

GRADO DE RIESGO SANITARIO EN ACUEDUCTOS Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN COSTARRICENSE



Carmen Valiente Álvarez¹

RESUMEN

El papel del agua para consumo humano ha sido fundamental, tanto en la prevención como en la transmisión de agentes causantes de diarreas por ejemplo: *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae 01*, *Escherichia coli*, rotavirus; así como otras enfermedades de transmisión hídrica: Hepatitis A, Polio y Parasitosis Intestinal. Más de un billón de personas alrededor del mundo consumen agua contaminada, y cada año 3.4 millones de éstas, principalmente niños, mueren a causa de enfermedades de transmisión hídrica; de estas muertes 2.2 millones son causadas por enfermedades diarreicas. La diferencia entre prevenir o transmitir este tipo de enfermedades depende de varios factores, dentro de los principales tenemos la calidad microbiológica del agua, la higiene y el saneamiento ambiental. El objetivo principal de este trabajo es demostrar la utilidad práctica, predictiva y preventiva de implementar programas de Vigilancia Sanitaria en los acueductos, que involucren la determinación del grado de riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura que lo componen (fuentes de abastecimiento, tanques de almacenamiento y redes de distribución); con el propósito de evitar que la población se vea afectada por enfermedades de transmisión hídrica. Para lo cual se efectuó el análisis y la comparación de los brotes de diarrea ocurridos en la población desde 1999 hasta mayo de 2003 y los resultados del Programa de Vigilancia Sanitaria de acueductos, demostrando que existe una relación entre los acueductos con grados de riesgo mayores y la vulnerabilidad en que se encuentran para el desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica, en este caso, brotes de diarrea. Como resultado se obtuvo que en la mayoría de los brotes de diarrea el grado de riesgo era, desde intermedio, hasta muy alto y la prioridad de acciones correctivas de muy alta, hasta urgente. Se presenta un cuadro que resume los casos de brotes de diarrea, los agente etiológicos aislados y el grado de riesgo en los acueductos afectados. La finalidad de estas acciones radica en corregir las deficiencias encontradas en los acueductos que presenten el mayor grado de riesgo sanitario para evitar el desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica en los usuarios del sistema.

Palabras clave: agua potable, diarrea, bacterias patógenas, vulnerabilidad, Vigilancia sanitaria, brotes.

¹M.Sc. en Microbiología. Laboratorio Nacional de Aguas AyA. cvaliente@aya.go.cr

Introducción

Las enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada, con la inadecuada disposición de excretas, la inadecuada preparación de alimentos y los ambientes intra domiciliarios sin condiciones higiénicas mínimas, constituyen el mayor reto a nivel mundial para la salud de la población en los países en vías de desarrollo y se encuentran entre las causas principales de salud-enfermedad. El mantener principalmente en los niños niveles de salud óptimos, no es posible sin disponer de una fuente de agua para consumo que sea potable y ambientes saludables. Más de un billón de personas alrededor del mundo consumen agua contaminada y cada año 3.4 millones mueren a causa de enfermedades de transmisión hídrica; de estas muertes, 2.2 millones de personas mueren de diarrea, el 90% de estas muertes ocurren en niños, principalmente de países en vías de desarrollo. Así tenemos que cada ocho segundos un niño muere de enfermedades de transmisión hídrica (WHO 2001, 2000, 1999, 1998; WHO/UNICEF 2001).

El papel del agua a nivel mundial ha sido fundamental, tanto en la prevención como en la transmisión de agentes causantes de por lo menos una o más de las seis enfermedades asociadas a suministros de agua y saneamiento, como son la diarrea bacteriana y viral, ascariasis, dracunculiasis, gusano de Guinea, esquistosomiasis y el tracoma. En nuestro país hemos podido determinar que el agua



para consumo humano ha estado involucrada en casos de diarrea, Hepatitis A, Poliomielitis y parasitosis causadas por helmintos y protozoarios. La diferencia entre prevenir o transmitir este tipo de enfermedades de origen hídrico, depende de varios factores, dentro de los principales de acuerdo con estudios de la Organización Mundial de la Salud son: agua segura, servicios de saneamiento básico y adecuados hábitos higiénicos en la población. Unido a esto podemos contribuir al primer punto si disponemos de un adecuado mantenimiento de la infraestructura que compone un acueducto (fuentes de abastecimiento, tanques de almacenamiento y redes de distribución), para disminuir el grado de riesgo de contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua y ha disminuir la vulnerabilidad del mismo. Con todo esto, cuando la población dispone de agua intradomiciliar, agua potable, educación en hábitos higiénicos y saneamiento básico, los casos de diarrea pueden reducirse en un 26%. Desde este punto de vista el 40% de la población mundial de 6 billones de personas

no tienen condiciones sanitarias básicas aceptables, y más de un millón de personas obtienen el agua de fuentes inadecuadas o sea, no disponen de agua potable (WHO 2001, 2000, 1999 y 1998; WHO/UNICEF 2001).

Actualmente el término “Agua Segura” implica una serie de aspectos, dentro de los que podemos mencionar la protección de las fuentes de abastecimiento; transporte seguro y almacenamiento adecuado del agua, tanto fuera como dentro de las casas; facilidades para disponer de agua en cantidad y calidad adecuada para la limpieza personal, la preparación de alimentos y el lavado de la ropa; disposición sanitaria de excretas. Este último punto es el control de las heces tanto de adultos como de niños de tal forma que éstas no entren en contacto con fuentes de agua, alimentos u otras personas, evitando de este modo su contaminación, para evitar o romper la cadena de transmisión de las enfermedades relacionados con la contaminación fecal. Desde hace muchos años en la conferencia de Mar de Plata en 1977, se concluyó que: “todas las personas, cualquiera que sea su estado de desarrollo y su condición social y económica, tienen el derecho a tener acceso al agua potable en cantidad y calidad para satisfacer todas sus necesidades básicas” (OMS 1993).

