

REUNIÓN REGIONAL SOBRE CALIDAD DEL AGUA POTABLE

14-17 de mayo de 1996

GUÍAS DE LA OMS PARA LA CALIDAD DE AGUA DE BEBIDA ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS

Documento presentado por

Blga. Carmen Vargas G.
Asesora en Microbiología, CEPIS



Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
División de Salud y Ambiente
Organización Panamericana de la Salud
Oficina Sanitaria Panamericana • Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud

Lima - Perú

Mayo, 1996

GUÍAS DE LA OMS PARA LA CALIDAD DE AGUA DE BEBIDA ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS

RESUMEN

La calidad del agua tiene una fuerte repercusión en la salud pública debido a que existe una serie de enfermedades transmisibles a través de este medio. Entre los agentes patógenos que pueden estar presentes en el agua están los virus, las bacterias, los protozoos y los helmintos, que difieren ampliamente en tamaño, estructura y constitución. Esto implica que su 'supervivencia' en el ambiente y resistencia frente a los procesos de tratamiento difiere significativamente. Sin embargo, la transmisión de enfermedades por el agua puede controlarse de modo eficaz por métodos prácticos y económicos. El control debe basarse en la protección de la fuente de agua, selección de los métodos apropiados de tratamiento, aplicación de métodos de tratamiento, control de las redes de distribución y una adecuada vigilancia de calidad del agua. Los programas de vigilancia microbiológica y el control de la eficiencia del tratamiento se hacen en base a la detección de indicadores biológicos con pruebas relativamente sencillas y de bajo costo, que deben estar disponibles para la medición continua de la calidad del agua. La mayoría de los resultados son obtenidos del análisis de organismos indicadores seleccionados, el programa de control de calidad del agua debe considerar una adecuada frecuencia de muestreo. Por ejemplo, las rutinas de los programas de vigilancia de agua de bebida pueden basarse en las pruebas de estreptococos fecales, microorganismos coliformes termotolerantes o *Escherichia coli*. En ciertas circunstancias, pueden incluirse pruebas para el recuento de bacterias en placa heterotróficas y colifagos. Estas pruebas son sencillas, de bajo costo y se realizan en un tiempo relativamente corto. Pruebas más complejas y costosas se usan para detectar virus humanos y parásitos protozoarios. Su detección sólo se hace con fines específicos, incluyendo investigación y evaluación de la eficiencia de los procesos de tratamiento.

1. INTRODUCCION

La calidad del agua es importante porque tiene relación directa con la transmisión de enfermedades. Los países en desarrollo y las comunidades rurales son particularmente vulnerables. En los países desarrollados la mortalidad debida a las enfermedades transmitidas por el agua es baja, pero su repercusión socioeconómica es impactante (Avendano *et al*, 1993; Payment, 1993).

Las enfermedades transmitidas por el agua son causadas por agentes patógenos entéricos que pertenecen al grupo de microorganismos que siguen la ruta fecal-oral. En otras palabras las heces que excretan individuos infectados son ingeridas por otros en el agua o alimentos contaminados con heces. Algunos de los agentes patógenos pueden ser de origen animal. Algunos también pueden ser transmitidos por contacto personal, inhalación de aerosoles contaminados. El agua también puede desempeñar una función de transporte de agentes patógenos no fecales. Estos incluyen agentes patógenos oportunistas que son miembros de la flora normal del cuerpo humano. Algunos de estos agentes patógenos son habitantes naturales de ciertos ambientes acuáticos. La mayoría de los agentes patógenos transmitidos por el agua

se distribuyen en todo el mundo, pero los brotes de algunos, por ejemplo el cólera y la hepatitis B tienden a ser regionales. La dracunculiasis está geográficamente limitada a las zonas rurales en la India, el Pakistán y dieciséis países en Africa al sur del Sahara.

1.1 Agentes patógenos transmitido por la ruta fecal-oral

Bacterias: *Salmonella* spp, *Shigella* spp, *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp, *Vibrio cholerae* y *Yersinia enterocolitica*.

