

Agua y salud humana

María Alejandra Córdoba^{1,2*}, Valeria Fernanda Del Coco^{1,3}, Juan Angel Basualdo¹

1 Cátedra de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata, 60 y 120, La Plata, 1900, Argentina

2 Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Calle 526 e/10 y 11, La Plata, 1900, Argentina

3 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

** Autor para Correspondencia: Dra. María Alejandra Córdoba*

Cátedra de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata, 60 y 120, La Plata, 1900, Argentina

Tel/Fax: + 54 221 4258987

acordoba@aetos.med.unlp.edu.ar

Recibido: 02/06/2010

Aceptado: 01/07/2010

Resumen

La protección de la salud pública requiere agua de bebida segura. La realización de frecuentes exámenes para determinar si el agua contiene organismos indicadores sigue siendo el modo más sensible y específico de estimar la calidad del agua desde el punto de vista de la higiene. En los países donde existe un sistema de vigilancia integrado, la mayoría de los brotes de origen hídrico han sido vinculados a fallas en el tratamiento, inclusión de agua contaminada en la red o a problemas de recrecimiento bacteriano en el sistema de distribución. Es importante por esto optimizar los métodos empleados para la detección de contaminación fecal, mediante la utilización de métodos más sensibles, con el fin de poner al alcance de la población agua segura desde el punto de vista microbiológico y parasitológico.

Palabras clave: agua potable – indicadores bacterianos - parásitos intestinales

Water & Public Health

Abstract

Public health protection requires safe drinking water. The most sensitive and specific way to analyze the water quality is to determinate the presence of indicator bacteria. In most countries with an integrated surveillance water system, the great majority of water outbreaks were associated to treatment failures, inclusion of contaminated water or bacterial regrowth at the water network. Is necessary to improve the sensibility of those methods used to detect faecal contamination, to provide safe drinking water from a microbiological and parasitological point of view.

Key words: drinking water – indicator bacteria – intestinal parasites

1. Generalidades

El agua es uno de los bienes más preciados para la vida en nuestro planeta. Es fundamental para satisfacer las necesidades humanas básicas, la salud, la producción de alimentos, el desarrollo industrial, la energía y el mantenimiento de los ecosistemas regionales y mundiales.

Alrededor del 97% del agua en el planeta se encuentra en los océanos; del 3% restante, el 2,3% está solidificada en los casquetes polares, el 0,3% se encuentra tan profundamente confinada que su extracción resulta antieconómica y el resto se distribuye en ríos, lagos, riachuelos y subsuelo. Considerando que sólo hay dos fuentes de agua utilizables por el hombre, a saber: las superficiales y las subterráneas y que éstas sólo constituyen el 0,4% del total disponible, es fácil deducir que es un recurso escaso. Pero más escaso resulta si se piensa en términos cualitativos, ya que los procesos de contaminación de las mismas reducen aún más su disponibilidad (25).

Si bien el agua es necesaria para la supervivencia humana, es portadora de microorganismos y parásitos causantes de enfermedad y muerte (41). La disponibilidad inmediata de agua hace posible crear un medio ambiente higiénico que evita o limita la propagación de muchas enfermedades del hombre y de los animales (49). Estas enfermedades son el resultado de la pobreza, ignorancia, desnutrición y un saneamiento ambiental deficiente. A lo largo del mundo, más de mil millones de personas no tienen acceso al agua potable (45). Como consecuencia de esto, hay una significativa morbilidad debida a enfermedades transmitidas por el agua (Tabla 1).

Agente etiológico	Número de casos	
	1999-2000	2001-2002
Desconocido		
AGI(gastroenteritis aguda de etiología no conocida)	412	117
Virus		
Virus Norwalk	426	727
Bacterias		
<i>Campylobacter jejuni</i>	117	13
<i>C. jejuni</i> ; <i>Yersinia enterocolitica</i>	-	12
<i>Escherichia coli</i> O157 H:7	55	2
<i>E. coli</i> O157 H:7; <i>C. jejuni</i>	781	-
<i>Salmonella</i> spp	208	-
Parásitos		
<i>Giardia intestinalis</i>	52	18
<i>Cryptosporidium</i> spp	5	10
<i>Naegleria fowleri</i>	-	2
Químicos		
Cobre	-	30
Cobre y otros metales	-	4
Benceno, tolueno, xileno	-	2
Etilen glicol	-	3
Hidróxido de sodio	2	-
Nitratos	1	-

Tabla 1. Morbilidad de las enfermedades transmitidas por agua de bebida en Estados Unidos, años 1999-2002 (Adaptado de Lee *et al*, 2002 y Blackburn *et al*, 2004)

Se calcula que en el mundo en desarrollo el 80% de las enfermedades se debe al consumo de agua no potable y a las malas condiciones sanitarias (65). Se estima que una tercera parte de las defunciones en los países en desarrollo se deben al agua contaminada y, en promedio, hasta una décima parte del tiempo productivo de cada persona se ve sacrificado a raíz de las enfermedades relacionadas con el agua (48).