El objetivo principal de este trabajo es demostrar la relación directa entre los resultados de implementar programas de Vigilancia Sanitaria en los acueductos, determinando el grado de riesgo y vulnerabilidad

que poseen y la ocurrencia en los usuarios de estos sistemas de enfermedades de transmisión hídrica, en este caso brotes de diarrea.

Brotes de Diarrea

El Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) forma parte de la Red Nacional de EDA's Cólera (Enfermedades Diarreicas Agudas y Cólera) y de la Subcomisión Nacional de Diagnóstico de EDA's Cólera en Costa Rica, colaborando con el estudio de brotes de diarrea que se presentan en el territorio nacional, a través del análisis de microorganismos patógenos en el agua. El LNA realiza como parte de sus funciones la evaluación sistemática de la calidad del ACH suministrada a la población costarricense, mediante la elaboración y ejecución de programas de muestreo para análisis físico-químicos y microbiológicos del agua. En el caso de los brotes de diarrea, además de la determinación de los indicadores microbiológicos, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, se busca aislar e identificar bacterias patógenas de las familias Enterobacteriaceae y Vibrionaceae. La finalidad de estas acciones radica en aislar e identificar el agente etiológico responsable en cada brote de diarrea y realizar en las comunidades afectadas inspecciones sanitarias de los sistemas de abastecimiento de agua; todo esto con el fin de emitir las recomendaciones necesarias para corregir las deficiencias encontradas en el sistema afectado. En Costa Rica, la atención integral de los brotes de diarrea se coordina y ejecuta

entre el área epidemiológica del Ministerio de Salud, con las unidades de salud de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS) en el área clínica, con el Laboratorio Nacional de Aguas con sede en AyA para los análisis del agua de consumo humano y con el Centro de Referencia para enfermedades diarreicas y cólera (EDAS` cólera) ubicado en el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), para el análisis de alimentos y la ratificación de cepas. Esta atención integral se realiza combinando acciones por medio del estudio de pacientes, el análisis de las muestras de heces diarreicas y realizando un esfuerzo por determinar las posibles fuentes de contaminación, sean alimentos o el agua (Valiente y Mora 2002). Los orígenes más comunes de los brotes han sido la ingestión de alimentos contaminados y/o el consumo de agua no potable, lo cual facilita la contaminación fecal-oral. Sin embargo, aunque se reconoce que en los últimos años hemos avanzado en el diagnóstico y atención de las diarreas, aún falta mucho por hacer en el campo de aislamiento e identificación de los agentes patógenos, debido a que éstos se estudian, en forma exhaustiva, solamente en los brotes y no en forma rutinaria. Por otro lado, existe actualmente un 24% de la población costarricense que recibe agua de calidad no potable (833.000 personas) las cuales viven en un riesgo permanente de contraer diarreas de origen hídrico. Otro aspecto importante en la atención de enfermedades de origen hídrico es que en algunos casos los cuadros clínicos ocurren o se manifiestan mucho después del momento o

período de contaminación inicial y el agua que contenía el agente etiológico probablemente ya no está disponible, lo cual impide establecer la relación epidemiológica entre el agua y los brotes de diarrea respectivos. Esta situación es más evidente en aquellas enfermedades transmitidas por el agua cuyo período de incubación es muy largo, como ocurre por ejemplo con la Hepatitis A.

Vigilancia Sanitaria

A través de los tiempos se han realizado inminentes esfuerzos enfocados en lograr que las poblaciones sean abastecidas con agua potable, y simultáneamente se han desarrollados programas de control de calidad para el agua de consumo humano. En los últimos tiempos el concepto de programas de control de calidad del agua ha sufrido un nuevo enfoque transformándose en programas de Vigilancia Sanitaria. Estos programas se fundamentan en dos aspectos importantes: el nivel de contaminación fecal, el cual es determinado por la concentración de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* y las inspecciones sanitarias a los sistemas de suministro de agua. Ambos aspectos permiten obtener el grado de riesgo para la salud a la que está expuesta una población. Este nuevo enfoque es particularmente importante debido a que en el pasado la vigilancia se apoyaba únicamente en el resultado de los análisis bacteriológicos, siendo importante enfatizar que “el análisis bacteriológico únicamente es representativo de un momento en el tiempo, mientras que

la inspección sanitaria contempla no solo la historia previa de las instalaciones, sino también los futuros puntos de riesgo que esta posea". La principal consecuencia que se deriva de este nuevo enfoque es que la inspección sanitaria no solo revela los actuales puntos de contaminación, sino también puede predecir incipientes puntos potenciales de riesgo, los cuales pueden ser prevenidos evitando así que en el futuro se vuelvan puntos de contaminación importantes. Los dos parámetros tienen igual valor, pero la combinación de ambos nos da una mejor visión del problema, pues no solo determina los puntos contaminados, sino que incluye cual es el grado de acciones correctivas necesarias para implementar la calidad del agua en los sistemas y disminuir el riesgo para la salud de la población abastecida (Lloyd & Helmer 1991).

Los programas de vigilancia sanitaria representan un gran esfuerzo para implementar una vigilancia rutinaria y establecer procedimientos de aplicación para los servicios de suministro de agua en sectores rurales y urbanos.

En su aplicación poseen dos componentes significativos:

- En primer lugar se desarrolla una estrategia para unir los resultados obtenidos de los análisis de calidad del agua con las inspecciones sanitarias, con el fin de dar prioridad a las inversiones para realizar las acciones correctivas que conlleven a

remediar los problemas que han sido identificados.