Virus: La hepatitis A y B, los enterovirus, el adenovirus, los reovirus el virus de Norwalk, y Rotavirus.

Protozoos: *Entamoeba histolytica*, *Giardia intestinalis*, *Cryptosporidium parvum*.

1.2 Helmintos

Las infecciones contraídas mediante la exposición o ingestión de los parásitos humanos o los liberados por caracoles de tierra en sus etapas larvarias infecciosas:

Esquistosomas spp (esquistosomiasis, bilharziasis) y *Dracunculus medinensis* (gusano de Guinea dracunculiasis), este último no se excreta fecalmente pero se transmite por el agua y tiene importancia en la salud pública de algunos países.

1.3 Agentes patógenos oportunistas

Las infecciones de la piel y las mucosas del ojo, el oído, la nariz y la garganta:

Pseudomonas aeruginosa, *Aeromonas* y las especies de *Mycobacterium*.

Las infecciones que se adquieren mediante la 'inhalación' de los aerosoles contaminados:

Legionella spp (legionelosis), *Naegleria fowleri* (meningo-encefalitis amebiano primario) y *Acanthamoeba* spp (meningitis amebiana, infecciones 'pulmonares').

1.4 Toxinas de cyanobacteria

Las toxinas liberadas por las cyanobacterias (algas verde azules) como *Microcystis aeruginosa* pueden afectar negativamente la salud de los animales y posiblemente también a los seres humanos.

1.5 Organismos que alteran la calidad del agua de bebida

Una variedad de microorganismos no patógenos puede estar presente en el agua, dentro de ellos se pueden encontrar algas y pequeños invertebrados que pueden desarrollarse en los suministros de agua y ser la causa del incremento de la turbidez, alteraciones en el gusto y el olor, o afectar la estética del agua.

La contaminación bacteriana de agua de bebida ha dado lugar a numerosos brotes epidémicos. La epidemia del cólera fue masiva en América Latina y se diseminó del Perú a varios otros países. La epidemia más reciente de cólera se presentó en Rwanda. Es importante recordar la velocidad con que pueden diseminar ciertas enfermedades transmitidas por el agua.

También una serie de virus patógenos pueden ser transmitidos por el agua. Los ejemplos incluyen el brote de 1991 con 70.000 casos de la hepatitis B causados por agua de bebida contaminada en Kanpur (Grabow *et al*, 1994a). Las razones para la alta incidencia de las infecciones víricas transmitidas por el agua incluye el alto número de virus excretados por los individuos infectados, la resistencia relativamente alta a condiciones ambientales desfavorables como los procesos de tratamiento incluyendo desinfección del agua y a que la dosis infectiva puede ser hasta una partícula vírica viable (Payment, 1993). La dispersión de las infecciones víricas se agrava por la posible transmisión secundaria y aún terciaria debido a otras rutas diferentes al agua que en determinados casos es el origen de la infección (Morens *et al*, 1979). Los estudios epidemiológicos sobre las infecciones víricas transmitidas por el agua son complicados por la ausencia de síntomas clínicos en muchos individuos, en particular de los niños, a pesar de que todos los individuos infectados excretan tasas similares de virus.

En años recientes se ha visto un aumento sustancial del número de brotes por *Giardia* y *Cryptosporidium* transmitidos por el agua. Los quistes y huevos de protozoarios son resistentes al tratamiento de agua y procesos de desinfección y su dosis infecciosa mínima es baja (Casemore, 1991; Craun, 1991).

A pesar de la tecnología actual, las enfermedades transmitidas por el agua continúan repercutiendo en la salud pública, con consecuencias en socioeconómica (Craun, 1991). Los retos para controlar las enfermedades transmitidas por el agua son complicados debido a los continuos cambios en las características genéticas de los microorganismos y en la variación de la incidencia de las enfermedades. Los factores que afectan la presencia de agentes patógenos incluyen los cambios en las densidades poblaciones, situación socioeconómica, forma de vida, educación, vacunación, clima, geografía, urbanización, migración y a políticas de salud.