Para preservar la salud de la población es indispensable proteger las fuentes de suministro de agua potable con el fin de eliminar o reducir al mínimo el riesgo que significa su contaminación. La contaminación hídrica puede definirse como el resultado de la adición de cualquier tipo de sustancia o forma biológica que lleva a alterar su calidad a tal punto que restringe e impide su utilización (34).

Las aguas superficiales y subterráneas pueden contaminarse en la misma fuente, en la red de distribución o en los receptáculos de almacenamiento. Tanto las aguas superficiales como las subterráneas deben ser protegidas. Sin embargo, las aguas subterráneas, dada su buena calidad y su movimiento relativamente lento suelen ser más fáciles de controlar que las aguas superficiales.

La protección de la salud exige que las fuentes de suministro de agua estén situadas lo más lejos posible de las fuentes de contaminación, para eliminar o reducir al mínimo, el riesgo que éstas representan. Cuando se planea la extracción de agua de un acuífero, la distancia mínima de seguridad (DMS) para todas las actividades que puedan causar contaminación debe fijarse durante la etapa de planificación. Esta DMS debe determinarse sobre la base del tiempo que tardan los contaminantes en viajar desde su punto de origen hasta el acuífero. Es difícil fijar una DMS de aplicación universal, dado que el tiempo de desplazamiento de los mismos depende de las condiciones hidrogeológicas locales (48).

En relación con los abastecimientos a las comunidades, las fuentes de contaminación más corrientes son las instalaciones in situ de saneamiento y de tratamiento de las aguas servidas, los pozos abiertos y otras fuentes de superficie abierta y la ganadería concentrada (48). Es necesario por esto poner a disposición de los consumidores un abastecimiento satisfactorio.

Cuando se debe seleccionar una fuente para abastecer de agua a una comunidad, siempre es preferible utilizar aguas subterráneas antes que tratar las aguas superficiales (14, 60). Sin embargo, en muchos casos las aguas superficiales son las únicas a las que cabe recurrir, y hay que prever su tratamiento y desinfección con los medios disponibles. La disponibilidad de un buen sistema de abastecimiento de agua potable no basta por sí solo para garantizar la salud. Un adecuado manejo de alimentos y una correcta eliminación de excretas evitan que el agua de bebida pueda contaminarse e impiden que la comunidad se vea expuesta a gérmenes patógenos presentes en la materia fecal (65).

Como consecuencia de la contaminación, las enfermedades transmitidas por el agua pueden agruparse en: aquellas originadas por sustancias químicas y aquellas originadas por formas biológicas (enfermedades virales, bacterianas y parasitarias). El

riesgo que representan para la salud las sustancias químicas tóxicas que se encuentran en el agua de bebida es distinto del que suponen los contaminantes microbiológicos.

Son pocas las sustancias químicas presentes en el agua que pueden causar cuadros agudos de enfermedad, salvo por la contaminación accidental masiva del abastecimiento (47). Además, la experiencia demuestra que, cuando se producen accidentes de ese tipo, por lo común es imposible beber el agua debido a su sabor, su olor y su apariencia inaceptables.

Los problemas relacionados con sustancias químicas presentes en el agua de bebida se deben sobre todo a que éstas pueden afectar negativamente la salud tras períodos de exposición prolongados; son motivo de especial inquietud los contaminantes con propiedades tóxicas acumulativas, como los metales pesados y las sustancias carcinógenas (47, 57).

Ha de señalarse que la utilización de desinfectantes químicos para tratar el agua da lugar, por lo común, a la formación de productos químicos secundarios, algunos potencialmente peligrosos (40, 58). No obstante, los riesgos que esos productos representan para la salud son extremadamente pequeños en comparación con los que supone una desinfección insuficiente. Por no tener habitualmente efectos agudos, los contaminantes químicos representan un problema diferente que los microbianos, cuyos efectos son, por lo general, agudos y generalizados. Se puede incluso afirmar que las normas químicas para el agua potable tienen una importancia secundaria cuando el agua está gravemente contaminada por bacterias y/o parásitos (8, 47).

La contaminación microbiológica puede ser directa o indirecta debido a excretas humanas o animales. Los patógenos pueden ser transmitidos directamente de humano a humano o de animal a humano, o indirectamente a través de alimentos, agua u otros objetos, los cuales estuvieron en contacto con heces (19, 31, 32, 39). El riesgo de contraer una enfermedad infecciosa es siempre mayor cuando las deyecciones de humanos y/o animales son ingeridas oralmente. La transmisión indirecta por el agua es posible porque los patógenos son resistentes a la acción de condiciones medioambientales desfavorables. En el agua o en el medio ambiente los patógenos pueden sobrevivir por días o semanas (15, 21, 22, 68, 71). Si la contaminación es reciente y los responsables de la misma son microorganismos patógenos causantes de enfermedades pueden producir enfermedad en la población que la utilice ya sea como agua de bebida o para la preparación de alimentos.