- En segundo lugar, se logra unificar esfuerzos entre los dos roles importantes: el de las instituciones encargadas del abastecimiento de agua y el del ente rector o autoridad reguladora en el campo del agua y la salud. Ambas funciones son reconocidas y el programa permite congeniar estos roles para maximizar los beneficios de la Vigilancia Sanitaria del Agua. Las instituciones en cargadas de los acueductos deberán ejercer el control de calidad microbiológico y físico-químico, así como la vigilancia de sus acueductos con la periodicidad establecida por las normas internacionales o por el ente regulador de cada país, para garantizar que el agua suministrada a la población sea de calidad potable. El ente rector o autoridad reguladora es el encargado de ejercer la supervisión de todas estas instituciones, para lo cual deberá planificar una serie de auditorías de calidad de todos los acueductos del país, así como solicitar los resultados de los programas locales de Vigilancia Sanitaria. Los programas de Vigilancia Sanitaria representan un gran esfuerzo para implementar una vigilancia rutinaria y establecer procedimientos de aplicación para los servicios de suministro de agua en sectores rurales y urbanos.

En Costa Rica, el primer programa de Vigilancia Sanitaria inició en enero de 1996 como una iniciativa del Laboratorio Nacional de Aguas y se mantiene vigente hasta el presente (Valiente & Pedley 1997; Valiente

1999). Para desarrollar el programa se seleccionó un equipo multidisciplinario de trabajo, se diseñaron y adaptaron a nuestro país las fichas de campo que iban a utilizarse para las inspecciones sanitarias (Valiente 1999; Valiente y Portuguez 2000). Estas fueron confeccionadas para nacimiento, toma de río, pozo, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento y red de distribución. Las fichas diseñadas para este programa tienen diez preguntas, pero pueden confeccionarse con todas las que se considere necesario, deben contestarse con un SI o NO según preguntas que involucren un grado de riesgo para la contaminación del acueducto; finalmente debe darse un valor total en porcentaje a cada estructura. Por lo que las respuestas afirmativas corresponden a problemas sanitarios, lo ideal es obtener una calificación de cero, no contestar ninguna pregunta afirmativamente. Entre más se acerque a diez, el resultado empeora porque esto significa un alto grado de vulnerabilidad de la estructura que conlleva un grado de riesgo para la salud. Esta valoración corresponde a los grados de la inspección sanitaria, los cuales serán cotejados con el resultado del aislamiento de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*. Es de suma importancia enfatizar que las fichas para la inspección sanitaria se responden en el campo después de la observación directa de las estructuras y las condiciones sanitarias que existan. Se han elaborado croquis para cada acueducto. El disponer de croquis permite realizar el

trabajo de muestreo y las inspecciones sanitarias en una forma homogénea, facilitando que el trabajo y los resultados sean comparables. Una vez realizados los croquis de cada acueducto y establecido el número de visitas de inspección sanitaria por año y la frecuencia - número de muestras bacteriológicas por sistema por año según el número de usuarios, se procede a realizar los muestreos para determinar la calidad del agua en el laboratorio y las inspecciones sanitarias. El programa de Vigilancia Sanitaria tiene la ventaja de involucrar al personal responsable de los acueductos, pues son ellos los que con cierta periodicidad deben ir a realizar las inspecciones sanitarias de sus sistemas de agua. Una vez detectados los posibles problemas que ocasionan la contaminación, puede disminuirse la frecuencia de los muestreos microbiológicos hasta tanto no se realicen las mejoras al sistema, dado que para muchas comunidades resultan muy caros y fuera de su alcance. Con esto, las instituciones pueden ahorrar recursos para utilizarlos en mejoras y mantenimiento, pues carece de sentido que una vez se tenga el perfil de la calidad microbiológica se continúe con muestreos exhaustivos que siempre darán resultados semejantes, hasta que no se corrija la causa que provoca la contaminación.

Material y Métodos

Se realiza una comparación entre los resultados del Programa de Vigilancia Sanitaria

del Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y los brotes de diarrea ocurridos en Costa Rica de marzo entre 1999 y setiembre de 2003, evaluando la importancia que tuvo el suministro de agua no potable en el desarrollo de los mismos y el establecimiento del grado de riesgo sanitario como mecanismo de predicción y prevención de estos eventos. La finalidad de estas acciones radica en corregir las deficiencias encontradas en los acueductos priorizando la inversión en aquellos que presenten el mayor grado de riesgo sanitario para evitar el desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica en los usuarios del sistema.

La metodología utilizada es el análisis y la comparación entre los brotes de diarrea ocurridos en la población en este período, la ubicación de estos en el Sistema Cualitativo de evaluación de la importancia del agua de en la transmisión de diarreas y los resultados del Programa de Vigilancia Sanitaria de acueductos. Con el fin de demostrar que existe una relación entre los acueductos con grados de riesgo

mayores y la vulnerabilidad en que se encuentran para el desarrollo de enfermedades de transmisión hídrica, en este caso, brotes de diarrea.



Inspección sanitaria en Captación Monge, Guatuso de Patarrá. Marzo 2004

Análisis de brotes de diarrea

- *Recopilación de la Información:* los datos del brote se recopilan en dos formularios previamente diseñados para este fin. En el primer formulario se tendrán los datos epidemiológicos del brote y en el segundo formulario los datos relacionados con el abastecimiento de agua en los lugares afectados.
- *Muestreo y Análisis de Aguas:* el muestreo se realiza de forma inmediata, procediendo a recolectar muestras en cada sistema de distribución de agua en los lugares afectados. Esto incluye las fuentes de abastecimiento (nacimiento, pozos, ríos), los tanques de almacenamiento y las redes de distribución; en estas últimas se recolecta un mínimo de tres muestras de agua, para lo cual se seleccionan los lugares en donde habitan



Brote de diarrea en Paraíso de Cartago, Costa Rica, Febrero 2004

o frecuentan las personas afectadas por el brote, como casas de habitación, escuelas, iglesias, salones comunitarios. En cada fuente de abastecimiento se recolecta un galón de agua; en los tanques de almacenamiento y la red de distribución se recolecta un mínimo de un litro de agua; en ambos casos las muestras se recogen en frascos estériles y se transportan en hieleras aproximadamente a 4°C. Una vez en el LNA se realizan los análisis microbiológicos de coliformes fecales siguiendo las directrices del "Standard Methods" (Clesceri "et al" 1998).

