



Indicadores de contaminación de agua ¿Son eficaces?

(Conferencia dictada en las 71^o Jornadas de Cs. Nat. de la Asoc. de Cs. Nat. del Litoral, en homenaje al Ing. Federico Emiliani)

El análisis microbiológico es utilizado universalmente para controlar la calidad del agua, tanto potable (para bebida o preparación de alimentos), como con propósitos recreacionales.

Muchos microorganismos (bacterias, virus y parásitos) pueden estar asociados al agua y producir enfermedades en el hombre. Pero, dado los inconvenientes operativos y económicos que acarrearía la investigación de todos ellos, se utilizan organismos indicadores con el fin de evaluar riesgos para la salud pública.

Las condiciones básicas que debe cumplir un indicador de contaminación fecal, son:

- Estar presentes en gran cantidad en heces animales de sangre caliente.
- Ser no patógeno, fácil de detectar por métodos sencillos y de bajo costo.
- Su persistencia en el medio ambiente y su grado de remoción durante el tratamiento de potabilización, deben ser similares a los patógenos.
- No deben encontrarse en aguas no contaminadas.

Entre los indicadores, los más comúnmente empleados son las bacterias coliformes, dentro de las cuales sólo *Escherichia coli* es de origen únicamente fecal.

Ventajas de *Escherichia coli* como indicador biológico: En 1890, Theobald Smith estudió *E. coli* como parte de la flora normal de los mamíferos y propuso esta bacteria como indicador de contaminación de agua para bebida.

Desafortunadamente, en aquel tiempo, no había un test específico para su investigación. Por lo tanto, se implementó, y está vigente actualmente, el estudio de los llamados coliformes fecales, bacterias Gram negativas que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas, y que además son termotolerantes, es decir desarrollan en cultivos a temperaturas de 44,5 ± 0,2 °C.

Durante muchos años, la investigación de *E. coli* fue compleja, demandando una serie de exámenes que complicaba y demoraba los resultados del análisis de rutina del agua para bebida. En la actualidad, se utilizan técnicas enzimáticas con sustrato fluorogénico, incluidas en la Vigésima Edición del Standard Methods for Examination of Water and

Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 1998): Los medios de cultivo contienen 4- metil umbeliferil - d- glucurónico (MUG) que es capaz de ser metabolizado por una enzima específica de *E. coli* (glucuronidasa). Con este método en sólo 18-24 h es posible obtener resultados, de modo de poder tomar decisiones con celeridad, en salvaguarda de la salud de la población. Se debe tener en cuenta que las técnicas de detección de microorganismos patógenos, ya sean bacterias, virus o enteroparásitos, son sumamente dificultosas, requieren un personal especializado y son económicamente desfavorables.

Como ya se expresó, *E. coli* es la única bacteria dentro del grupo coliforme que solamente es de origen fecal. Las demás (*Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*) pueden hallarse tanto en heces como en suelo, vegetación, agua rica en nutrientes (Organización Mundial de la Salud, 1995). Representa alrededor del 95 % de la flora de la materia fecal humana, alcanzando concentraciones de 10⁹ por gramo. Se halla en efluentes cloacales y aguas naturales contaminadas con heces humanas o animales.

En síntesis, las ventajas que presenta esta bacteria son:

- Está presente en alto número, en las heces de los mamíferos.
- No se multiplica apreciablemente en el ambiente fuera del huésped, de modo que su concentración en agua está vinculada al grado de contaminación con materia fecal.
- Los métodos para identificarla no son costosos, sino simples y específicos.

Desventajas de *Escherichia coli* :

Pese a considerarse a *E. coli* como el indicador de contaminación fecal más ampliamente utilizado por sus numerosas ventajas, esta bacteria tiene limitaciones: Es menos resistente a los factores ambientales y a los tratamientos de desinfección del agua que los virus y los parásitos.

Mientras que *E. coli* sobrevive en agua entre 4 y 12 semanas, aún después de 24 semanas pueden quedar ooquistes de *Cryptosporidium* viables (Abramovich et al. 1999).

El Cuadro ilustra la mayor resistencia de virus y parásitos a la acción del cloro



Resistencia de microorganismos al cloro con 99 % de inactivación
(Organización Mundial de la Salud, 1996)

Organismo	Temperatura (°C)	Cloro (mg/l)	C. T. (*)
<i>Escherichia coli</i>	23	0,1	0,014
Poliovirus	20	0,3- 0,7	0,5-0,7
<i>Giardia lamblia</i>	25	1,5	15
<i>Cryptosporidium parvum</i>	25	80	7200

(*) C.T.: Concentración de cloro (mg/l) por tiempo de contacto (minutos)

Lo anteriormente expresado, demuestra que los virus y parásitos pueden sobrevivir en agua, aún no estando presente *E. coli*.

En trabajos realizados por nuestro equipo de investigación (Abramovich *et al.* 1996) hemos comprobado la presencia de enteroparásitos en aguas de consumo de origen subterráneo, con cloración como único tratamiento, en ausencia de indicadores de contaminación fecal.

En un estudio realizado en aguas superficiales (Abramovich *et al.* 2001), utilizadas para recreación y como fuente de agua para bebida, se ha comprobado que no es posible predecir los niveles de protozoos a través de dichos indicadores. Sin embargo, el aumento de los parámetros bacteriológicos representa un incremento de la posibilidad que *Giardia* y *Cryptosporidium* se encuentren en altas concentraciones.

