en un sistema complejo.

Es de destacar también, un notable estudio epidemiológico, de cohorte prospectivo y longitudinal realizado en Estados Unidos, en una comunidad a lo largo del río

Mississippi después de las severas inundaciones en el 2001, donde se demostró un incremento marcado de las enfermedades gastrointestinales en dicha población, la cual fue muy afectada por las inundaciones.¹⁶

Todo ello resulta de importancia para considerar que el agua es un aspecto clave en todas las fases de los desastres, sobre todo en los que ocurren en nuestro país, tales como los ciclones e inundaciones y su posible asociación con la aparición de enfermedades de transmisión hídrica en la etapa posdesastre.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Dos aspectos sumamente importantes se plantean en la evaluación de los riesgos: los métodos y evaluaciones científicas empleadas y los asuntos sociales y políticos. Dentro de los métodos y las evaluaciones científicas que se consideran se necesitan los métodos de determinación de la calidad del agua, sobre todo con relación al agua de consumo humano, la cual muchas veces deteriora su calidad cuando ocurre un desastre o emergencia.²

El mayor riesgo a la salud asociado con la calidad del agua en los desastres emergencias es la transmisión de microorganismos de origen fecal debido al deterioro del saneamiento básico, higiene deficiente y mala protección de la fuente de agua de abasto, y son la hepatitis, fiebre tifoidea, cólera, disentería bacilar y amibiana, las enfermedades más frecuentes que se observan.¹⁴

El acceso a agua segura y en suficiente cantidad es de importancia vital para la protección de la salud, por lo que se hace necesaria la adición de compuestos químicos para el tratamiento del agua lo más rápido posible, con el fin de reducir o eliminar los microorganismos patógenos.¹⁷

Según la última edición de las Guías de la OMS para agua de bebida,¹⁸ la seguridad del agua de consumo es uno de los problemas más importantes en las mayoría de las situaciones de emergencia y desastres, para evitar el riesgo a la salud causado fundamentalmente por la transmisión de agentes patógenos de origen fecal debido a condiciones inadecuadas de saneamiento, higiene y protección de las fuentes de agua. Las inundaciones pueden contaminar los pozos y fuentes de agua superficiales con materia de origen fecal arrastrada por la escorrentía o el suelo o por el desbordamiento de letrinas y alcantarillas. En época de sequía, cuando se agotan las fuentes de abastecimiento, la población se ve obligada muchas veces a consumir agua de sistemas no protegidos, además, al recurrir a dichas fuentes, más personas y animales, se incrementa el riesgo de contaminación de estas.

Los parámetros que con mayor frecuencia se miden para la inocuidad microbiana son los siguientes: coliformes termotolerantes o *Escherichia coli* (ausencia), cloro residual, pH y turbidez. Estas 3 últimas determinaciones fisicoquímicas son claves porque están directamente relacionadas con la desinfección, el mantenimiento del cloro libre residual en el agua y por lo tanto, la posible transmisión de agentes patógenos,^{17,18} como se muestra en la [tabla 2](#).

Métodos de ensayo recomendados

El método de ensayo más recomendado para la evaluación de la calidad microbiológica del agua es la determinación de indicadores bacterianos tales como coliformes totales y fecales (actualmente llamados termotolerantes) y su representante (*Escherichia coli*), que son excretados por animales de sangre caliente y su presencia indica una asociación con una contaminación fecal. También

se ha utilizado el grupo de enterococos/estreptococos fecales como otro indicador de contaminación fecal, pero no tan frecuentemente como los coliformes.

El monitoreo con las pruebas de campo emplean principalmente los métodos de ensayo con filtración por membrana y los de presencia y ausencia. El método de tubos múltiples por fermentación también es utilizado, pero el resultado es más demorado.¹⁹ En la [tabla 3](#) se observa una comparación de los 2 métodos utilizados para el monitoreo de indicadores bacterianos en aguas.

Actualmente, en estas situaciones de emergencia y desastres para evaluar la calidad microbiológica del agua se pueden utilizar algunos métodos rápidos y confiables como la determinación de indicadores bacterianos de contaminación fecal con medios de cultivo cromogénicos y fluorogénicos, que algunos de ellos, pueden analizar muestras de agua en el terreno. Estas técnicas se basan en la utilización de sustratos cromogénicos y fluorogénicos que detectan actividades enzimáticas específicas de los microorganismos, lo que conduce a una mayor sensibilidad y más rápida detección, ya que pueden aplicarse a los medios de cultivo de aislamiento primario sin tener que efectuar necesariamente la etapa de identificación ([tabla 4](#)).