- *Procesamiento de las muestras para análisis microbiológicos:* en el laboratorio se filtra la muestra de agua a través de una membrana de nitrocelulosa de 0,45µ y 47mm de diámetro. Para el enriquecimiento se utiliza medio caldo GN o agua peptonada pH 7.2 en erlenmeyer de 500ml estériles. Cada membrana se coloca en este medio y se incuba por 18 - 24 horas a 37°C.
- *Identificación de enterobacterias:* a partir del medio de enriquecimiento se procede a inocular los siguientes medios de cultivo: XLD y Tergitol 7 sin TTC. Se incuban los medios a 37°C por 18-24 horas y se procede a la identificación de las colonias para lo cual se realiza la prueba de oxidasa y tinción de Gram. Deben seleccionarse cuantas colonias sean necesarias de todas las placas inoculadas y proceder a la identificación bioquímica. La confirmación de las cepas de *Shigella* y *Salmonella* se realiza por medio de API y serología.
- *Identificación de Aeromonas sp:* se procede a inocular con dos asadas del

medio de enriquecimiento el medio GSP para aislamiento e identificación de *Pseudomonas-Aeromonas*. Se incuba el medio a temperatura de 37°C por 24 horas. Se procede a la identificación de las colonias para lo cual se realiza inicialmente la prueba de oxidasa y la tinción de Gram. Deben seleccionarse varias colonias sospechosas y proceder a realizarles pruebas bioquímicas.

- *Identificación de Vibrio sp.:* se procede a inocular con dos asadas del medio de enriquecimiento APA, de la zona microaerofílica inmediatamente debajo de la superficie, a placas de medio TCBS para aislamiento e identificación de *Vibrios sp*. Se incuba a temperatura de 37°C por 18 a 24 horas. Se procede a la identificación de las colonias para lo cual se realiza inicialmente la prueba de oxidasa y la tinción de Gram. Deben seleccionarse varias colonias sospechosas y proceder a realizarles pruebas bioquímicas y serología.

Programa de Vigilancia Sanitaria

Comprende las siguientes etapas de realización:

- Realizar un inventario de los acueductos.
- Realizar las inspecciones y cuestionarios de inspección sanitaria para identificar las posibles fuentes de contaminación y puntos de riesgo de cada sistema.
- Realizar los muestreos bacteriológicos y físico-químicos.

- Obtener el grado de riesgo para cada estructura que compone el acueducto basándonos en los datos obtenidos en los puntos anteriores. Este grado deberá obtenerse por sistemas y desglosado para cada una de las estructuras que lo componen. Finalmente basándose en el grado de riesgo obtenido puede obtenerse un cuadro global de todos los acueductos. Así mismo, para poder priorizar las inversiones pueden obtenerse cuadros resumen por estructuras, por ejemplo de las redes de distribución, de los tanques de almacenamiento o de las fuentes de abastecimiento.

- Seleccionar los sistemas urgentes correlacionando el grado de riesgo de cada acueducto con su población.

- Priorizar las acciones correctivas y la asignación de recursos, de acuerdo con el grado de riesgo para la salud que presenten.

- Darle continuidad al programa de Vigilancia Sanitaria a través del tiempo.

Descripción de la clasificación del programa de vigilancia sanitaria para AyA:

Para utilizar en acueductos de Costa Rica se ha establecido un esquema de clasificación considerando los siguientes parámetros: el ámbito de contaminación bacteriana utilizando como indicador a los coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* (6,13) y

estableciendo las categorías de acuerdo a los resultados microbiológicos obtenidos previamente y la clasificación por grados para las inspecciones sanitarias. Con base en estas dos categorías se da la clasificación del grado de riesgo para la salud a que están expuestos los usuarios de cada acueducto. Debido a la buena experiencia que hemos tenido al utilizar un código de colores para identificar fácilmente las categorías de la norma para el control de calidad microbiológico, es que se ha introducido un código de colores similar al utilizado en nuestro laboratorio, con algunas modificaciones, dentro de estas la principal es que se ha incluido una categoría estadísticamente significativa, que corresponde a la ausencia total de coliformes fecales y a estructuras en perfectas condiciones, esta categoría se identificará por el color azul.

- Las categorías para la concentración de coliformes fecales son cinco: A, B, C, D y E, definiéndose de acuerdo con la concentración de coliformes fecales detectados en el agua.

- Para los acueductos no clorados en la categoría A no se detectan coliformes fecales por lo que el valor es cero, en la categoría B el valor es de 1 a 4, en la categoría C es de 5 a 50, en la categoría D es de 51 a 100 y en la categoría E corresponde a valores mayores o iguales a 101. (Cuadro 1):

CUADRO 1
ESQUEMA DE CLASIFICACION PARA LA CONTAMINACION BACTERIANA
DE LOS ACUEDUCTOS NO CLORADOS
COSTA RICA

AMBITO	COLIFORMES FECALES NMP/100 mL	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	CÓDIGO COLORES
A	0	RIESGO NULO	
B	1 - 4	RIESGO BAJO	
C	5 - 50	RIESGO INTERMEDIO	
D	51 - 100	RIESGO ALTO	
E	≥ 101	RIESGO MUY ALTO	

b. Para los acueductos clorados se utilizan dos tablas, una para los acueductos con mas de 20 muestras anuales y otra para aquellos con menos de 20 muestras anuales, en la categoría A no se detectan coliformes fecales por lo que el porcentaje de negatividad es 100% en ambos casos, en

la categoría B el porcentaje es 95-99.9% en el primer caso y de 90-99.9% en el segundo, en la categoría C es de 80-94.9% y de 80 a 89.9%, en la categoría D es 60-79.9% en ambos casos y en la categoría E corresponde a valores mayores o iguales a 59.9%.