Para el control de las enfermedades transmitidas por el agua, el análisis microbiológico cumple una función muy importante pues nos proporciona datos para definir si la operación de los sistemas de tratamiento y vigilancia de la calidad del agua son apropiadas.

2. TRATAMIENTO DE AGUA Y TECNOLOGIA DE DESINFECCION

Están disponibles una amplia variedad de sistemas de tratamiento y procesos de desinfección, todas tienen como objetivo garantizar la calidad de los suministros de agua. Además de los sistemas de tratamiento que ofrece la tecnología actual hay métodos de bajo costo como la filtración en arena, el agregado de lejía a recipiente de agua para bebida la exposición del agua a la luz solar o la ebullición. Entre los más completos, hay sistemas de tratamiento de múltiples barreras capaces de obtener agua de bebida a partir de agua residual. Todos estos sistemas son capaces de producir agua no contaminada pero es necesario considerar la calidad de las fuentes de agua antes de seleccionar el tipo de tratamiento. Cada situación tiene que ser evaluada en su propio contexto, basado en la calidad del agua sin tratar, el uso al cual va ser destinada el agua, los recursos financieros y la capacidad tecnológica.

3. OPERACION DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA

La amplia variedad de sistemas de tratamiento capaces de producir agua no contaminada, se encuentran expuestas al deterioro, al fracaso debido a la falta de operación, supervisión y vigilancia de calidad del producto. La producción de agua no contaminada es posible con una operación adecuada y una supervisión de los sistemas de tratamiento (Bellamy, 1993).

4. VIGILANCIA DE CALIDAD MICROBIOLOGICA DEL AGUA

La transmisión de las enfermedades a través del agua tratada puede deberse a que los métodos de tratamiento son inapropiados, al fracaso en la operación y la supervisión o a las deficiencias en la vigilancia de calidad. En efecto, teóricamente puede argumentarse que todas las enfermedades transmitidas por el agua pueden ser controladas mediante la vigilancia y las medidas correctivas apropiadas aplicadas a tiempo. La vigilancia de la calidad microbiológica es un componente imprescindible de las estrategias para el control de las enfermedades transmitidas por el agua.

La inspección regular de los aspectos sanitarios de las fuentes de agua, las instalaciones de tratamiento y las redes de distribución es un componente importante de los programas de vigilancia de calidad y es particularmente importante con respecto a los agentes patógenos como los virus y los protozoarios parásitos que no son fácilmente detectables en el agua.

4.1 Organismos indicadores de la calidad del agua

Ya que sería prácticamente imposible analizar en el agua cada uno de los agentes patógenos que pueden estar presentes, la vigilancia de la calidad microbiológica del agua se basa principalmente en pruebas de detección de microorganismos indicadores, pero se han propuesto modelos que se emplean universalmente para los fines de la vigilancia del agua. Cada una de

los indicadores usados para este fin tiene sus propias ventajas y desventajas, todavía existe el reto para seleccionar el indicador apropiado, o la combinación de los indicadores, esto estaría en relación con el fin específico de la evaluación de la calidad del agua.

Los indicadores comúnmente empleados son los de origen fecal y los requisitos requeridos del indicador son los siguientes:

- a) Estar presentes cuando los agentes patógenos también estén presentes.
- b) Presentarse en igual o mayor cantidad que los agentes patógenos.
- c) Ser específicos para la contaminación fecal o de aguas residuales.
- d) Ser tan resistentes como los agentes patógenos a las condiciones en los ambientes de agua natural, a la purificación del agua y a procesos de desinfección.
- e) No ser patógenos.
- f) Detectables por los métodos sencillos, rápidos y de bajo costo.

Idealmente, también sería recomendable la medición de otras propiedades como el recuento de patógenos relacionados con algún brote epidémico. Sin embargo, el principio básico y el requisito más importante es que los agentes patógenos deben estar ausentes o ser inhibidos cuando los indicadores estén ausentes o inhibidos.