Existen también métodos moleculares que han sido desarrollados por algunos laboratorios que incrementan la rapidez del análisis. Estos son métodos inmunológicos, métodos basados en ácidos nucleicos como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y técnicas de hibridación *in situ*,²⁰ pero estos son más costosos y no son muy utilizados en el monitoreo de muestras de aguas en el terreno.

De gran utilidad son los equipos portátiles para determinaciones fisicoquímicas fundamentalmente y algunas microbiológicas, muy útiles en el terreno, algunos de los cuales se relacionan en la [tabla 5](#).

Valores guías de la calidad bacteriológica del agua en situaciones de emergencia

Es muy difícil obtener el valor guía recomendado para la evaluación de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastres (0 *Escherichia coli* por 100 mL de agua), pero debe ser el objetivo a alcanzar si el tratamiento de desinfección se ejecuta.

Cómo alcanzar este valor guía resulta muy difícil en algunas situaciones de emergencia. Algunos investigadores^{21,22} han clasificado la calidad del agua acorde al grado de afectación a la salud. Por ejemplo:

- 0 *Escherichia coli*/100mL, valor aceptable.
- De 1-10 *Escherichia coli*/100mL, valor tolerable.
- De 10-100 *Escherichia coli*/100mL, requiere tratamiento.
- Más de 100 *Escherichia coli*/100mL, inadecuado para el consumo sin tratamiento apropiado.

Debe tenerse en cuenta, que un índice solo de bacterias coliformes no garantiza la calidad microbiológica del agua. Algunos microorganismos patógenos tales como virus y protozoos, podrían ser más resistentes al tratamiento (tales como el cloro) más que las bacterias del agua. Generalmente, si la vigilancia sanitaria incluye la

detección de contaminación fecal, aún cuando existan muy bajos niveles de contaminación medida por los análisis bacteriológicos, esto podría considerarse un riesgo, principalmente en brotes de enfermedades similares al cólera, debido a que este patógeno bacteriano es autóctono y una de sus vías de transmisión es el agua.

Si se considera que las tendencias de agua para el futuro no son muy optimistas, y que los problemas en el ambiente, la sociedad y la economía van en aumento, la situación se agudiza, de ahí que sea necesaria una acción urgente para el logro de los objetivos de desarrollo del milenio (ODM).

Se plantea que si no se cambian nuestros hábitos, el cambio climático tendrá impactos y costos medioambientales, sociales y económicos mayores²³ como por ejemplo:

- Seguridad alimentaria (a mayor temperatura global, reducción general de las cosechas, especialmente en regiones tropicales).
- Eventos extremos (mayores sequías e inundaciones, especialmente en ciudades costeras).
- Salud (hallazgos de enfermedades tropicales en latitudes más altas).
- Ecosistemas (pérdida de biodiversidad de especies más vulnerables).

En general, es necesario perfeccionar e incorporar estos elementos en los programas de emergencia para el recurso agua y el saneamiento básico frente a situaciones de desastres, especialmente los que afectan a Cuba, y estar preparados con los recursos básicos para la evaluación de la calidad del agua, con énfasis en los aspectos microbiológicos que puedan estar asociados con enfermedades de transmisión hídrica que puedan afectar a la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. Informe Mundial de Desastres 2000. New York: Oxford University Press; 2000.
2. UNESCO. El agua, una responsabilidad compartida. Segundo Informe del las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. UN-Water/WWAP/2006/3. 2006. Disponible en URL: http://www.unesco.org/water/wwap/index_es.html.
3. Braine T. ¿Fue el 2005 el año de los desastres naturales? Bol WHO 2006;84:1-8.
4. Clarín.com. Informe de la ONU y OMM. Hubo 350 mil muertos por los desastres naturales de los últimos 12 meses. 2005. Disponible en URL en: http://www.clarin.com/diario/2005/12/15/um/m_01108194.htm.
5. Organización Panamericana de la Salud. El sector agua reconoce el manejo de riesgos como un punto clave. 2006. Disponible en URL: <http://disaster-info.net/newsletter/103/esp/watersector.htm>.
6. Alfonso C. Para enfrentar los desastres y repercusión. [Consultado octubre 2008]. Disponible en URL: <http://www.sld.cu/sitios/desastres/temas.php?idv=998>.