CUADRO 2
ESQUEMA DE CLASIFICACION PARA LA CONTAMINACION BACTERIANA
DE LOS ACUEDUCTOS CLORADOS CON MAS DE 20 MUESTRAS ANUALES
COSTA RICA

AMBITO	COLIFORMES FECALES %NEGATIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	CÓDIGO COLORES
A	100	RIESGO NULO	
B	95-99.9	RIESGO BAJO	
C	80-94.9	RIESGO INTERMEDIO	
D	60-79.9	RIESGO ALTO	
E	≤ 59.9	RIESGO MUY ALTO	

CUADRO 3
ESQUEMA DE CLASIFICACION PARA LA CONTAMINACION BACTERIANA
DE LOS ACUEDUCTOS CLORADOS CON MENOS DE 20 MUESTRAS ANUALES
COSTA RICA

AMBITO	COLIFORMES FECALES %NEGATIVIDAD	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	CÓDIGO COLORES
A	100	RIESGO NULO	
B	90-99.9	RIESGO BAJO	
C	80-89.9	RIESGO INTERMEDIO	
D	60-79.9	RIESGO ALTO	
E	<=59.9	RIESGO MUY ALTO	

En ambos casos únicamente la categoría A corresponde al agua potable (color azul), las otras categorías corresponden al agua de calidad no potable (colores celeste, verde, amarillo y rojo), dentro de estas la categoría B, en los acueductos no clorados, se considera agua de calidad satisfactoria (color celeste) (Cuadros 2 y 3):

- Las categorías de inspección sanitaria están comprendidas del 0 al 10. Correspondiendo

a los valores encontrados de acuerdo con las deficiencias estructurales detectadas en los acueductos que puedan tener una directa incidencia en la contaminación del agua. Así para un valor de inspección sanitaria de 0 corresponde un riesgo nulo, para valores de 1 y 2 el riesgo es bajo, para 3 y 4 el riesgo es intermedio, de 5 a 7 el riesgo es alto y para 8, 9 y 10 el riesgo es muy alto (Cuadro 4).

CUADRO 4
GRADOS DE CLASIFICACIÓN PARA LAS INSPECCIONES
SANITARIAS DE LOS ACUEDUCTOS DE AyA
COSTA RICA

GRADO	CALIFICACIÓN DEL RIESGO	CÓDIGO COLORES
0	RIESGO NULO	
1 - 2	RIESGO BAJO	
3 - 4	RIESGO INTERMEDIO	
5 - 7	RIESGO ALTO	
8 - 10	RIESGO MUY ALTO	

- El grado de riesgo para la salud corresponde a la combinación de las dos categorías anteriores: concentración de coliformes fecales con las categorías A, B, C, D y E; y grado de inspección sanitaria con los porcentajes comprendidos entre 0 y 100%. El grado de riesgo se presenta en cinco categorías: riesgo nulo, riesgo bajo, riesgo intermedio, riesgo alto y riesgo muy alto (Figura 1).
- Cada una de estas categorías corresponden a un ámbito de acciones correctivas:

acciones, baja, mediana o alta prioridad de acciones y acciones urgentes (Figura 1).

Resultados

En la figura 1 se muestra la ubicación, de acuerdo con el Programa de Vigilancia Sanitaria, de las redes de distribución de los 26 acueductos analizados, se puede observar el grado de riesgo sanitario y la prioridad de acciones correctivas.

**FIGURA 1
PROGRAMA DE VIGILANCIA SANITARIA
DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ACUEDUCTOS**

ÁMBITO COLIFORMES FECALES		GRADO DE INSPECCIÓN SANITARIA											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
E				15		18					23	22	26
D						10	25			1-6			
C		7	19	11-20	21-24	3-4-5	13 14	12 17		1-6			
B				8-									
A				2-9									

RIESGO NULO	RIESGO BAJO	RIESGO INTERMEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO
NO ACCIONES	BAJA PRIORIDAD ACCIONES	MEDIANA PRIORIDAD ACCIONES	ALTA PRIORIDAD ACCIONES	ACCIONES URGENTES

- 1.Naranjo
- 2.Barrio Jesús
- 3.Santa Bárbara
- 4.San Pedro Barva
- 5.Grecia
- 6.Palmares.
- 7.Centro La Reforma
- 8.Hospital Ciudad Neilly
- 9.Santa Bárbara

- 10.Monteverde
- 11.Río Segundo Alajuela
- 12.Santa María Dota
- 13.Guayabal Dota
- 14.Cuesta Cedral Dota
- 15.Palmares Fábrica
- 16.Alajuela Centro
- 17.Santa María Dota
- 18.San Rafael de Dota

- 19.Cárcel G.Rodríguez
- 20.San Lorenzo Tarrazú
- 21.Orosi de Cartago
- 22.Cabagra B.Aires
- 23.Talamanca
- 24.Santa Bárbara
- 25.Santa María Dota
- 26.Turubares

En el Cuadro 6, se enlistan los agentes etiológicos bacterianos potencialmente patógenos, aislados del agua, asociadas a brotes de diarrea. Las bacterias aisladas pertenecen principalmente a la familia Enterobacteriaceae. También en el 45% de los brotes se aislaron bacterias del género *Aeromonas*. En menor porcentaje, 4%, se ha aislado *Vibrio cholerae* no O1 no toxigénico.

CUADRO 6 BACTERIAS POTENCIALMENTE PATÓGENAS AISLADAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN BROTES DE DIARREA COSTA RICA 1999-2003		
<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella pneumonia</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>
<i>Salmonella serogrupo B</i>	<i>Klebsiella ozaenae</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>
<i>Salmonella othmarschen</i>	<i>Klebsiella oxytoca</i>	<i>Enterobacter sakazakii</i>
<i>Salmonella javiana</i>	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Morganella morganii</i>
<i>Shigella flexneri 2a</i>	<i>Providencia alcalifasciens</i>	<i>Proteus vulgaris</i>
<i>Shigella sonnei</i>	<i>Providencia stuartii</i>	<i>Proteus mirabilis</i>
<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Providencia rettgeri</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Citrobacter diversus</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
<i>Citrobacter amalonaticus</i>	<i>Aeromonas caviae</i>	
<i>Vibrio cholerae</i> no O1	<i>Aeromonas sobria</i>	

En todos los acueductos en los cuales se presentaron brotes de diarrea, el agua era no potable. En el 90% carecía de tratamiento y/o desinfección con cloro residual y en el 10% restante aunque se suponía era un acueducto clorado, en el momento del evento la desinfección estaba ausente.