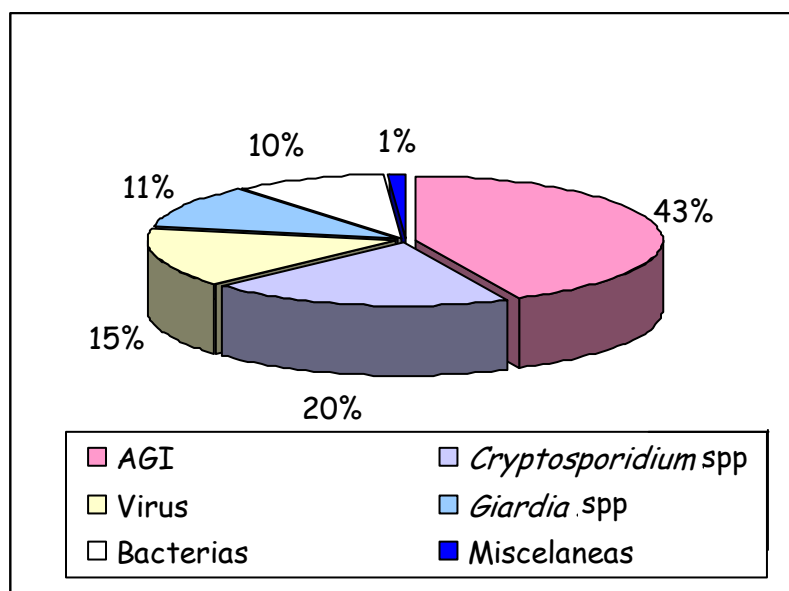
No todos los organismos presentes en el agua son patógenos estrictos, algunos se encuentran naturalmente en el agua y producen enfermedades oportunistas afectando principalmente a individuos cuyos mecanismos de defensas locales o generales se hallan disminuidos (22, 26, 33, 59).

Dentro de las enfermedades transmitidas por el agua, las afecciones intestinales son las más importantes (4, 23, 35, 50, 62). El cuadro clínico de la infección entérica puede ser muy variado dependiendo del agente implicado y del estado inmunitario del huésped. La

infección muchas veces puede ser asintomática o con trastornos leves o bien manifestarse con cuadros más severos acompañadas de deshidratación y muerte.

En el mundo han sido documentados diversos brotes de origen hídrico (26, 27, 37, 39, 50, 55). Ejemplos bien conocidos en países industrializados de tales brotes son los producidos en Canadá; Bowie *et al*, 1997 (11) y Mullens, 1996 (44) reportaron brotes por *Toxoplasma gondii* en 1994 y 1995. En Suiza Häfliger *et al*, 2000 (31) atribuyen al virus Norwalk un brote producido durante el año 1998. Estados Unidos por: *Escherichia coli* O157:H7 (10), *Campylobacter jejuni* (38) en 1999 y *Legionella* spp en los años 2001-2002 (9). Sin embargo, el principal brote de origen hídrico fue producido por *Cryptosporidium parvum* en Milwaukee en 1993, afectando a 403.000 personas, entre los cuales se encontraron hospedadores inmunocomprometidos que desencadenaron formas graves de la infección (12, 39, 43). En la Argentina, si bien no hay reportes de brotes de transmisión hídrica, la presencia del parásito mencionado en aguas subterráneas de abastecimiento poblacional y en aguas de superficie, fue constatada en la provincia de Santa Fe, Argentina por Abramovich *et al* 1996, 2001 (1, 3). En la provincia de Buenos Aires, Basualdo *et al* 2000 (8) demostró la presencia de este parásito en la red de distribución de agua potable de la Ciudad de La Plata.

Mientras algunas enfermedades pueden ser asociadas a un género o especie de microorganismo o parásito en particular, otras han sido agrupadas en una nueva categoría denominada “enfermedades transmitidas por el agua de etiología no conocida” (65), (AGI, Gráfico 1).



AGI= gastroenteritis aguda de etiología no conocida

Gráfico 1. Agentes etiológicos asociados con enfermedades transmitidas por el agua (Tomado de Straub *et al*, 2003)

Existen otros patógenos que pueden proliferar en el sistema de distribución de agua potable y producir enfermedad en el hombre, tales como: *Pseudomonas aeruginosa*,

Aeromonas spp, Mycobacterias atípicas, *Flavobacterium* spp, *Acinetobacter* spp, *Moraxella* spp, *Xanthomonas* sp, *Helicobacter pylori*, *Vibrio cholerae* O139 y amebas de vida libre (*Acanthamoeba* spp, *Balamuthia* spp y *Sappinia* sp) (59, 61, 63, 67, 70).