Se han estudiado muchos indicadores los cuales han sido recomendados para la evaluación de calidad del agua (ISO, 1990; Métodos estándar 1992). La evaluación de la fiabilidad de los indicadores se lleva a cabo mediante la comparación de estos con ciertos agentes patógenos en aspectos relacionados con su incidencia y 'supervivencia' en el agua y durante los procesos de tratamiento. Esta evaluación se realiza mediante estudios epidemiológicos de consumidores de agua suministrada, cálculos de la dosis infecciosa mínima de los agentes patógenos y por los experimentos con voluntarios humanos (Regli *et al.*, 1991).

Lo siguiente es un resumen de las características más importantes de los indicadores de uso común.

4.1.1 *Escherichia coli*

Esta especie es parte del grupo de bacterias coliformes fecales. La *Escherichia coli* se caracteriza por ser propia de las heces del hombre y de los animales de sangre caliente. Estas bacterias no pueden multiplicarse en cualquier ambiente de agua natural y son, en consecuencia, empleados como indicadores de la contaminación fecal. Se distinguen en general de otros coliformes termotolerantes por la capacidad para dar positiva la prueba indol en 24 horas a 44.5°C. Recientemente, se ha identificado *E. coli* posee la enzima β -glucuronidasa, que hidroliza el sustrato fluorogénico 4-metil-umbelliferyl- β -D-glucuronido (MUG) con distribución del fluorogénico que puede observarse en medio líquido bajo luz ultravioleta. Las mediciones basadas en la hidrólisis de MUG están comercialmente disponibles bajo nombres como "Colilert". Los conjuntos de pruebas para la confirmación final de *E. coli* no son recomendados para ser medidos como rutina.

4.1.2 Bacterias coliformes Termotolerantes

Este término se refiere a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están más estrechamente relacionado con la contaminación fecal o de aguas residuales, y que generalmente no se multiplican fácilmente en ambientes acuáticos. Este grupo de bacterias también se conoce como coliformes fecales, *E. coli* presuntiva, *E. coli* fecal, coli fecal, etc. Los coliformes Termotolerantes se miden principalmente para evaluar la contaminación fecal en aguas residuales y fuentes de agua sin tratar. Son detectables por pruebas sencillas y de bajo costo y ampliamente usados en los programas de vigilancia de calidad del agua. Los métodos de análisis empleados son la prueba de tubos múltiple y filtración con membrana con el medio mFC e incubación durante 24 horas a 44.5°C. Por el método de filtración con membrana pueden identificarse las colonias y la presencia de *Escherichia coli* proporciona pruebas sólidas de la existencia de contaminación fecal.

4.1.3 Bacterias coliformes (coliformes totales)

El término "bacterias coliformes" se refiere a un grupo no muy claramente definido que pertenecen al grupo de las Gramnegativas, que por mucho tiempo se ha usado como indicador de contaminación en la evaluación de la calidad del agua. Este grupo de bacterias ha sido denominado de diferentes formas como: coliformes, colis, etc. Algunas bacterias de este grupo son de origen fecal y otros miembros pueden estar presentes en diferentes ambiente acuáticos. Estas bacterias pueden ser determinadas por pruebas sencillas y de bajo costo, generalmente se emplean para la evaluación de la calidad sanitaria de efluentes finales de plantas de tratamiento de agua.

Los métodos analíticos que se emplean para la determinación de coliformes son el método por tubos múltiples y el de filtración con membrana empleando el medio agar Endo Less y la incubación durante 24 horas a 35-37°C. Actualmente las bacterias coliformes también son identificadas por métodos que detectan la enzima β -D-galactosidasa, que hidroliza los sustratos cromogénicos como el ortho-nitrofenil- β -D-galactopyranosido (ONPG), dando como resultado un cambio de color en el medio de cultivo.

La finalidad de las pruebas coliformes no es detectar contaminación fecal sino examinar la calidad sanitaria, de un modo general, de los suministros de agua de bebida.