Otros indicadores de contaminación:

Enterococcus: Se hallan en la materia fecal de los mamíferos en concentraciones de 10^5 - 10^7 / gramo: O sea 100- 1000 veces en menor número que *E. coli*. Puede ser utilizado como un test adicional al de *E. coli*, pero no en reemplazo. Su utilidad deriva sobre todo en la determinación de la contaminación fecal en aguas recreacionales: Son más resistentes en el agua y los sedimentos que *E. coli* (Organización Mundial de la Salud, 1999). Los estudios realizados en playas de aguas dulces y saladas indican que las gastroenteritis asociadas a los baños son directamente proporcionales a la calidad del agua y que los enterococos son los mejores indicadores bacterianos

de dicha calidad (APHA, AWWA, WEF, 1998). Es el indicador bacteriano más fuertemente asociado al riesgo de enfermedad por aguas recreacionales (Barrell *et al.*, 2000).

Clostridium perfringens: Están normalmente presentes en las heces pero en número mucho más reducido que *E. coli*. Los esporos de esta bacteria son extremadamente resistentes y pueden sobrevivir por años en el ambiente. En consecuencia, su utilidad como indicadores se limita, pues pueden estar presentes aún cuando ya no haya contaminación fecal. Tienen, además, más alta resistencia a la desinfección, de modo que pueden indicar que la misma ha sido deficiente y que pueden sobrevivir agentes patógenos resistentes (Organización Mundial de la Salud, 1995).

Colifagos: Se los ha propuesto debido a su semejanza con los enterovirus humanos. Sin embargo sólo se lo halla en el 50% de las heces humanas. Además de esta limitación, otros de los inconvenientes para su uso es la dificultad de procesamiento de la muestra y la falta de asociación entre detección de bacteriófagos y ocurrencia de enfermedad (Fraun *et al.* 1997). En aguas superficiales la detección de un indicador bacteriano y colifagos somáticos, provee más información sobre presencia de patógenos persistentes que la de dos indicadores bacterianos (Lucena *et al.* 2003)

Conclusiones:

Evaluando las ventajas y desventajas de los indicadores de contaminación, en especial *E. coli*, concluimos que:



- Aún cuando la mayoría de los Organismos Reguladores se refieren a coliformes fecales o termotolerantes en sus legislaciones para calidad de agua potable y de uso recreacional, se debe tender a la investigación de *E. coli* por su especificidad en la búsqueda de contaminación de origen fecal.
- Su detección protege mejor a la salud pública que la de los organismos patógenos.
- Se deben implementar controles más regulares y frecuentes de contaminación, a través de estos indicadores, que análisis aislados de microorganismos patógenos, operativamente complejos.
- Los análisis de parásitos y virus, cobran relevante importancia durante brotes epidémicos y en estudios de investigación, ya que estos dan las pautas sobre decisiones que contribuyen a la salud pública.
- A la luz de los actuales conocimientos, se deben adoptar además otras medidas para evitar enfermedades de origen hídrico: Protección de la fuente de abastecimiento, optimización del tratamiento de potabilización y resguardo del sistema de distribución.

REFERENCIAS

- Abramovich, B.L., M.C. Lurá, M.A. Haye, A. Nepote, M.F. Argañara. 1996. Detección de *Cryptosporidium* en agua de consumo de origen subterráneo. *Rev. Arg. Microbiol.* 28: 73-77.
- Abramovich, B.L., M.C. Lurá, M.I. Gilli, M.A. Haye. 1999. *Cryptosporidium* y agua. *Rev. Arg. Microbiol.* 31: 97-105.
- Abramovich, B.L., M.I. Gilli, M.A. Haye, E. Carrera, M.C. Lurá, A. Nepote, P.A. Gómez, S. Vaira, L. Contini. 2001. *Cryptosporidium* y *Giardia* en aguas superficiales. *Rev. Arg. Microbiol.* 33: 167-176.
- APHA, AWWA, WEF. 1998. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. *Franson M.A. Ed.* Washington DC.
- Barrell R.A.E., P.R. Hunter, G. Nichols. 2000. Microbiological standards for water and their relationship to health risk. *Communicable disease and public health.* 3: 8-13.
- Craun G.F., P.S. Berger, R.L. Calderon. 1997. Coliform bacteria and waterborne disease outbreaks. *Jour. AWWA.* 89: 96-104.
- Lucena F., X. Mendez, A. Morón, E. Calderón, C. Campos, A. Guerrero, M. Cárdenas, C. Gantzer, S. Skrabber, J. Jofre. 2003. Occurrence and densities of bacteriophages proposed as indicators and bacterial indicators in river waters from Europe and South America. *Jour. of Appl. Microbiol.*, 94: 808-815.
- Organización Mundial de la Salud. 1995. Guías para la calidad del agua potable. Ginebra, 195 p.
- Organización Mundial de la Salud. 1996. Ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química- *ILSI Press.* Washington DC. 221 p.
- Organización Mundial de la Salud, 1999. Health-based Monitoring of Recreational Waters (The "Annapolis Protocol"). Annapolis. USA. 50 pp.

Beatriz L. de Abramovich
Sección Aguas- Facultad de Bioquímica y Cs.
Biológicas (UNL)
Paraje El Pozo- (3000) Santa Fe
e-mail: blerman@fcb.unl.edu.ar