7. Pan American Health Organization. 2008 Hurricane season at the season's mid-point, storms are rolling quickly through the Caribbean. 2008. [Consultado octubre 2008] Disponible en URL: <http://www.paho.org/english/dd/ped/hurricanes2008.htm#Cuba>
8. World Health Organization, European Regional Office. Emergency preparedness & response program. EURO/EPR/90 Copenhagen: WHO, European Regional Office; 1990.
9. Organización de Naciones Unidas. International Decade for Natural Disasters Reduction. 44th Session of the General Assembly. Resolution 44/236. New York:ONU; 1989.
10. Tecnociencia. Especial desastre. Enero 2006. Disponible en URL: <http://www.tecnociencia.es/especiales/desastres>
11. Noji EK. Naturaleza de los desastres: sus características generales y sus efectos en la salud pública. En: Noji EK, ed. Impacto de los desastres en la salud pública. Bogotá: OPS; 2000. pp.3-20.
12. Organización Panamericana de la Salud. Planificación para atender situaciones de emergencia en sistemas de agua potable y alcantarillado. Washington, DC.: OPS; 1993 (Cuaderno técnico No.37).
13. Lillibridge SR. Manejo de los aspectos de salud ambiental en los desastres: agua, excretas humanas y albergues. En: Noji EK, ed. Impacto de los desastres en la salud pública. Bogotá: OPS; 2000. pp. 65-78.
14. World Health Organization. Environmental health and emergency. Emergencies and disasters: A practical guide. B Wisner& J Adams, eds. Ginebra: WHO; 2002.
15. Ivers LC, Ryan ET. Infectious diseases of severe weather-related and flood-related natural disasters. Curr Opin Infect Dis 2006;19:408-14.
16. Wade TJ, Sandhu SK, Levy D, Lee S, LeChevallier MW. Did a severe flood in the Midwest cause an increase in the incidence of gastrointestinal symptoms? Am J Epidemiol 2004;159:398-405.
17. Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Guía para la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre. Serie Manuales y Guías sobre Desastres No.10. Ecuador: OPS, CEPIS; 2007.
18. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. 3 ed. Ginebra: WHO; 2004.
19. World Health Organization. Water quality monitoring. A practical guide to design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. UNEP, WHO;1996.
20. Rompré A, Servais P, Baudart J, de-Roubin MR, Laurent P. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: Current methods and emerging approaches. J Microbiol Meth 2002;49:31-54.

21. Delmas G, Courvallet M. Public health engineering in emergency situation. Paris: Médecins Sans Frontières; 1994.

22. Lloyd B, Helmer R. Surveillance of drinking water quality in rural areas. London: Longman, ed.; 1991.

23. UNESCO. Agua para el futuro: ¿cuáles son las tendencias? 2006. Disponible en URL: <http://www.wateryear2003.org/es/ev.php>

Recibido: 20 de enero del 2010.

Aprobado: 10 de febrero del 2010.

Lic. *María Isabel González González*. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Laboratorio de Microbiología de Aguas. Vicedirección Salud Ambiental. Infanta 1158 entre Clavel y Llinás, Centro Habana, CP 10 300. Ciudad de La Habana, Cuba. Tel. (53-7) 870-5531-34 Ext. 143, Fax. (53-7) 873-6320. e-mail : isa@inhem.sld.cu ; mariaisa@infomed.sld.cu

Tabla 1. Principales enfermedades relacionadas con el agua ocurridas en desastres

Enfermedad	Síntomas	Factores de riesgo ambientales
Diarrea	Evacuaciones líquidas al menos 3 veces al día, mucosas o sanguinolentas, puede presentarse fiebre, náuseas y vómitos	Agua potable o alimentos contaminados, saneamiento deficiente
Shigellosis (disentería bacilar)	Diarrea sanguinolenta	Agua potable o alimentos contaminados, saneamiento e higiene deficientes
Cólera	Fiebre, diarrea líquida severa, (evacuaciones tipo agua de arroz, espasmos abdominales, vómito, pérdida de líquido y deshidratación	Agua potable o alimentos contaminados, saneamiento e higiene deficientes
Fiebre tifoidea	Comienza similar a la malaria, algunas veces con diarrea, fiebre prolongada, delirio ocasional	Agua potable o alimentos contaminados, saneamiento e higiene deficientes
Hepatitis viral tipo A	Náusea, fiebre moderada, heces pálidas, orina oscura, piel y ojos amarillentos después de algunos días	Higiene deficiente
Malaria	Dolores musculares y en articulaciones, fiebre alta con escalofríos, dolor de cabeza, posibles diarreas y vómitos	Mosquito <i>Anopheles</i> en aguas estancadas
Dengue y dengue hemorrágico	Fiebre alta, dolores musculares y en articulaciones, rash en la piel	Mosquito <i>Aedes</i> en depósitos o recipientes de agua natural o artificial