4.1.4 Enterococos

Los enterococos, llamados también estreptococos fecales, es un grupo de bacterias estrechamente relacionado con la contaminación fecal, aún más que los coliformes totales, porque la mayoría de los miembros de este grupo no se reproducen fácilmente en ambientes acuáticos. Los enterococos son 'Grampositivos' tienden a ser más resistentes que los coliformes fecales ('Gramnegativos') y son detectables por técnicas como la filtración con membrana empleando el agar m-enterococo e incubación a 44.5° ó 37°C durante 48 horas. Actualmente

el grupo incluye enterococos faecalis, E. faecium, E. durans y E. hirae. Recientemente los enterococos son identificados por la capacidad para hidrolizar el 4-metil-umbelliferyl- β -D-glucoside* (FANGO) en presencia del acetato de talio, el ácido nalidixico y el cloruro de 2,3,5-trifenil-2H-tetrazolium (TTC) resultante en la distribución del fluorogen que en el medio líquido es fácilmente detectable bajo luz ultravioleta.

4.1.5 Clostridium sulfito reductor

Estas bacterias anaerobias Grampositivas tienen una ventaja importante sus esporas son más resistentes que la mayoría de agentes patógenos incluyendo virus a diversas condiciones ambientales tales como el tratamiento y procesos de desinfección. El clostridium es considerado como un microorganismo muy resistente y su inclusión en las normas de calidad del agua sería demasiado estricta. Uno de los miembros del grupo, *Clostridium perfringens*, es como *E. coli* sumamente específico para la contaminación fecal. En aguas residuales generalmente se presente en números inferiores que las bacterias coliformes. Los métodos de detección son relativamente costosos y lentos.

4.1.6 Recuento en placa de bacterias Heterotróficas

Esta prueba también se conoce como el recuento total en placa o estándar. La prueba detecta una amplia variedad de microorganismos, principalmente bacterias que son indicadoras de la calidad microbiológica general del agua. La prueba es sencilla y de bajo costo, produce los resultados en un tiempo relativamente corto y ha probado ser uno de los indicadores más confiables y sensibles del tratamiento o del fracaso de la desinfección. El método que generalmente se usa es el vertido en placas empleando un medio de crecimiento rico, como el agar del extracto de levadura y la incubación durante 48 horas a 37°C.

4.1.7 Otros indicadores

Se han empleado una variedad de indicadores en la evaluación de calidad del agua, incluyendo virus humanos citopatógenos, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, bacterias acidorresistentes, la especie de *Legionella*, *Candida albicans* y las endotoxinas. Todos estos tienen ventajas para ciertos fines.

4.2 Parásitos protozoarios

Los quistes y huevos de los parásitos intestinales como *Giardia* y especies de *Cryptosporidium* son excepcionalmente resistentes, y en general ocurren en bajas concentraciones en los suministros de agua crudas y tratadas (Casemore, 1991; Bellamy *et al*, 1993). Además, no son fácilmente detectables, y su comportamiento en el tratamiento de agua y procesos de desinfección difiere ampliamente del de los indicadores comúnmente usados. El control de calidad del agua se basa en las especificaciones referentes a indicadores bacterianos y para evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento sería conveniente incluir además de los indicadores bacterianos la remoción de los quistes y huevos de parásitos (Regli *et al*, 1991).

4.3 Virus humanos

La incidencia y el comportamiento de los virus humanos en los ambientes acuáticos y en los procesos de tratamiento puede ser diferente a la incidencia de los indicadores fecales, este comportamiento diferente se debe a las siguientes razones:

- a) Los virus son excretados sólo por los individuos infectados, y las bacterias coliformes por todas las personas y animales de sangre caliente. El número de virus en los ambientes acuáticos son, en consecuencia, generalmente inferiores por varios órdenes de magnitud que los coliformes fecales.
- b) Los virus se excretan durante períodos relativamente cortos en números de hasta $10^{12}/g$ de heces, mientras las bacterias coliformes se excretan por un tiempo más largo y de un modo sistemático en número aproximado de $10^9/g$ de heces.
- c) La estructura, la composición, la morfología y el tamaño de los virus difiere fundamentalmente del de las bacterias, lo que implica que el comportamiento y la supervivencia en el agua sean diferentes.