Cuando se trata de valorar la probabilidad de contraer una enfermedad transmitida por el agua, no basta saber si está presente o no un patógeno dado. El riesgo de contraer una infección aumenta con el grado de contaminación de la misma con agentes patógenos. Sin embargo, la posibilidad de contraer una infección depende de diversos factores tales como: persistencia del patógeno en el agua, viabilidad del mismo, dosis infectiva, y susceptibilidad del huésped.

La importancia del agua en la propagación de agentes etiológicos causantes de enfermedades es muy variable, dependiendo tanto del tipo de enfermedad, como de las circunstancias locales. Las medidas dirigidas a eliminar el riesgo de transmisión a través del agua han sido aplicadas luego del descubrimiento de los patógenos y sus posibles vías de transmisión.

2. Agua potable

El Código Alimentario Argentino (Ley 18.284 18/07/69, Capítulo XII, Artículo 982. Res. MS y AS: 494 del 7-07-94, actualizado el 3-04-04) define como "agua potable de suministro público y agua potable de uso domiciliario a aquella que es apta para la alimentación y uso doméstico. La misma no debe contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que resulten peligrosos para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios". Ambas deberán cumplir con una serie de características físicas, químicas y microbiológicas para ser aptas para consumo humano (13).

3. Proceso de potabilización

La operación de potabilización del agua comprende una serie de procesos cuya finalidad es transformar la materia prima inicial (agua cruda) en un producto final (agua potable) que esté de acuerdo con las características impuestas por las normas vigentes (47). El propósito fundamental del tratamiento del agua es proteger a los consumidores de los patógenos y de las impurezas que puedan estar presentes en la misma y que puedan ser perjudiciales para la salud (6, 16, 17, 24, 56).

El tipo de tratamiento a emplear para potabilizar el agua dependerá del tipo de fuente a utilizar. Las aguas subterráneas, que son generalmente de buena calidad en su estado natural, no necesitan tratamiento o sólo muy poco. El agua sufre procesos de filtración natural a través de su paso por las estructuras filtrantes del subsuelo durante el proceso de captación. Este proceso reduce el grado de contaminación de la fuente original, lo cual disminuye aún más debido al agregado de cloro antes de su distribución (14, 60).

Las aguas superficiales están expuestas a contaminación y suelen ser de baja calidad (3, 18, 52). Estos contaminantes provienen de la descarga de aguas sin tratamiento o insuficientemente tratadas provenientes de establecimientos industriales, descarga de líquidos y/o barros cloacales, descarga de barros industriales, aguas de lluvia con arrastre de materias contaminantes y vertido de hidrocarburos y residuos. En la ciudad de La Plata donde los líquidos cloacales son eliminados al río sin tratamiento previo los parásitos intestinales pueden contaminar el mismo. Como el río es la principal fuente de agua para consumo humano y animal, esta polución, directa o indirectamente, puede contribuir a mantener y aun a propagar los parásitos entéricos. El Río de la Plata está severamente contaminado por parásitos como resultado de la continua descarga de toneladas de materia fecal cruda provenientes de la ciudad de La Plata en la costa sudeste de la ciudad de Berisso. 45,200 parásitos/m³ ingresan al río por hora en este efluente, de los cuales el 90% corresponde a protozoos. De éstos, los más prevalentes son *Giardia* sp (9153 quistes/m³/h), *Entamoeba coli* (4623 quistes/m³/h) y *Cryptosporidium* spp. (1020 ooquistes/ m³/h) (18).

El único método eficaz para tratar aguas de superficie contaminadas está basado en el uso de múltiples barreras tales como coagulación, sedimentación (o flotación) y filtración que eliminan progresivamente los agentes patógenos y demás contaminantes. Este proceso finaliza con la desinfección (47).

4. Vigilancia de la calidad del agua

La vigilancia es la evaluación y supervisión permanente del abastecimiento de agua desde el punto de vista de la salud pública para verificar su inocuidad y aceptabilidad (48). La vigilancia contribuye a la protección de la salud de la población fomentando el mejoramiento de la calidad, cantidad, cobertura, costo y continuidad de los suministros de agua.

La necesidad de determinar la inocuidad del agua potable ha sido reconocida desde 1855 cuando Snow y Budd relacionaron brotes de fiebre tifoidea y cólera con aguas contaminadas con materia fecal (20).