Fuente: *World Health Organization. Environmental health and emergency emergencies and disasters: A practical guide. Wisner B & Adams J, eds. Ginebra: WHO; 2002.*

Tabla 2. Valores o concentraciones de los parámetros fisicoquímicos recomendados para evaluar la calidad del agua de consumo ^{17,18}

Parámetros fisicoquímicos		
Determinación		Concentración o valor
Cloro residual		0,5-1,0 ppm*
Turbiedad	Aguas subterráneas	10 UNT
	Aguas superficiales	5 UNT
Iones hidronio (pH)		6,5-8,5

* 1 ppm (parte por millón) equivale a 1 mg/L.

Tabla 3. Comparación de métodos de ensayo para el monitoreo de indicadores bacterianos

Técnica de tubos múltiples	Técnica de filtración por membrana
Más lenta, requiere 48 horas para observar la positividad	Más rápida, resultados cuantitativos o presuntivos alrededor de 8 horas
Más laborioso	Menos laborioso
Requiere más medio de cultivo	Requiere menos medio de cultivo
Requiere más cristalería	Requiere menos cristalería
Más sensible	Menos sensible
Los resultados son obtenidos indirectamente por aproximación estadística (baja precisión)	Los resultados son obtenidos directamente por conteo de colonias (alta precisión)
No se puede adaptar a trabajo de campo	Capaz de ser adaptado en el campo
Aplicable a todo tipo de agua	No es aplicable a aguas turbias
Los recursos están disponibles en la mayoría de los países	El costo de los recursos es alto en algunos países
Podría ser mejor el recobrado de microorganismos dañados o estresados en algunas circunstancias	

Fuente: World Health Organization. 1996. *Water quality monitoring. A practical guide to design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes*. UNEP, WHO; 1996.

Tabla 4. Algunos medios de cultivo cromogénicos y fluorogénicos utilizados para el análisis microbiológico de muestras de agua

Medio de cultivo (compañía)	Coliformes totales/ <i>Escherichia coli</i>	Streptococos fecales/ enterococos
Caldo Colilert (IDEXX)	X	
Caldo Enterolert (IDEXX)		X
Caldo READYCULT coliformes (Merck)	X	
Caldo READYCULT enterococos (Merck)		X
Caldo LMX según Manafi y Ossmer (Merck)	X	
Caldo Fluorocult Lauril Sulfato (Merck)	X	
Agar Chromocult coliformes (Merck)	X	
Agar Chromocult coliformes ES (Merck)	X	
Agar cromogénico para coliformes (Biolife)	X	
Agar base EE-EC cromogénico (Biolife)	X	
Agar Chromocult enterococos (Merck)		X
Agar ECOA (Biolife)		X

Tabla 5. Algunos equipos portátiles de campo para muestras de agua

Compañía	País	Determinaciones
BDH Lab Supplies	Inglaterra	Físico-químicas (aluminio, amonio, calcio, hierro, manganeso, nitrito, nitrato, pH, etc.)
ELE Intemacional LTD	Inglaterra	Físico-químicas (aluminio, amonio, calcio, hierro, fosfato, manganeso, nitrito, nitrato, pH, conductividad, turbiedad, oxígeno disuelto, etc.) Microbiológicas (coliformes totales y fecales)
Potopak Limited	Inglaterra	Físico-químicas (aluminio, amonio, calcio, hierro, fosfato, manganeso, nitrito, nitrato, pH, conductividad, turbiedad, oxígeno disuelto, etc.) Microbiológicas (coliformes totales y fecales)
Hach Company	Inglaterra	Físico-químicas (aluminio, amonio, calcio, hierro, fosfato, manganeso, nitrito, nitrato, pH, conductividad, turbiedad, oxígeno disuelto, etc.)
Millipore Intertech	Francia, Estados Unidos	Microbiológicas (coliformes totales y fecales)
DELAguá	Inglaterra	Microbiológicas (coliformes totales y fecales)

Fuente: *World Health Organization. Water quality monitoring. A practical guide to design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes. UNEP, WHO; 1996.*