En vista de las diferencias anteriores no sorprende que los indicadores bacterianos, como las bacterias coliformes, no sean buenos indicadores de los virus. Estas deficiencias se han apreciado en los estudios epidemiológicos pero se está investigando si en los suministros de agua existe una correlación entre los indicadores bacterianos y los virus. Idealmente en los programas de vigilancia de calidad del agua se deben incluir pruebas para detectar virus. Sin embargo, las pruebas virológicas son relativamente costosas, complicadas y lentas y requieren instalaciones complejas y tecnología costosa. Además, la mayoría de los virus de interés sanitario no son detectables por las técnicas de cultivo en líneas celulares convencionales. El control de la inocuidad virológica del agua es similar al caso de los parásitos protozoarios, a menudo está basado en la calidad del agua sin tratar y en las especificaciones para la purificación y desinfección de los procesos de tratamiento (Regli *et al*, 1991).

4.4 Recientes investigaciones en la vigilancia de calidad microbiológica del agua

4.4.1 Bacteriófagos

Los bacteriófagos (fagos) son virus que infectan las bacterias. En función de tamaño, estructura, la morfología y la composición se asemejan estrechamente con los virus humanos. El comportamiento de los bacteriófagos en el agua y en diferentes ambientes, su resistencia a las condiciones no favorables, los hacen más semejantes a los virus humanos que los indicadores bacterianos. Podría considerarse la presencia de fagos como indicadores en la remoción de virus.

Los fagos pueden reproducirse sólo en bacterias específicas lo cual implica que los fagos de *E. coli* (colifagos) están relacionados con la contaminación fecal. Los fagos comúnmente

empleados en la evaluación de calidad del agua incluyen los grupos de fagos conocidos como somáticos y colifagos masculinos-específicos, que cada uno tienen sus propias ventajas y desventajas como indicadores. Los fagos que infectan la cepa de *Bacteriodes fragilis* HSP40 son sumamente específicos para las heces humanas y pueden emplearse para distinguir entre la contaminación fecal de origen humano y animal (Grabow *et al*, 1994b).

Están acumulándose pruebas que apoyan el valor de los fagos como indicadores de calidad del agua y su inclusión en los protocolos de vigilancia de calidad está ganando terreno rápidamente.

4.4.2 Análisis virológico del agua

Aunque es deseable el análisis virológico no está incluido en muchos protocolos de vigilancia ordinaria debido al costo, complejidad y al tiempo que demanda su análisis. Se están logrando avances en el desarrollo de técnicas más prácticas y sensibles y por ello la vigilancia virológica para ciertos fines está tornándose más factible. Los retos incluyen la recuperación de pequeñas cantidades de virus en volúmenes grandes de agua, la posibilidad de detectar una mayor variedad de virus y reducir el costo del examen (Standard Methods, 1992).

4.5 Uso de indicadores en la vigilancia de calidad del agua

Ya que ningún indicador puede cumplir con todos los requisitos que exige la vigilancia de la calidad del agua, se obtiene mejores resultados mediante el empleo de combinaciones apropiadas de indicadores, según el objetivo que se desea alcanzar. Cada uno de estos indicadores proporciona cierta información, la cual en combinación con otros se obtiene un resultado confiable de la calidad del agua que se está investigando. Por ejemplo, los indicadores seleccionados para la vigilancia de la calidad de los suministros de agua de bebida tratada pueden ser indicadores de contaminación fecal y detectar la presencia de *Escherichia coli*. Sin embargo, en ciertas circunstancias los indicadores como el recuento en placa de bacterias heterotróficas, coliformes y colifagos somáticos totales pueden producir información adicional valiosa.