Idealmente, el agua potable no debe contener ningún microorganismo patógeno, ni tampoco bacterias indicadoras de contaminación fecal. Para evaluar la calidad bacteriológica del agua potable se han desarrollado métodos que garantizan que el agua destinada a consumo humano se halla libre de contaminación fecal. Los análisis bacteriológicos ofrecen la prueba más sensible para detectar este tipo de contaminación, proporcionando una evaluación sanitaria de la calidad del agua. Para lograr esto deberán practicarse con regularidad ya que la contaminación puede ser intermitente y no haber sido detectada en el examen de una sola muestra. Un análisis bacteriológico puede probar, en el momento en que se realizó, la presencia de bacterias, en una muestra de agua determinada. Es importante tener en cuenta que los resultados de los exámenes bacteriológicos siempre tendrán que interpretarse en función a un conocimiento cabal de los sistemas de abastecimiento de agua, incluyendo su fuente, su tratamiento y su distribución

(16). Dichos análisis pueden determinar o no la aceptabilidad de los sistemas públicos de abastecimiento de agua.

Aunque es posible detectar la presencia de diversos organismos patógenos en el agua, los métodos empleados para su aislamiento y enumeración suelen ser muy complejos y demandan mucho tiempo y dinero (10, 28, 29, 53, 54). Es poco práctico someter a vigilancia el agua potable con el objeto de detectar todo posible patógeno que pudiera ocurrir como consecuencia de la contaminación fecal. Debido a esto, es que se recurre a la búsqueda de aquellos organismos que normalmente están presentes en las heces de los seres humanos y de los animales de sangre caliente como indicadores de contaminación.

El concepto de organismo indicador fue introducido en 1892 (20) y es la base para la mayoría de los estándares de calidad microbiológica del agua (5, 7, 13, 30, 46, 48, 69). La ausencia de estos organismos de origen fecal indica que probablemente no hay organismos patógenos aunque no predice la ausencia de bacterias oportunistas, virus (19, 36, 37) o protozoos tales como *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium* spp (2, 7, 64, 66), los cuales son más resistentes a la desinfección (27, 42, 51, 72). Basualdo *et al*, 2000 (8) realizaron un monitoreo microbiológico y parasitológico del agua potable de la ciudad de La Plata. Se analizaron 14 muestras de agua, de las cuales 12 de ellas provenían de diferentes sitios dentro del área urbana, mientras que las 2 restantes fueron obtenidas a 200 metros de la planta potabilizadora, la cual se ubica a 15 km. de las afueras de la ciudad. En ninguna de las muestras analizadas se detectaron bacterias coliformes; sin embargo, en todas las muestras fueron encontrados parásitos intestinales, siendo los más prevalentes *Cryptosporidium* spp, *Blastocystis hominis*, *Entamoeba coli* y *Entamoeba hartmanni*.

Conclusión

Las enfermedades transmitidas por el agua son causadas por patógenos presentes en la misma. Un brote hídrico ocurre cuando dos o más personas experimentan simultáneamente una enfermedad similar después del consumo de agua contaminada. En los países desarrollados, los brotes de enfermedades transmitidas por el agua son reportados a organizaciones gubernamentales encargadas de la vigilancia epidemiológica. Estas entidades trabajan conjuntamente con el organismo abastecedor de agua, quien es el responsable de vigilar la calidad e inocuidad del agua que se produce y distribuye, a través de un sistema de vigilancia pasiva. La finalidad de este sistema es identificar al agente etiológico responsable de la producción de brotes, así como también determinar sus causas con el fin de controlar y prevenir estas enfermedades.

En nuestro país, el sistema de vigilancia, presenta falencias que nos impiden identificar los brotes transmitidos por el agua. Además, si éstos existen, pasan inadvertidos y en muchos casos no son detectados por lo que tampoco son reportados. A veces es muy dificultoso relacionar casos esporádicos con el consumo de agua contaminada, ya que en general muchas enfermedades diarreicas son autolimitadas.

La protección de la salud pública requiere agua de bebida segura. La realización de frecuentes exámenes para determinar si el agua contiene organismos indicadores sigue siendo el modo más sensible y específico de estimar la calidad del agua desde el punto de vista de la higiene. En los países donde existe un sistema de vigilancia integrado la mayoría de los brotes de origen hídrico han sido vinculados a fallas en el tratamiento, inclusión de agua contaminada en la red o a problemas de recrecimiento bacteriano en el sistema de distribución. La contaminación fecal del agua es evaluada habitualmente mediante el recuento de indicadores bacterianos del grupo de los coliformes. Sin embargo, su ausencia no predice contaminación fecal por parásitos intestinales. Esto bastaría para justificar la necesidad de una revisión profunda de los parámetros que actualmente se utilizan para considerar al agua de consumo como libre de patógenos entéricos.