En sólo un caso, la epidemia de diarrea que afectó a la población se produjo posterior a un desastre natural, inundaciones y deslizamientos.

Las principales bacterias potencialmente patógenas aisladas fueron¹:

- *Salmonella*, con *S. Serogrupo B*, *S.othmarschen* y *S.javiana*;

- *Shigella* con *S.sonnei* y *S.flexneri 2^a*.
- *Escherichia coli*. Enteroinvasiva (EIEC) y enterotoxigénica (ETEC).
- *Aeromonas hydrophila*
- *Vibrio cholerae* no O1 no toxigénico (un caso).

Se presenta un cuadro resumen (cuadro 7) con aquellos lugares en los cuales se presentaron brotes de diarrea entre 1997 y setiembre de 2003, y que tienen realizado el análisis del grado de riesgo (Programa Vigilancia Sanitaria). El cuadro se presenta por lugar de ocurrencia, número de personas afectadas, principales patógenos aislados y ubicación en el programa de Vigilancia Sanitaria con el grado de riesgo y prioridad

1. La serotipificación y confirmación de cepas bacterianas, fué realizada por el Centro Nacional de Referencia en enfermedades diarreicas y cólera del INCIENSA. Costa Rica.

de acciones correctivas. Como resultado podemos observar que de los veintisiete acueductos afectados el 24% se encontraban en Grado de Riesgo Intermedio, código verde; el 32% en grado de riesgo Alto, código amarillo y el 36% en grado de riesgo Muy Alto, código rojo. En resumen tenemos que en la mayoría de los brotes de diarrea el grado de Riesgo va desde Muy alto hasta Intermedio, lo cual implica una prioridad de acciones correctivas de la infraestructura del acueducto, desde Mediana hasta urgente.

CUADRO 7
RELACIÓN ENTRE GRADO DE RIESGO Y BROTES DE DIARREA
COSTA RICA 1997 -2003

FECHA	PUNTO DE MUESTREO	PERSONAS AFECTADAS	MICROORGANISMO AISLADO	CÓDIGO COLORES	GRADO RIESGO	PRIORIDAD ACCIONES
21-Ago-97	Naranjo	90	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter aerógenes</i> <i>Citrobacter freundii</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i>		MUY ALTO	URGENTES
22-Mar-99	Barrio Jesús Santa Bárbara.	730	<i>Shigella sonnei</i> y <i>Escherichia coli</i>		INTERMEDIO	MEDIANA
23-Mar-99	Santa Bárbara Centro. Heredia.	74	<i>Enterobacter agglomerans</i> y <i>Citrobacter freundii</i> <i>Proteus mirabilis</i>		ALTO	ALTA
24-Mar-99	San Pedro de Barva de Heredia	15	<i>Salmonella serogrupo B</i> y <i>Escherichia coli</i>		ALTO	ALTA
10-Nov-99	Grecia Centro	>300	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>		ALTO	ALTA
24-Feb-00	Palmares. Alajuela	211	<i>Escherichia coli</i> , <i>Providencia alcalifasciens</i> , <i>Proteus vulgaris</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Enterobacter agglomerans</i> y <i>Morganella morganii</i>		MUY ALTO	URGENTES
18-Feb-00	Centro Penitenciario La Reforma.	300	<i>Aeromonas hydrophila</i> y <i>Escherichia coli</i>		INTERMEDIO	MEDIANA
12-May-00	Hospital de Ciudad Neilly	>60	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter aerógenes</i>		MUY ALTO	URGENTES

FECHA	PUNTO DE MUESTREO	PERSONAS AFECTADAS	MICROORGANISMO AISLADO	CÓDIGO COLORES	GRADO RIESGO	PRIORIDAD ACCIONES
31-May-00	Santa Bárbara Centro. Heredia.	>118	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus sp.</i> y <i>Aeromonas sp.</i>	[Green]	INTERMEDIO	MEDIANA
11-Jul-00	Los Olivos y San Bosco de Monteverde de Puntarenas	16	<i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Klebsiella sp</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i>		INTERMEDIO	MEDIANA
08-Ago-00	Río Segundo de Alajuela.	3*	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i> , <i>Proteus vulgaris</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i>		INTERMEDIO	MEDIANA
21-Sep-00	Santa María de Dota -Centro.	41	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter sp.</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i>	[Yellow]	ALTO	ALTA
21-Sep-00	Guayabal de Dota.	22	<i>Escherichia coli</i> , <i>Citrobacter diversus</i> y <i>Proteus sp.</i>		ALTO	
21-Sep-00	Cuesta Cedral de Dota.	17	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i>		ALTO	ALTA
08-Dic-00	Palmares. Fábrica de Medias y Calcetines. Pozo interno	40	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> , <i>Citrobacter sp.</i> , <i>Proteus vulgaris</i> y <i>Serratia sp.</i>	[Red]	MUY ALTO	URGENTES
23-Feb-01	Alajuela Centro: Naciente La Chayotera	>700	<i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	[Yellow]	ALTO	ALTA
	Red de distribución		Muestras negativas por bacterias.	[Red]	MUY ALTO	URGENTES
02-Mar-01	Santa María de Dota	58	<i>Shigella flexneri</i> y <i>Escherichia coli</i>	[Yellow]	ALTO	ALTA
02-Mar-01	San Rafael Este	32	<i>Shigella flexneri</i> y <i>Escherichia coli</i>	[Red]	MUY ALTO	URGENTES
16-Mar-01	Centro de Adaptación. Dr.Gerardo Rodríguez	160	<i>Escherichia coli</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i>	[Green]	INTERMEDIO	MEDIANA