El deterioro de las plantas de tratamiento, y el error humano en la operación y supervisión, generalmente se da en forma desprevénida, en efecto como un ladrón en la noche que tiende a golpear cuando menos se espera. Esto implica que los programas de vigilancia de la calidad del agua deben tomar muestras para la vigilancia microbiológica con la mayor frecuencia posible, para detectar los problemas en la etapa inicial. No es posible formular protocolos universales de muestreo debido a que los programas de vigilancia están sujetos a muchas variables y consideraciones, incluyendo la fuente de agua sin tratar y el sistema de tratamiento, así como los recursos financieros disponibles, instalaciones y recursos humanos. Cada caso tiene que evaluarse en su propio contexto. Con respecto a las frecuencias de muestreo, es mejor seleccionar pruebas sencillas y de bajo costo efectuadas con una alta frecuencia en lugar de pruebas complicadas y costosas con una baja frecuencia.

En los procedimientos de muestreo debe considerarse la toma de muestra en forma aséptica en envases estériles, la entrega de la muestra al laboratorio y el respectivo análisis debe hacerse preferentemente antes de las dos horas después del muestreo. Se sugiere la inclusión de las muestras recogidas en los grifos del consumidor así como la colección de las muestras en diferentes momentos del día y en diferentes días de la semana.

5. NORMAS DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA

Las guías de calidad del agua y las normas recomendadas por diversos países son similares y su objetivo es asegurar el riesgo mínimo de infección. Sin embargo, difieren en detalles debido a las consideraciones como capacidad económica y técnica, y las percepción de riesgos aceptables de la infección.

Las *Guías* proponen que el agua de bebida no debe contener agentes patógenos que puedan ser transmitidos a través del agua. Más específicamente, los coliformes *E. coli* o termotolerantes no deben estar presentes en 100 ml de agua en ningún momento ni en ningún tipo de abastecimiento de agua, tratada o no tratada, entubada o no transportada. En el caso de sistemas de suministro en los cuales se cuenta con un programa de vigilancia que considera un número de muestras y una frecuencia adecuada se acepta la presencia de coliformes totales en el sistema de distribución en un máximo de 5% de muestras tomadas en cualquier período del mes (anexo 1).

Si los valores de la norma se exceden, se debe investigar inmediatamente e incluir la toma de una nueva muestra, la inspección minuciosa de la fuente de agua sin tratar, la planta de tratamiento y su operación, y estado sanitario general del sistema de distribución de agua.

Se reconoce que en la gran mayoría de los suministros rurales de agua en los países en desarrollo, la contaminación fecal es generalizada, y por ello proponerse alcanzar los valores señalados por las normas para *E. coli* o coliformes termotolerantes a menudo no posible. Bajo estas condiciones, el organismo nacional de vigilancia debe fijar las metas a mediano plazo para la mejora progresiva de los suministros de agua, como es recomendado en Volumen 3 de las *Guías para la calidad de agua de bebida* (Vigilancia y control de suministros de la comunidad).

Las técnicas que comúnmente se usan en los programas de vigilancia no incluyen el análisis de virus, protozoos y helmintos de interés sanitario, las *Guías* recomiendan la protección de las fuentes de agua y las técnicas de tratamiento para asegurar su ausencia. El grado de tratamiento requerido depende de la naturaleza (agua subterránea o superficial) y el nivel de la contaminación fecal de la fuente.

Para asegurar la ausencia de los virus, las *Guías* recomiendan las siguientes condiciones para la desinfección con cloro:

Cloro libre residual $\geq 0,5$ mg/litro
Tiempo de contacto ≥ 30 minutos
pH < 8.0
Turbiedad mediana ≤ 1 Unidad Nefelométrica de Turbiedad (UNT)
Máxima turbiedad = 5 UNT

El control de los protozoos patógenos y del gusano de Guinea requiere una filtración eficaz ya que estos microorganismos son resistentes a la desinfección.

6. CONCLUSIONES

- Las enfermedades transmitidas por el agua tienen repercusión en la salud pública y principalmente en aspectos socioeconómicos.
- Las estrategias empleadas para el control de las enfermedades transmitidas por el agua deben basarse en la selección adecuada de las fuentes de agua y de los sistemas de tratamiento apropiados, la eficiente operación de estos sistemas y una vigilancia confiable de la calidad bacteriológica.
- Se tiene una amplia variedad de alternativas de tratamiento y de sistemas de desinfección que permiten la producción confiable de agua de bebida microbiológicamente segura.
- Las guías actuales son confiables y aseguran una adecuada calidad microbiológica de agua de bebida.