Bibliografía

- 1-Abramovich BL de, Lura de Calafell MC, Haye MA, Nepote A, Arganara MF, 1996. Detection of *Cryptosporidium* in subterranean drinking water. Rev Argent Microbiol 28(2):73-77.
- 2-Abramovich BL de, Lura MC, Gilli MI, Haye MA. *Cryptosporidium* and water, 1999. Rev Argent Microbiol 31(2):97-105.
- 3-Abramovich BL, Gilli MI, Haye MA, Carrera E, Lura MC, Nepote A, Gomez PA, Vaira S, Contini L, 2001. *Cryptosporidium* and *Giardia* in surface water. Rev Argent Microbiol 33(3):167-176.
- 4-Aguiar Prieto C, Cepero Martin JA, Coutin Marie G, 2000. Quality of drinking water and diarrheal diseases in Cuba, 1996-1997. Rev Panam Salud Publica 7(5):313-318.
- 5-American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. Clescerl LS, Greenberg AE, Eaton AD, Washington, DC; 1998.
- 6-Baker KH, Hegarty JP, Redmond B, Reed NA, Herson DS, 2002. Effect of oxidizing disinfectants (chlorine, monochloramine and ozone) on *Helicobacter pylori*. Appl Env Microbiol 68(2):981-984.
- 7-Barrell RA, Hunter PR, Nichols G, 2000. Microbiological standards for water and their relationship to health risk. Commun Dis Public Health 3(1):8-13.
- 8-Basualdo J, Pezzani B, De Luca M, Córdoba A, Apezteguía M, 2000. Screening of the municipal water system of La Plata, Argentina, for human intestinal parasites. Int J Hyg Environ Health 203:177-282.
- 9-Blackburn BG, Graun GF, Yoder JS, Hill V, Calderon RL, Chen N, Lee SH, Levy DA, Beach MJ. Surveillance for waterborne disease outbreak- associated with drinking water United States 2001-2002. MMWR. Surveillance Summaries 2004; October 22, 53(SS08):23-45.
- 10-Bopp DJ, Sauders BD, Waring AL, Ackelsberg J, Dumas N, Howland EB, Dziejwski D, Wallace BJ, Kelly M, Halse T, Musser KA, Smith PF, Morse DL, Limberger JL, 2003. Detection, Isolation and molecular subtyping of *Escherichia coli* O157:H7 and *Campylobacter jejuni* associated with a large waterborne outbreak. J Clin Microbiol 41(1):174-180
- 11-Bowie WR, King AS, Werker DH, Isaac-Renton JL, Bell A, Eng SB, Marison SA, 1997. Outbreak of toxoplasmosis associated with municipal drinking water. Lancet 350:173-177.
- 12-Cicirello HG, Kehl KS, Addiss DG, Chusid MJ, Glass RI, David JP, Havens PL, 1997. Cryptosporidiosis in children during a massive waterborne outbreak in Milwaukee, Wisconsin: clinical, laboratory and epidemiologic finding. Epidemiol Infect 119(1):53-60.

- 13-Código Alimentario Argentino Actualizado. (2004). Capítulo XII: Bebidas hídricas, agua y agua gasificada. <http://www.anmat.gov.ar/codigoa/caa1.htm> (2/09/04).
- 14-Conboy MJ, Goss MJ, 2000. Natural protection of groundwater against bacteria of fecal origin. *J Contam Hydrol* 43:1-24.
- 15-Cools I, Uyttendaele M, Caro C, D' Haese E, Nelis HJ, Debevere J, 2003. Survival of *Campylobacter jejuni* strains of different origin in drinking water. *J Appl Microbiol* 94(5):886-892.
- 16-Córdoba, M. A.; Del Coco, V. F.; Minvielle, M. C.; Basualdo, J. A, 2010. Influencing factors in the occurrence of injured coliforms in the drinking water distribution system in the city of La Plata, Argentina. *J Water Health* 8(2):205-211.
- 17-Cun C, Durand B, Leguyader M, Martin J, Vilagines R, 2002. Statistical study of the relationship between free chlorine levels and bacteriological checks on systems in the Paris area. *Sci Total Environ* 284:49-59.
- 18-De Luca MM, Pezzani BC, Córdoba MA, Basualdo JA, 1997. Characterization and quantitation of parasite species in the effluents of the Berisso main sewage channel, Buenos Aires, Argentina. *Zentralbl Hyg Umweltmed* 200:349-357.
- 19-de Souza LC, Iaria ST, Pain GV, 1992. Salmonellas and fecal coliforms in drinking water for animals. *Rev Saude Publica* 26(5):321-327.
- 20-Edberg SC, Allen MJ, Smith DB, 1991. Defined substrate technology method for rapid and specific simultaneous enumeration of total coliform and *Escherichia coli* from water: collaborative study. *J Assoc Anal Chem* 74(3):526-529.
- 21-Fayer R, Morgan U, Upton SJ, 2000. Epidemiology of *Cryptosporidium*: transmission, detection and identification. *Int J Parasitol* 30:1305-1322.
- 22-Ford TE, 1999. Microbiological safety of drinking water: United States and global perspectives. *Environ Health Perspect* 107(1):191-206.
- 23-Frost JA, Gillespie IA, O'Brien SJ, 2002. Public Health implications of campylobacter outbreaks in England and Wales, 1995-1999: epidemiological and microbiological investigations. *Epidemiol Infect* 128(2):111-118.
- 24-Gale P, Pitchers R, Gray P, 2002. The effect of drinking water treatment on the spatial heterogeneity of micro-organisms: implications for assessment of treatment efficiency and health risk. *Water Res* 36:1640-1648.
- 25-Gariboglio MA, Smith SA. Corrosión e incrustación microbiológica en sistemas de captación y conducción de agua. Aspectos teóricos y aplicados. Consejo federal de Inversiones. Serie Investigaciones Aplicada. Colección Hidrología subterránea. 1993; 1-99.
- 26-Gerba CP, Rose JB, Haas CN, Crabtree KD, 1996. Waterborne rotavirus: a risk assessment. *Water Res* 30(12):2929-2940.