FECHA	PUNTO DE MUESTREO	PERSONAS AFECTADAS	MICROORGANISMO AISLADO	CÓDIGO COLORES	GRADO RIESGO	PRIORIDAD ACCIONES
19-Sep-02	Orosi de Paraiso de Cartago	10	<i>Salmonella othmarschen</i> , <i>Escherichia coli</i> ,		INTERMEDIO	MEDIANA
2-Oct.-02	Pueblo Nuevo de Cabagra Buenos Aires	22	<i>Salmonella javiana</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Providencia</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Morganella</i> y <i>Proteus</i>		MUY ALTO	URGENTES
9-Oct-02	Talamanca Amubri, Cachabré y Suiro	>50	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i> y <i>Aeromonas sobria</i>		MUY ALTO	URGENTES
26-Feb-03	Santa Bárbara de Heredia	199	<i>Enterobacter aerógenes</i> y <i>E. Agglomerans</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Citrobacter freundii</i>		INTERMEDIO	MEDIANA
02-Mar-03	Santa María de Dota	61	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Citrobacter freundii</i>		ALTO	ALTA
2-Set-03	Turrubares	70	<i>Salmonella javiana</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Aeromonas sobria</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> y <i>Aeromonas hydrophila</i>		MUY ALTO	URGENTES

Discusión

El programa de Vigilancia Sanitaria fue diseñado para utilizarse en sistemas de abastecimiento de agua, dado que la información obtenida facilita la toma de decisiones a la hora de implementar las medidas correctivas o para la asignación de recursos destinados a efectuar mejoras relacionadas con los suministros de agua, a la población. Actualmente el mayor problema que se tiene en los países en vías de desarrollo

para poder emitir un criterio o para poder juzgar lo adecuado del servicio de suministro de agua está en la dificultad para determinar, principalmente en zonas rurales, la calidad del agua para consumo humano y poder relacionarla con el riesgo a enfermarse. Mientras en Costa Rica se han realizado enormes esfuerzos para que todas las poblaciones urbanas y rurales dispongan de agua en sus casas (incluyendo cantidad y continuidad), todavía existen lugares en los cuales se han realizado escasos esfuerzos

para lograr que el agua que se brinda a las comunidades sea apta para el consumo humano, de ahí que en nuestro país, con una cobertura de agua intra domiciliar del 98%, solo el 71% de la población recibe agua de calidad potable (de acuerdo al Informe Anual 2003 del LNA). Por lo que este tipo de programa es una solución para nuestros países en donde muchas veces las comunidades no poseen dinero para costear los análisis de laboratorio que un programa de control de calidad exige. Con este programa, las comunidades pueden efectuar sus inspecciones sanitarias y tratar de controlar los factores de riesgo que posean sus acueductos, mientras efectúan las mejoras tarifarias que les permitan implementar un Programa de Control de Calidad del agua. El programa de Vigilancia Sanitaria tiene la ventaja de involucrar al personal responsable de los acueductos, pues son ellos los que con cierta periodicidad deben ir a realizar las inspecciones sanitarias de sus sistemas de agua, utilizando fichas de campo muy sencillas para detectar los posibles problemas que ocasionan la vulnerabilidad del acueducto a contaminarse con microorganismos.

Es importante tener en consideración que aunque esta clasificación no incluye los resultados físico químicos, estos deben revisarse previo a tomar las medidas definitivas para asegurarse no existan problemas serios de calidad en este aspecto. También es recomendable, siempre que sea posible, que en aquellos puntos donde la calidad del agua

esté en las categorías D y E, se efectúen remuestreos para comprobar que los resultados obtenidos son constantes y no se deben a una situación puntual pasajera.

Considero importante destacar dos problemas comunes encontrados: en muchos acueductos no se tenía el conocimiento básico de como estaban diseñados sus sistemas de agua, únicamente unos pocos trabajadores, principalmente los fontaneros, los conocían; por lo tanto tampoco tenían croquis ni esquemas de los mismos. El otro problema encontrado fue que aunque a cada municipalidad pertenecen varios sistemas de agua, solamente tienen un dato global de la población abastecida, por lo que desconocemos el dato exacto de cuantos usuarios son abastecidos en cada sistema. Esto representa una dificultad, pues cada sistema tiene diferente grado de riesgo y vulnerabilidad.

Dentro de los principales logros que se obtienen con este programa están:

- La Vigilancia Sanitaria de los servicios de abastecimiento de agua provee una estructura para dar prioridad racional a las inversiones en el sector del agua y por lo tanto conlleva una reducción en el riesgo de exposición a las enfermedades asociadas con servicios de abastecimiento insatisfactorios.
- Este programa desarrolla una metodología apropiada que puede ser aplicada tanto en sectores rurales como urbanos.

- Los mecanismos que llevan a asegurarse los máximos beneficios de esta vigilancia pueden resumirse en el continuo esfuerzo que se realiza para alcanzar los estándares en todos los sistemas de suministro de agua potable; entendiéndose por estándares todo lo relacionado a calidad, cobertura, continuidad, costo, cantidad y materiales.
- EL desarrollo inherente que el programa conlleva de actividades educativas a todos los niveles, con la finalidad de crear en las personas una conciencia sobre la importancia del agua y la salud, del ambiente y del mantenimiento de las estructuras de sus sistemas de abastecimiento.
- El proporcionar un sistema para darle prioridad a las inversiones, lo cual se relaciona directamente con el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes al contribuir a disminuir el riesgo de contaminación en las instalaciones de los sistemas de abastecimiento de agua y contribuir a la expansión y mejoramiento de los servicios.
- La característica predictiva de los resultados, lo cual facilita el tomar decisiones previo a que ocurra un evento de contaminación que pueda provocar un brote de diarrea en los usuarios con aumentos en la morbi-mortalidad de la población.
- La disminución de la vulnerabilidad de un acueducto y del grado de riesgo a contraer enfermedades de transmisión hídrica que se da posterior a presentarse un brote de diarrea, asociado a las mejoras efectuadas en las estructuras que componen dicho acueducto.

En resumen, la atención inmediata de un brote de diarrea, lleva a reducir la cantidad de usuarios afectados, además la valoración del grado de riesgo en estos lugares nos facilita una herramienta importante para realizar las mejoras necesarias. Aunque lo ideal es efectuar este programa previo a que se presenten los eventos que enfermen a la población y que pueden causarle la muerte a algunos usuarios como ya ha sucedido. Además, demuestra que en circunstancias especiales es recomendable el realizar además del control de calidad del agua con indicadores microbiológicos (coliformes termotolerantes y *E.coli*), estudios específicos de detección de patógenos.

Los principales problemas encontrados en este estudio en los acueductos analizados, están relacionados a factores ubicados en dos categorías:

- Deficiencias en el estado y mantenimiento de las estructuras que componen el acueducto.
- Deficiente calidad microbiológica del agua utilizada para consumo humano: bebida, preparación de alimentos y labores higiénicas.

Enumerando los problemas asociados a los dos puntos anteriores, tenemos: captaciones y tanques de almacenamiento en condiciones inseguras para evitar la contaminación del agua, tapas no sanitarias y sin sistema de

seguridad (candado, tornillo), paredes de los tanques agrietadas o herrumbradas, presencia de sedimentos en el interior de los tanques, lo que evidencia falta de limpieza y mantenimiento, tuberías con fugas, zonas en la red de distribución con presiones bajas o con cortes de agua que afectan la continuidad del servicio, carencia de cercas de protección que impidan el acceso de personas y animales a las captaciones o los tanques de almacenamiento, deficiente calidad microbiológica y físico química del agua superficial captada, ausencia de sistemas de tratamiento y/o desinfección del agua, etc. Estas situaciones conllevan a infraestructuras inadecuadas, convirtiéndose en un círculo vicioso, en donde la infraestructura se deteriora y no se dispone de fondos para repararla, con lo que simultáneamente la calidad del agua empeora al estar expuesta a la contaminación ambiental.

Con la experiencia acumulada durante estos siete años atendiendo los brotes de diarrea coordinadamente con otras instituciones del sector salud, hemos podido observar que después de un brote de origen hídrico que afecte a la población en una comunidad, se logra que se realicen una serie de mejoras en el acueducto que los abastece, relacionadas con los problemas sanitarios detectados, observándose el mejoramiento en la calidad microbiológica del agua y disminuyendo el grado de riesgo y la vulnerabilidad del sistema. Como se observa en el cuadro 7, cuando no se realizan mejoras, los brotes se repiten año con año en la misma

comunidad. Los resultados del programa tienen carácter predictivo, por lo que deben de utilizarse para evitar la ocurrencia de brotes de diarrea en la población.

Es importante el implementar este tipo de programas, no sólo en acueductos involucrados en la transmisión de enfermedades de origen hídrico, sino en todos los acueductos en general, con lo cual se pueden implementar las medidas correctivas previo a la ocurrencia de eventos de contaminación que provoquen problemas de salud en los usuarios y pueden establecerse las probabilidades de que eventos de esta índole ocurran asociados a los grados de riesgo existentes en cada localidad.

Agradecimientos

Agradezco la colaboración del personal del Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), por haber hecho posible la implementación del programa de Vigilancia Sanitaria del Agua para acueductos, en la atención de brotes de diarrea. A Felipe Portugués por su colaboración en la adaptación del programa de vigilancia municipal para ser utilizado en los acueductos de AyA.

Referencias Bibliográficas

- Clesceri L. Greenberg A. & Eaton A. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington DC: American Public Health Association. 1998. 20th Edition. p.9-227.
- Lloyd,B. & Helmer,R. **Surveillance of Drinking Water Quality in Rural Areas**. New York: John Wiley & Sons. 1991. Pp.166.
- Organización Mundial de la Salud. **Guías para la calidad del agua potable: Vigilancia y control de los Abastecimientos de Agua a la Comunidad**. Ginebra: WHO. 1993 p.18-45.

- Reglamento de Calidad del Agua Potable.** La Gaceta No100. Costa Rica. 1997.
- Valiente,C. 1999. **Vigilancia Sanitaria del Agua: un nuevo enfoque para Municipalidades de Costa Rica.** En: Revista Costarricense de Salud Pública. 1998. 8(15) p.
- Valiente C. y Mora D. 2002. **El papel del agua para consumo humano en los brotes de diarrea reportados en el periodo 1999-2001 en Costa Rica.** Rev. Costarricense de Salud Pública, Año 11. (20): p. 26-40.
- Valiente,C. & Pedley,S. **Sanitary Surveillance in Costa Rica's Municipalities.** En: **Waterlines**, London. 1997. 16(1) p.6-9.
- Valiente C y Portuguez F. **Programa de Vigilancia Sanitaria para Acueductos de AyA.** Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Costa Rica. 2000.
- WHO/UNICEF. **Global Water Supply and Sanitation. Assessment 2000 Report.** 2001 En: http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/globassessment/foreword1.html
- World Health Organization. **WHO Highlights Global Impact of Unsafe Water.** Reuters Health Information. 2001. En: <http://id.medscape.com/reuters/prof/2001/03/03.23/20010322publ002.html>
- World Health Organization. **WHO Highlights Global Impact of Unsafe Water.** Burden of Disease and Cost-Effectiveness. 2000. En: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/burden/en/print.html
- World Health Organization. **WHO Safe Water and Sanitation.** 1999. En: <http://www.wpro.who.int/pdf/rcm51/rd/bhcp-1b.pdf>
- World Health Organization. **WHO/OMS Water and Sanitation.**1998. En: <http://www.who.int/int-fs/en/fact112.html>