Bibliografía:

Avendano P, Matson D O, Anhelar J, Whitney S, Matson C C y L de Pickering K (1993). Los costos asociados con visitas de la oficina para la diarrea en los lactantes y los niños pequeños. *Revista de enfermedades infecciosas pediátrica* 12, 897-902.

Bellamy W D, Cleasby J L, Logsdon G S y Allen M J (1993). Evaluando el tratamiento plantar el desempeño. *Revista de las obras de agua de estadounidenses la asociación* 85, 34-38.

Casemore D P (1991). La epidemiología de la criptosporidiosis humana y la ruta de agua de la infección. *Ciencia y tecnología de agua* 24, 157-164.

Craun G F (1991). Las causas de los brotes transmitidos por el agua en los Estados Unidos. *Ciencia y tecnología de agua* 24, 17-20.

Grabow W O K, Favorov M O, Khudyakova N S, Taylor M B y h de campos un (1994a). La hepatitis E seroprevalencia en ciertos individuos en Sudáfrica. *La revista de la Virología Médica* (en la prensa).

Grabow W O K, Neubrech T E, Holtzhausen C S y Jofre J (1994b). *Bacteriodes fragilis* y los bacteriófagos de *Escherichia coli*: la excreción por los seres humanos y los animales. *Ciencia y tecnología de agua*. (Presentado para la publicación).

ISO (1990). La detección y la enumeración de los organismos coliformes, los organismos coliformes thermotolerant y presuntivo *Escherichia coli*.

Parte 1: El método de filtración de membranas (9308-1:1990).

La detección y la enumeración de los organismos coliformes, los organismos coliformes thermotolerant y presuntivo *Escherichia coli*.

Parte 2: El tubo múltiple (número más probable) el método (9308-2:1990).

Morens D M, Zweighaft R M, Vernon T M, Gary G W, Eslien J J, Madera T B, Holman R C y Dolin R (1979). Un brote transmitido por el agua de la gastroenteritis con propagación de persona a persona secundaria: La asociación con un agente vírico. *La lanceta* i, 964-966.

El pago P (1993). La prevalencia de la enfermedad, los niveles y fuentes. En: Seguridad de la desinfección de agua: Equilibrio de los riesgos químicos y microbianos. Instituto Internacional de Ciencias Biológicas, DC de Washington.

Regli S, Subió J B, Haas C N y Gerba C P (1991). El modelado del riesgo de Giardia y virus en potable-agua. *Revista de las obras de agua de estadounidenses la asociación* 92, 76-84.

Los métodos estándar (1992). Métodos estándar para el examen del agua y aguas residuales, 18o Edn. Eds: Greenberg UN E, Clesceri L S, la asociación Health Public American D. A de Eaton, Washington DC. pp 9-1 - 9-147.

Anexo 1
CALIDAD BACTERIOLOGICA DE Agua de bebida

Organismos	Valor de la norma
Toda agua de consumo humano	
<i>E. coli</i> o bacterias coliformes termotolerantes	No debe ser detectado en ninguna muestra de 100 ml
Agua tratada que entra a formar parte del sistema de distribución	
<i>E. coli</i> o las bacterias coliformes termotolerantes	No debe ser detectado en ninguna muestra de 100 ml
Bacterias coliformes totales	No debe ser detectado en ninguna muestra de 100 ml
Agua tratada en el sistema de distribución	
<i>E. Coli</i> o bacterias coliformes termotolerantes	No debe ser detectado en ninguna muestra de 100 ml
Bacterias coliformes totales	No debe ser detectado en ninguna muestra de 100 ml. En el caso de los suministros grandes, donde la muestra suficiente se examinan, no debe estar presente en 95% de muestras tomado en todo ningún período de 12 meses.