27-Gostin LO, Lazzarini Z, Neshind VS, Osterholm MT, 2000. Water quality laws and waterborne diseases: *Cryptosporidium* and other emerging pathogens. Am J Public Health 90(6):847-853.

28-Gratacap-Cavallier B, Genoulaa O, Brengel-Pesce K, Soule H, Innocenti-Francillard P, Bost M, Golfti D, Zmirou D, Seigneurin JM, 2000. Detection of human and animal rotavirus sequences in drinking water. Appl Env Microbiol 66(6):2690-2692.

29-Griffin DW, Gibson CJ, Lipp EK, Riley K, Paul JH, Rose JB, 1999. Detection of viral pathogens by reverse transcriptase PCR and of microbial indicators by standard methods in the canals of the Florida Keys. Appl Environ Microbiol 65(9):4118-4125.

30-Groupe AFNOR. 2004. Espace Normalisation. Normas:définition, élaboration, utilisation, rôle. <http://www.afnor.fr> .

31-Häfliger D, Hübner Ph, Lüthy, 2000. Outbreak of viral gastroenteritis due to sewage-contaminated drinking water. Int J Food Microbiol 54: 123-126.

32-Harrison SL, Nelder R, Hayek L, MacKenzie IF, Casemore DP, Dance D, 2002. Managing a large outbreak of cryptosporidiosis: how to investigate and when to decide to lift a 'boil water' notice. Commun Dis Public 5(3):230-239.

33-Hayes C, Elliot E, Krales E, Downer G, 2003. Food and water safety for persons infected with human immunodeficiency virus. Clin Infect Dis 36(2): 106-109.

34-Henningman RD. La contaminación del agua. En origen y control de la contaminación ambiental. Capítulo 4. Ed Maurice A Strabbe; 1973.

35-Hunter PR, Colford JM, LeChevallier MW, Binder S, Berger PS, 2001. Waterborne disease. Emerg Inf Dis 7(3):544-545.

36-Koopmans M, von Bonsdorff CH, Vinjé J, de Medici D, Monroe S, 2002. Foodborne viruses. FEMS Microbiol Rev 26:187-205.

37-Leclerc H, Mossel DAA, Edberg SC, Struijk CB, 2001. Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. Annu Rev Microbiol 55(1):201-234.

38-Lee SH, Levy DA, Graun GF, Beach MJ, Calderon RL, 2002. Surveillance for waterborne disease outbreaks United States 1999-2000. MMWR Surveillance Summaries 51(55-8): 1-45.

39-Mac Kenzie WR, Hoxie NJ, Proctor ME, Gradus MS, Blair KA, Peterson DE, Kazmierczak JJ, Addis DG, Fox KR, Rose JB, Davis JP, 1994. A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. N Engl J Med 331(3):161-167.

40-McDonnell G, Russell AD, 1999. Antiseptics and disinfectants: activity, action and resistance. Clin Microbiol Rev 12(1):147-179.

- 41-McJunkin FE. Agua y salud Humana. En: Noriega ed. Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS); Limusa. México; 1988, 113-38.
- 42-Mir J, Morato J, Ribas F, 1997. Resistance to chlorine of freshwater strains. *J Appl Microbiol* 82(1):7-18.
- 43-Morris RD, Naumova EN, Griffiths JK, 1998. Did Milwaukee experience waterborne cryptosporidiosis before the large documented outbreak in 1993? *Epidemiology* 9(3):264-270.
- 44-Mullens A, 1996. I think we have a problem in Victoria: MDs respond quickly to toxoplasmosis outbreak in BC. *Can Med Assoc J* 154(11):1721-1724.
- 45-Naciones Unidas. Año internacional del agua dulce 2003. <http://www.un.org/spanish/events/water/>; 2002.
- 46-Organismo Regulador de Aguas Bonaerenses. Ministerio de Infraestructura, vivienda y servicios Públicos. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Marco legal: Código de aguas (ley N° 12.257). <http://www.orab.mosp.gba.gov.ar/>; 2004.
- 47-Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable 2ª. Ed. Vol 1: Recomendaciones. 1995. Alsograf Ed., Spain; 1995.
- 48-Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable 2ª. Ed. Vol 3: Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a las comunidades. Interprint Ed., Malta; 1998.
- 49-Organización Mundial de la Salud; UNICEF and Monitoring programme for Water supply & sanitation, collaborative council. Informe sobre la evaluación mundial del abastecimiento de agua y el saneamiento en 2000; 2001, 167.
- 50-Otsu, R, 1998. A mass outbreak of gastroenteritis associated with group C rotaviral infection in schoolchildren. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 21:75-80.
- 51-Payment P, Franco E, Richardson L, Siemiatycki J, 1991. Gastrointestinal health effects associated with the consumption of drinking water produced by point of use domestic reverse osmosis filtration units. *Appl Env Microbiol* 57:945-948.
- 52-Perez PF, Contanza O, Garré M, Morelli I, Martinez A, Vecchioli G, Paineira MT, 1993. Aislamiento de *Escherichia coli* resistente a antibióticos a partir de aguas del Río de la Plata. *Rev Argent Microbiol* 25:7-14.
- 53-Pyle BH, Broadaway SC, McFeters GA, 1995. A rapid direct method for enumerating respiring enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in water. *Appl Environ Microbiol* 61(7):2614-2619.
- 54-Quintero Betancourt W, Peele ER, Rose JB, 2002. *Cryptosporidium parvum* and *Cyclospora cayetanensis*: a review of laboratory methods for detection of these waterborne parasites. *J Microbiol Methods* 49:209-224.

55-Ramakrishna BS, Kang G, Rajan DP, Mathan M, Mathan VI, 1996. Isolation of *Vibrio cholerae* O139 from drinking water supply during an epidemic of cholera. *Trop Med Int Health* 1(6):854-858.

56-Rapala J, Lahti K, Räsänen LA, Esala AL, Niemelä SI, Sivonen K, 2002. Endotoxins associated with cyanobacteria and their removal during drinking water treatment. *Water Res* 36:2627-2635.

57-Reif SJ, Hatch MC, Bracken M, Holmes LB, Schwetz BA, Singer PC, 1996. Reproductive and developmental effects of disinfection by products in drinking water. *Environ Health Perspect* 104(10):1056-1061.

58-Richardson SD, 2001. Water analysis. *Anal Chem* 73(12):2719-34.

59-Rusin PA, Rose JB, Haas CN, Gerba CP, 1997. Risk assessment of opportunistic bacterial pathogens in drinking water. *Rev Environ Contam Toxicol* 152:57-83.

60-Santa Cruz JN, 1995. Tipología general de contaminación de las aguas subterráneas en el conurbano bonaerense. *Rev Museo La Plata* 1(5):68-71.

61-Schuster FL, Visvesvara G, 2004. Free-living amoebae as opportunistic and non-opportunistic pathogens of humans and animals. *Int J Parasitol* 34:1001-1027.

62-Schvoerer E, Bonnet F, Dubois V, Rogues AM, Gachie JP, Lafon ME, Fleury HJA, 1999. A hospital outbreak of gastroenteritis possibly related to the contamination of tap water by a small round structured virus. *J Hosp Infect* 43:149-154.

63-Sharma S, Sachdeva P, Viridi JS, 2003. Emerging water-borne pathogens. *Appl Microbiol Biotechnol* 61:424-428.

64-Steiner TS, Thielman MM, Guerrant RL, 1997. Protozoal agents: what are the dangers for the Public Water supply? *Annu Rev Med* 48:329-340.

65-Straub TM, Chandler DP, 2003. Towards a unified system for detecting waterborne pathogens. *J Microbiol Methods* 53:185-197.

66-Szewzyk U, Szewzyk R, Manz W, Schleifer KH, 2000. Microbiological safety of drinking water. *Annu Rev Microbiol* 54:81-127.

67-Tauxe RV, 2002. Emerging foodborne pathogens. *Int J Food Microbiol* 78:31-41.

68-Theron J, Cloete TE, 2002. Emerging waterborne infections: contributing factors, agents and detection tools. *Crit Rev Microbiol* 28(1): 1-26.

69-United States Environmental Protection agency. Office of Water (4606) Washington, DC 20460. EPA 816-K-99-001. (1999). Drinking Water and health. <http://www.epa.gov/safewater/dwh/dw-health.pdf>. ; 2004.

70-Wadstrom T, Ljungh A, 1991. *Aeromonas* and *Plesiomonas* as a food and waterborne pathogens. *Int J Food Microbiol* 12(4):303-311.

71-Wang G, Doyle MP, 1998. Survival of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in water. J Food Prot 61(6):662-7.

72-Yu FP, McFeters GA, 1994. Physiological responses of bacteria in biofilms to disinfection. Appl Env Microbiol 60(7):2462-2466.



ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista **QuímicaViva**

Número 3, año 9, Diciembre 2010

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar