

# EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO Y DEL AGUA RESIDUAL EN UNA POBLACIÓN DE BOGOTÁ (COLOMBIA)<sup>1</sup>

Camilo Venegas B.<sup>2</sup>  
Marcela Mercado R.<sup>3</sup>  
María Claudia Campos<sup>4</sup>

## RESUMEN

En Colombia el acceso al agua potable y a sistemas de saneamiento no están garantizados para buena parte de la población, por lo que el consumo de agua contaminada genera enfermedades de origen hídrico. La alternativa más utilizada para el acceso al agua potable es su almacenamiento dentro de las viviendas y la improvisación de sistemas de alcantarillado que generalmente se encuentran a cielo abierto. **Objetivo:** Evaluar la calidad microbiológica del agua utilizada para consumo y el agua residual cercana a las viviendas de una población en desplazamiento y su relación con la salud de la población. **Materiales y Métodos:** Se recolectaron 36 muestras de agua para consumo almacenadas en diferentes tipos de recipientes y de grifos, en caso de estar instalados. Adicionalmente se recolectaron 15 muestras de agua residual de forma aleatoria en un asentamiento ilegal compuesto en su gran mayoría por población desplazada. Para evaluar la calidad microbiológica del agua se analizaron como indicadores de contaminación de origen fecal *E. coli*, *C. perfringens* y colifagos somáticos. Simultáneamente se llevó a cabo la aplicación de encuestas de morbilidad sentida con el fin de establecer la posible relación entre las condiciones de vida de los habitantes, la

calidad del agua y la percepción del estado de salud. **Resultados y Conclusiones:** En 14 de las 36 casas seleccionadas y en las 15 de redes de alcantarillado a cielo abierto, se encontró contaminación de origen fecal. La encuesta de morbilidad realizada muestra cómo la calidad del agua y las condiciones de vida pueden influir en la salud de la población. La OMS considera que el agua para consumo debe estar libre de microorganismos que afecten la salud humana, para lo cual es importante su tratamiento, almacenamiento y aislamiento de redes de aguas residuales.

**Palabras clave:** agua potable, calidad del agua, *Clostridium perfringens*, colifagos, *Escherichia coli*, riesgo sanitario.

## EVALUATION OF THE MICROBIAL QUALITY OF DRINKING WATER AND WASTEWATER IN ONE POPULATION OF BOGOTA (COLOMBIA)

### ABSTRACT

In Colombia access to drinking water and sanitation are not guaranteed for the majority of the population, reason why the consumption

<sup>1</sup> Investigación apoyada por el Programa Vidas Móviles de la Pontificia Universidad Javeriana.

<sup>2</sup> Laboratorio de Indicadores de Calidad de Aguas y Lodos, Pontificia Universidad Javeriana, Departamento de Microbiología, Bogotá, Colombia, Carrera 7ª No. 43-82.

<sup>3</sup> Grupo Enfermedades Transmitidas por Vectores, Instituto Nacional de Salud, Avenida calle 26 No. 51-20 - Zona 6 CAN. Bogotá, D.C.

<sup>4</sup> Laboratorio de Indicadores de Calidad de Agua y Lodos, Pontificia Universidad Javeriana, Departamento de Microbiología, Bogotá, Colombia, Carrera 7ª No. 43-82. Tel: 3208320 Ext: 4138. Correo electrónico: campos@javeriana.edu.co

of contaminated water generates water-borne diseases. The most commonly used alternative to access drinking water is its storage in homes and the improvisation of sewerage systems typically found outdoors. **Objective:** To evaluate microbiological quality of drinking water and wastewater near the homes of displaced populations and its relationship with the community's health. **Materials and Methods:** Thirty-six (36) samples of drinking water for consumption stored in different types of containers and taps were collected where these were installed. Additionally 15 samples of wastewater were collected randomly in an illegal settlement, where most of the inhabitants were displaced persons. *E. coli*, *C. perfringens* and somatic coliphages were examined as fecal contamination indicators for microbiological water quality assessment.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia el desplazamiento a las grandes ciudades o sus alrededores, se debe principalmente a problemas de violencia debido a los enfrentamientos entre actores armados por lo que los habitantes de las zonas rurales se ven obligados a buscar lugares más seguros. El asentamiento de la población en estas zonas, donde no se cuenta con ningún tipo de control o intervención por parte del Gobierno, incide negativamente en las proyecciones de accesibilidad, infraestructura y cobertura de servicios públicos afectando la calidad de vida de los habitantes. La ausencia de sistemas de acueducto los obliga a buscar diferentes formas de transporte, abastecimiento y almacenamiento del agua, afectando su calidad microbiológica y convirtiéndola en un riesgo para la salud del consumidor (1, 2). El almacenamiento inadecuado del agua dentro de los hogares aumenta las posibilidades de contaminación con patógenos causantes de enfermedades de origen hídrico, por lo que es necesario determinar la calidad

Simultaneously, morbidity surveys were carried out to establish the possible relationship between the inhabitants' living conditions, water quality and health status perception. **Results and Conclusions:** Contamination of fecal origin was found in 14 out of the 36 selected houses and in 15 outdoors sewerages. The conducted morbidity survey shows how water quality and living conditions can influence the health of the population. WHO estimates that drinking water should be free from microorganisms that affect human health, reason why water treatment, proper storage and isolation of residual water are important facts to be considered.

**Key words:** *Clostridium perfringens*, coliphages, drinking water, *Escherichia coli*, health risk, water quality.

microbiológica del agua (3, 4). Para cumplir con este objetivo se analizan microorganismos indicadores de contaminación fecal, los cuales permiten conocer la calidad del agua y el riesgo sanitario para el consumidor (5-7).

La evaluación de la calidad microbiológica del agua debe incluir el análisis de bacterias, virus y parásitos; sin embargo, la exigencia de las normativas en cada país puede variar y en la mayoría de los casos incluyen solo el control de bacterias como coliformes y *Escherichia coli*. Algunos países como Inglaterra y Estados Unidos contemplan el control de parásitos y solo en el caso de aguas subterráneas se incluye el uso de colífagos como indicadores de presencia de virus patógenos de origen fecal (7, 8).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece la ausencia de cualquier microorganismo en el agua potable para consumo humano que pueda afectar la salud del consumidor, este parámetro es utilizado como guía de calidad del agua para la creación de reglamentos o normas

por autoridades nacionales (9). En Colombia la calidad microbiológica del agua potable se controla de acuerdo con el Decreto 1575/2007 (10) y su Resolución 2115 (11) y la del agua residual por medio del Decreto 1594/84, el cual incluye diferentes parámetros dependiendo del uso que se le va a dar (12). El Decreto para aguas potables incluye la detección y cuantificación de *Escherichia coli*, coliformes totales, mesófilos y *Giardia* y *Cryptosporidium*, cuyo valor permitido es de cero cuando se trata de agua de consumo humano. En relación a la calidad del agua residual el Decreto 1594/84 solo incluye el análisis de coliformes totales y fecales como microorganismos indicadores bacterianos. La normativa colombiana no incluye análisis de virus en aguas.

Si bien la mayoría de normativas incluyen solo el análisis de bacterias, es necesario analizar la presencia y la concentración de virus y de parásitos ya que están relacionados con enfermedades de origen hídrico y presentan una mayor resistencia a factores ambientales y a sistemas de desinfección tradicionales como el cloro. En el caso de los indicadores bacterianos se considera a *Escherichia coli* como el más específico de contaminación fecal. Como indicadores de contaminación parasitaria se ha propuesto el análisis de los protozoos *Giardia* y *Cryptosporidium*; sin embargo, su análisis es complejo y costoso, por lo que algunos autores sugieren el uso de esporas de *Clostridium* sulfito reductor ya que la resistencia que presentan podría ser similar a la observada en los quistes de *Giardia* y oquistes de *Cryptosporidium* (13, 14).

Para evaluar la presencia de virus de origen entérico se ha sugerido el uso de bacteriófagos F específicos, colífagos somáticos y fagos de *Bacteroides fragilis*, ya que estos presentan un comportamiento similar al de algunos virus patógenos causantes de enfermedades de origen hídrico, con la ventaja de que se analizan por medio de protocolos más económicos y fáciles de realizar en laboratorios de rutina (6, 15, 16). Para poder establecer la relación existente entre

la calidad del agua y las condiciones de vida, con la salud de la población, son útiles herramientas como las encuestas de morbilidad sentida las cuales permiten recoger datos directamente de una muestra de la población, dando una idea global de las enfermedades percibidas. Este tipo de encuestas permiten estimar la prevalencia de la enfermedad en una población, explorando variables como sistemas de saneamiento, situación socioeconómica y características del entorno, las cuales influyen en la aparición de enfermedad (17).

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad microbiológica del agua utilizada para consumo y agua residual y su posible relación con la salud de población desplazada en un asentamiento localizado en la ciudad de Bogotá.

## MATERIALES Y MÉTODOS

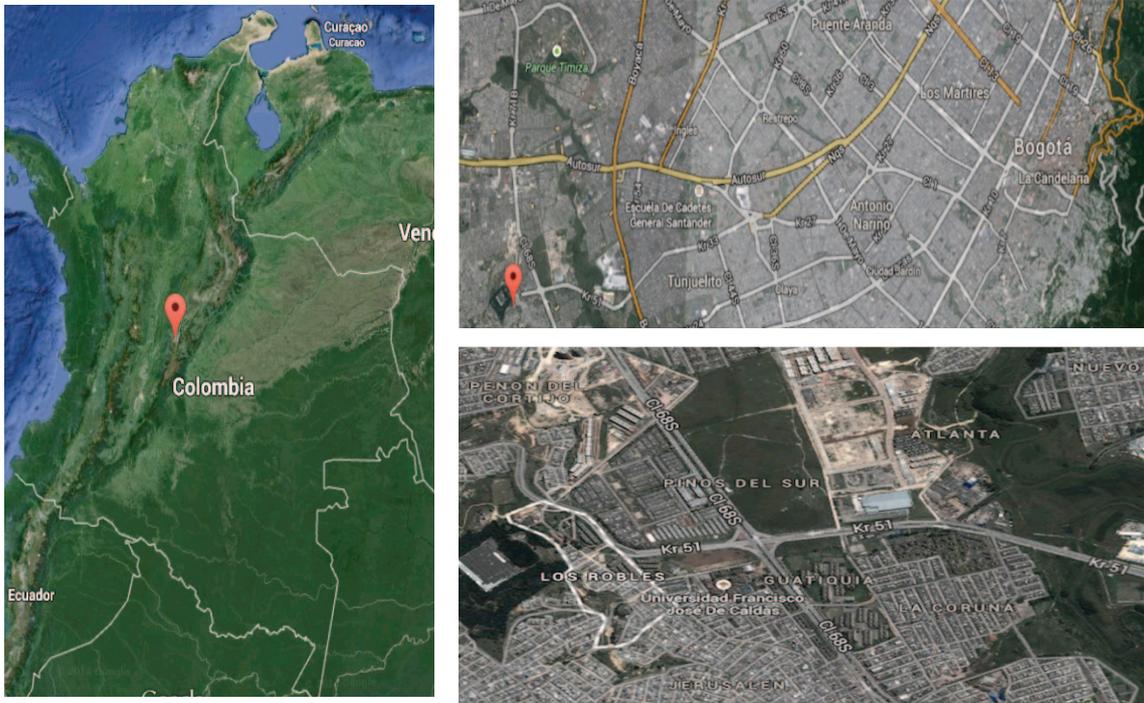
### Zona de estudio

El barrio Robles se encuentra localizado en la comuna 4 del municipio de Soacha el cual limita con la ciudad de Bogotá, Colombia (Figura 1). La comuna 4 es una de las zonas con mayor número de personas en condiciones de desplazamiento en Colombia generando un territorio con altos índices de pobreza, desempleo, bajos ingresos y sectores inmersos en la informalidad, lo cual hace difícil la proyección de infraestructura para el suministro de agua potable, redes de alcantarillado y recolección de residuos sólidos. En la comuna 4 se encuentran 14.061 viviendas de las cuales aproximadamente 800 están localizadas en el barrio Robles con un promedio de 6 habitantes por vivienda (1, 2, 18).

La falta de suministro de agua potable en este sector ha llevado a la comunidad a buscar formas de abastecimiento alternas como la captación de agua de forma ilegal, a partir del tubo principal de distribución de agua potable de la empresa prestadora del servicio. La captación se realiza través de conexiones clandestinas

construidas por algunos habitantes de la zona, los cuales controlan la distribución del agua generando un suministro intermitente a lo largo del día. Las redes de conducción del agua están instaladas de manera improvisada, sobre terrenos no pavimentados y en la mayoría de los casos presentan un progresivo deterioro. La recuperación de dichas redes se realiza

mediante el uso de cintas adhesivas o retazos de manguera. Debido a que el suministro de agua potable dentro de la zona es intermitente, es necesario que los habitantes almacenen el agua dentro de sus hogares en recipientes tales como ollas, envases y/o canecas con el fin de asegurar la disponibilidad de este recurso de manera continua.



Fuente: Imágenes tomadas de Google Maps.

**Figura 1.** Área objeto de investigación del presente artículo. En la fotografía se demarca con una línea discontinua de color blanco el barrio Robles, Soacha, Colombia.

En relación al sistema de alcantarillado, las casas cuentan con sanitarios que se encuentran conectados a redes de conducción que en la mayoría de los casos están a cielo abierto. La recolección de residuos sólidos es limitada, ya que el mal estado de las vías de acceso y las condiciones topográficas de estos sectores dificultan su recolección. La disposición de basuras se realiza sobre vías públicas, quebradas, lugares despoblados o en algunos casos se encuentran cercanas a las redes de agua potable o a las casas.

### Recolección y toma de muestra

El tamaño de muestra de agua potable se calculó a partir del programa Tamaño de la Muestra 1.0 mediante la aplicación de la fórmula de estimación puntual de la prevalencia, teniendo en cuenta una población de 800 viviendas, error tipo I de  $\alpha$  0,05. El cálculo arrojó un número de 36 viviendas para el análisis de la calidad del agua de consumo y la aplicación de la encuesta de morbilidad sentida. La selección de las casas a muestrear se hizo mediante un muestreo sistemático ya que

garantiza una mejor distribución de los sitios de muestreo en la zona de estudio. Las muestras de agua potable se tomaron a partir de los diferentes sitios de almacenamiento dentro de los hogares. En cada una de las viviendas se tomó 1,5 L de agua. Con el fin de evaluar y conocer la calidad microbiológica del agua antes de entrar a la casa, se recolectaron 3 muestras de forma aleatoria. Todas las muestras se conservaron a 4°C hasta su análisis teniendo en cuenta las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos en relación a la recolección y conservación de las muestras (19).

La recolección de las muestras de agua residual se llevó a cabo mediante muestreo aleatorio simple a partir de los diferentes canales de agua residual que se encontraban en la zona de estudio y que desembocan en la quebrada *Zanjón el ahorcado*. Se tomaron un total de 15 muestras de agua residual en frascos de 500 ml y se conservaron a 4°C hasta su análisis (19). La mayoría de los canales de agua residual se encontraban a cielo abierto y en contacto con las redes de agua potable fabricadas por los mismos habitantes de la zona; en épocas de lluvia se sobrepasa la capacidad de almacenamiento lo cual puede provocar desbordamiento e inundaciones.

El barrio Robles no cuenta con un sistema convencional de alcantarillado sino de zanjas o tubos improvisados por donde se transporta el agua residual que recorre parte del barrio. La ubicación de este sistema no coincide en todos los casos con las casas muestreadas; por esta razón, los sitios de recolección de aguas residuales se seleccionaron de manera aleatoria. La recolección de muestras tanto de agua potable como de agua residual se realizó en tiempo seco.

#### **Detección y cuantificación de *E. coli*, esporas de *Clostridium* sulfito reductor y colifagos somáticos en agua potable y residual**

La detección de los indicadores bacterianos *E. coli* (20) y esporas de *Clostridium* sulfito reductor (21) se realizó mediante la técnica de filtración por

membrana. Los colifagos somáticos se evaluaron mediante la técnica de doble capa de agar. En el caso de aguas potables los análisis se realizaron a partir de 100 ml y para las aguas residuales y debido a los niveles de contaminación, se realizaron diluciones (22).

#### **Aplicación de las encuestas de morbilidad sentida (EMS)**

En cada una de las 36 viviendas muestreadas se aplicó la EMS con el objetivo de conocer la percepción de la población sobre condiciones de vida, enfermedades prevalentes, hábitos de higiene y características del entorno, entre otras, y su relación con la salud de la población (Tabla 1).

#### **Análisis bivariado para establecer la relación entre la calidad del agua, las condiciones de vida y la salud de la población**

Para establecer la relación existente entre las variables incluidas en la encuesta de morbilidad sentida, la calidad del agua y la salud de la población, se aplicó la prueba de Chi cuadrado ( $\chi^2$ ). Se consideraba que existía una relación si el valor de  $p < 0,05$ . Las variables descriptivas de la encuesta de morbilidad sentida que presentaban algún tipo de relación con la calidad del agua potable fueron agrupadas con base a respuestas únicas para la creación de tablas de contingencia y análisis bivariado.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 2 se observan los resultados del análisis microbiológico en las aguas de consumo. *E. coli* se encontró en 6 de las casas muestreadas con concentraciones entre 1 y 6 UFC/100 ml, valores no permitidos por la normativa colombiana (10). Las esporas de *Clostridium* sulfito reductor se encontraron en 11 casas con valores entre 1 y 24 UFC/100 ml; si bien este parámetro no se incluye en el decreto para aguas potables, indica el riesgo de la presencia de

quistes de *Giardia* y ooquistes de *Cryptosporidium* en el agua de consumo, los cuales se consideran patógenos y transmitidos por el agua (8, 13, 14). El análisis de estos protozoos es costoso y muy pocos laboratorios en el país están en capacidad de realizarlos; de ahí la importancia

de buscar indicadores alternos como es el caso de *C. perfringens* que es sugerido por la normativa de la Unión Europea como indicador de la presencia de estos parásitos. En caso de estar presente, se sugiere realizar el análisis de *Giardia* y *Cryptosporidium* para confirmar su presencia.

**Tabla 1.** Variables descriptivas de la encuesta de morbilidad sentida.

<b>Variables descriptivas</b>	<b>Niveles</b>
<b>Socioeconómico</b>	Estrato socioeconómico Tipo de agua que consumen Horas de servicio al día
<b>Entorno</b>	Disposición de excretas Presencia de animales domésticos dentro del hogar Presencia de plagas (roedores) cercanos al hogar Inundaciones Tipo de tratamiento del agua de consumo Tipo de almacenamiento del agua potable
<b>Higiene</b>	Frecuencia de limpieza de los recipientes para almacenar el agua Descripción del estado del recipiente de almacenamiento del agua potable Frecuencia del lavado de manos antes de cocinar y después de ir al baño Frecuencia del aseo diario
<b>Salud</b>	Enfermedades comunes en la población

En relación a los colifagos somáticos, 4 muestras resultaron positivas con concentraciones entre 2 y 12 UFP/1 L, lo que cual es indicativo de la presencia de virus patógenos. Este parámetro no está incluido en la normativa, pero alerta acerca de la presencia de virus de origen fecal (6).

La presencia de estos microorganismos en el agua de consumo (Tabla 2), puede estar relacionada con la forma de transporte y almacenamiento del agua, las condiciones de vida de los habitantes y las prácticas de higiene. En relación al almacenamiento, se observó al

momento de la recolección de las muestras, que era inadecuado ya que los recipientes se encontraban sucios, sin cubierta o se colocaban otros elementos contaminantes sobre las tapas que cubrían los recipientes. Por otro lado, los recipientes no se encontraban aislados o protegidos de fuentes de contaminación y, por el contrario, estaban dentro de los baños y en contacto con animales domésticos.

En la Tabla 3 se observan los resultados de los indicadores analizados en el agua potable antes de entrar a las casas o en el punto de acometida.

No se encontró presencia de *E. coli* ni colifagos somáticos, pero sí de *Clostridium* en dos de los puntos muestreados. Estos resultados muestran que a pesar de que el agua proviene de una red de conducción de aguas potables de Bogotá

que cumple con los requisitos de la norma, su calidad se puede ver afectada por la forma de almacenamiento y las condiciones de higiene de la vivienda (18, 23).

**Tabla 2.** Resultados del análisis de *E. coli*, esporas de *Clostridium* sulfito reductor y colifagos somáticos en los grifos y/o recipientes de almacenamiento improvisados de agua potable.

N° de muestras positivas	<i>E. coli</i> UFC/100 ml				Esporas de <i>Clostridium</i> sulfito reductor UFC/100 ml				Colifagos somáticos UFP/1 L					
	Media	Mín	Máx	DS	N° de muestras positivas	Media	Mín	Máx	DS	N° de muestras positivas	Media	Mín	Máx	DS
6	2,7	1	6	1,7	11	5,0	1	24	6,8	4	6,5	2	12	4,2

UFC/100 ml: Unidades Formadoras de Colonia en 100 ml de agua analizada, UFP/1 L: Unidades Formadoras de Placa en un litro de agua analizada.  
 Media: Promedio de las muestras analizadas, DS: Desviación estándar de todas las muestras analizadas, Máx: Concentración máxima encontrada, Mín: Concentración mínima encontrada.

**Tabla 3.** Resultados del análisis de *E. coli*, esporas de *Clostridium* sulfito reductor y colifagos somáticos de los análisis de agua potable antes de entrar a las casas (acometida).

Puntos de acometida	<i>E. coli</i> UFC/100 ml	Esporas de <i>Clostridium</i> sulfito reductor UFC/100 ml	Colifagos somáticos UFP/L
1	< 1	1	< 1
2	< 1	4	< 1
3	< 1	< 1	< 1

UFC/100 ml: Unidades Formadoras de Colonia en 100 ml de agua analizada, UFP/1 L: Unidades Formadoras de Placa en un 1 L de agua analizada, (<): Límite de cuantificación de la técnica.

*Clostridium* también puede contaminar el agua debido al contacto que tienen las redes de distribución con aguas residuales y sitios contaminados con heces fecales durante su recorrido. El cloro residual que se encuentra en las redes de distribución, puede eliminar bacterias y virus en bajas concentraciones, pero no esporas de *Clostridium* por su alta resistencia a este tipo de desinfectantes (24).

residual analizadas. Estas concentraciones son típicas de aguas residuales de origen doméstico y coinciden con las encontradas en aguas de estas características (25). La presencia de heces de origen animal o humano en áreas urbanas y en los diferentes canales de agua residual a cielo abierto, incrementa el riesgo de contaminación en los hogares ya sea por el contacto con las mascotas o los habitantes que caminan por el sector (23, 26, 27). Por otro lado, la percepción de malos olores provenientes del agua residual puede influir en el desarrollo de enfermedades respiratorias.

En la Tabla 4 se observa la concentración de microorganismos en las 15 muestras de agua

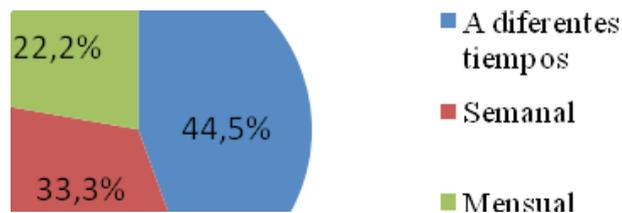
**Tabla 4.** Resultados del análisis de *E. coli*, esporas de *Clostridium* sulfito reductor y colifagos somáticos las redes de agua residual.

<i>E. coli</i> UFC/100 ml				Esporas de <i>Clostridium</i> sulfito reductor UFC/100 ml				Colifagos somáticos UFP/100 ml			
Media	Máx	Mín	DS	Media	Máx	Mín	DS	Media	Máx	Mín	DS
2x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>6</sup>	3x10 <sup>4</sup>	1,5x10 <sup>6</sup>	4x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>4</sup>	3,5x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>5</sup>	5x10 <sup>5</sup>	3x10 <sup>4</sup>	1,8x10 <sup>5</sup>

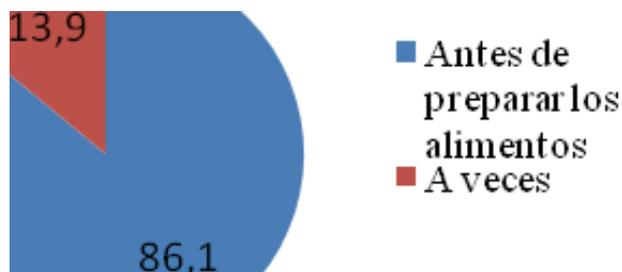
UFC/100 ml: Unidades Formadoras de Colonia en 100 ml de agua analizada, UFP/100 ml: Unidades Formadoras de Placa en un 100 ml de agua analizada. Media: Promedio de las muestras analizadas, DS: Desviación estándar de todas las muestras analizadas, Máx: Concentración máxima encontrada, Mín: Concentración mínima encontrada.

La encuesta de morbilidad sentida muestra que el 33,3% (12/36) de las personas encuestadas respondieron que la limpieza de estos recipientes era semanal, el 22,2% (8/36) mensual y el 44,5% (16/36) la realizaban en diferentes tiempos (Figura 2). En relación al lavado de las manos antes de preparar los alimentos, 86,1% (31/36) de los encuestados

hace el lavado de manos antes de preparar los alimentos y el 13,9% (5/36) lo hace a veces (Figura 3). Cuando se pregunta la frecuencia del lavado de manos después de ir al baño, el 77,8% (28/36) se lava las manos después de usar el baño, 13,9% (5/36) no se lava las manos y el 8,3% (3/36) lo hace a veces (Figura 4).



**Figura 2.** Frecuencia de la limpieza de los tanques.



**Figura 3.** Frecuencia del lavado de manos antes de preparar los alimentos.

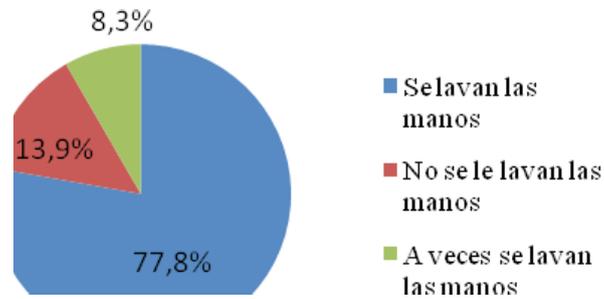


Figura 4. Frecuencia del lavado de manos después de ir al baño.

Las condiciones de almacenamiento pueden llegar a afectar la calidad del agua a menos que la contaminación fecal se prevenga a través de estrategias que permitan el mejoramiento de dichas condiciones, como cubrir los recipientes y mejorar las prácticas de higiene (3, 28). Aunque las concentraciones de microorganismos indicadores obtenidas en este estudio son bajas, es importante resaltar la capacidad que tienen de permanecer por periodos prolongados de tiempo en condiciones deficientes de limpieza y/o desinfección de los recipientes utilizados para el almacenamiento. Estos factores requieren una mayor atención ya que comprometen la calidad del agua de consumo y la salud de los habitantes (6, 29, 30).

La presencia de *E. coli*, colíforos somáticos y esporas de *Clostridium* sulfito reductor en el agua almacenada para consumo implica un riesgo potencial para la salud de los consumidores, ya que estos microorganismos pueden sobrevivir durante el período de almacenamiento en los recipientes utilizados por los habitantes (13, 14, 31) aún más cuando el 38,9% (14/36) de las casas encuestadas no realizan ningún tipo de tratamiento al agua antes de ser consumida como por ejemplo ebullición. En estudios realizados en países en vías de desarrollo, se ha observado que aunque no se encuentre una relación estadísticamente significativa, entre la contaminación del agua y las enfermedades diarreicas presentes en la población, el incremento en los índices de diarreas se da por un aumento de *E. coli* en el agua (3).

La frecuencia de limpieza de los recipientes y las condiciones de almacenamiento, no mostraron relación significativa ( $p > 0,05$ ) con el deterioro de la calidad del agua obtenida dentro de los hogares; sin embargo, mantener cubiertos los recipientes, realizar su limpieza y desinfección periódicamente, desarrollar y mantener buenas prácticas de higiene dentro de los hogares, reduce de forma significativa la aparición de microorganismos (32, 33). De igual forma, limpiar los recipientes y lavarse las manos después de realizar actividades que incluyan contacto con superficies o elementos contaminados, mantienen la calidad microbiológica del agua almacenada (23, 28).

El 77,8% (28/36) de los hogares encuestados mencionaron haber estado enfermos en el último año; de los cuales 58,3% (21/36) presentaron infecciones respiratorias, 30,6% (11/36) problemas gastrointestinales como diarreas y 11,1% (8/36) otro tipo de enfermedades (Figura 5). A pesar de estos porcentajes no se obtuvo ninguna relación significativa ( $p > 0,05$ ) con la calidad del agua almacenada y la salud de la población. Según el hospital de la zona, entre las 10 primeras causas de consultas atendidas en 2010, se encuentran problemas digestivos por diarrea, gastroenteritis de presunto origen infeccioso y amebiasis, relacionadas con el consumo de agua o alimentos contaminados (34). Otro tipo de consultas están relacionadas con problemas en las vías respiratorias como rinofaringitis aguda, amigdalitis aguda y crónica. En 2011, 3,42% de las personas atendidas presentaron problemas de parasitosis intestinales,

0,76% dolores abdominales no especificados y el 4,12% rinofaringitis o resfriado común (35).

La presencia de animales domésticos dentro de las casas no mostró relación significativa con la

calidad microbiológica del agua ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, se ha encontrado que las condiciones sanitarias se ven comprometidas por la presencia de animales domésticos en el hogar (36).

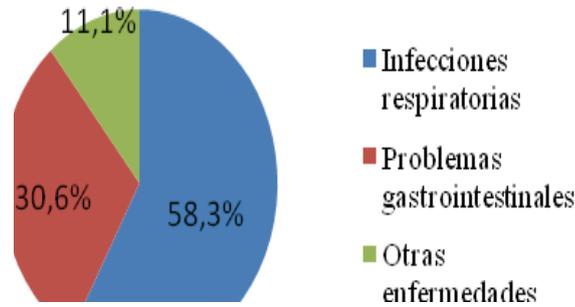


Figura 5. Condiciones de salud de los integrantes de la familia.

## CONCLUSIONES

Se evidenció la presencia de *E. coli*, *C. perfringens* y colifagos somáticos en los recipientes de almacenamiento de agua potable, lo que representa riesgo sanitario para la población debido a la presencia de microorganismos causantes de enfermedades de origen hídrico. El estado de las redes de agua potable, la presencia de agua residual, la falta de acueducto y alcantarillado debidamente construidos y el manejo inadecuado de residuos sólidos pueden incidir en la presencia de microorganismos en el agua de consumo.

El análisis de *E. coli*, *C. perfringens* y colifagos somáticos garantiza una mejor evaluación de la calidad del agua así como del riesgo sanitario.

La alta concentración de microorganismos en el agua residual obliga a la construcción de redes de conducción que aislen y transporten los contaminantes a sitios adecuados de tratamiento y alejados de la población.

Es importante realizar campañas donde se haga énfasis en la importancia de la calidad del agua en la transmisión de enfermedades, la necesidad de realizar un almacenamiento adecuado del agua en los hogares y las buenas prácticas de higiene.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría de Planeación Distrital. UPZ 69, Ismael Perdomo, Cartillas Pedagógicas del POT: Acuerdos para construir ciudad. Bogotá D.C; 2008. p.87.
2. Alcaldía Municipal de Soacha. Dirección de servicios públicos domiciliarios, situación actual de servicios públicos; 2009. p.32.
3. Kær Jensen P, Ensink JHJ, Jayasinghe G, Van der Hoek W, Cairncross S, Dalsgaard A. Domestic transmission routes of pathogens: The problem of in-house contamination of drinking water during storage in developing countries. *Trop Med Int Health* 2002; 7(7):604-9.
4. Arnone RD, Walling JP. Waterborne pathogens in urban watersheds. *J Water Health* 2007; 5(1):149-62.
5. Tallon P, Magajna B, Lofranco C, Kam TL. Microbial indicators of faecal contamination in water: A current perspective. *Water Air Soil Poll* 2005; 166(1-4):139-66.
6. AWPRC Study Group on Health Related Water Microbiology. Bacteriophages as model viruses in water quality control. *Water Res* 1991; 25(5):529-45.
7. EPA US. National primary drinking water regulations: Ground water rule; final rule. *Fed Regist* 2006; 71(216):65574-660.
8. Directive 2000/60/EC. Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. 2000.
9. Organización Mundial de la Salud. Guías para la Calidad del Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Recomendaciones. 3th Edition; 2006. p. 398.
10. Decreto 1575 de 2007 [Internet]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3000> . Consultado Abril de 2014.
11. Resolución 2115 de 2007 [Internet]. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/sivicap/Normatividad/Forms/DispForm.aspx?ID=6> . Consultado Abril de 2014.
12. Decreto 1594 de 1984 [Internet]. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617> . Consultado Abril de 2014.
13. Payment P, Franco E. *Clostridium perfringens* and somatic coliphages as indicators of the efficiency of drinking water treatment for viruses and protozoan cysts. *Appl Environ Microbiol* 1993; 59(8):2418-24.
14. Bisson J, Cabelli V. *Clostridium perfringens* as a water pollution indicator. *J Water Pollut Control Fed* 1980; 52(2):241-8.
15. Kott Y, Roze N, Sperber S, Betzer N. Bacteriophages as viral pollution indicators. *Water Res* 1974; 8(3):165-71.
16. Borrego JJ, Córnaux R, Moriñigo MA, Martínez-Manzanares E, Romero P. Coliphages as an indicator of faecal pollution in water. Their survival and productive infectivity in natural aquatic environments. *Water Res* 1990; 24(1):111-6.
17. González G, Valencia ML, Agudelo NA, Acevedo L, Vallejo IC. Perceived urgency of medical condition and use of health care services in Medellín, Colombia, 2005-2006. *Biomédica* 2007; 27(2):180-9.
18. Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal, IDPAC. Ciudad Bolívar participa, Información básica de la localidad para la participación. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá; 2007.
19. American Public Health Association (APHA). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. Washington, D.C.; 2005.
20. Anonymous. ISO 9308-1. Detection and Enumeration of *E. coli* and Coliform Bacteria - Part 1: Membrane Filtration Method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 2000.

21. Anonymous. ISO 6461-2, Water Quality-Detection and Enumeration of the Spores of Sulphite-Reducing Anaerobes (Clostridia) - Part 2: Membrane Filtration Method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 1986.
22. Anonymous. Water Quality - Detection and Enumeration of Bacteriophages. Part 2: Enumeration of Somatic Coliphages. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 1995.
23. Curtis V, Cairncross S, Yonli R. Review: Domestic hygiene and diarrhoea - pinpointing the problem. *J Trop Med* 2000; 5(1):22-32.
24. Venczel LV, Arrowood M, Hurd M, Sobsey MD. Inactivation of cryptosporidium parvum oocysts and *Clostridium perfringens* spores by a mixed-oxidant disinfectant and by free chlorine. *Appl Environ Microbiol* 1997; 63(4):1598-601.
25. Pontificia Universidad Javeriana. Monitoreo y diagnóstico de la calidad del agua del río Bogotá analizando aspectos biológicos y su impacto en la salud de las comunidades. Bogotá, Colombia; 2004.
26. Trevett AF, Carter RC, Tyrrel SF. The importance of domestic water quality management in the context of faecal-oral disease transmission. *J Water Health* 2005; 3(3):259-70.
27. Teixeira JC, Heller L. Impact of water supply, domiciliary water reservoirs and sewage on faeco-orally transmitted parasitic diseases in children residing in poor areas in Juiz de Fora, Brazil. *Epidemiol Infect* 2006; 134(4):694-8.
28. Brick T, Primrose B, Chandrasekhar R, Roy S, Muliyl J, Kang G. Water contamination in urban South India: Household storage practices and their implications for water safety and enteric infections. *Int J Hyg Environ Health* 2004; 207(5):473-80.
29. Jagals P, Grabow WOK, Williams E. The effects of supplied water quality on human health in an urban development with limited basic subsistence facilities. *Water SA* 1997; 23(4):373-8.
30. Momba MNB, Kaleni P. Regrowth and survival of indicator microorganisms on the surfaces of household containers used for the storage of drinking water in rural communities of South Africa. *Water Res* 2002; 36(12):3023-8.
31. Byamukama D, Mach RL, Kansime F, Manafi M, Farnleitner AH. Discrimination efficacy of fecal pollution detection in different aquatic habitats of a high-altitude tropical country, using presumptive coliforms, *Escherichia Coli*, and *Clostridium perfringens* spores. *Appl Environ Microbiol* 2005; 71(1):65-71.
32. Wright J, Gundry S, Conroy R. Household drinking water in developing countries: A systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use. *Trop Med Int Health* 2004; 9(1):106-17.
33. Lévesque B, Pereg D, Watkinson E, Maguire JS, Bissonnette, L, Gingras S, et al. Assessment of microbiological quality of drinking water from household tanks in Bermuda. *Can J Microbiol* 2008; 54(6):495-500.
34. Hospital Vista Hermosa I Nivel Empresa Social del Estado. Análisis de Situación en Salud Localidad de Ciudad Bolívar; Equipo de Análisis de Situación en Salud, ASIS; 2010. p. 365.
35. Hospital Vista Hermosa I Nivel Empresa Social del Estado. Análisis de Situación en Salud de Ciudad Bolívar, 2011. Equipo de Análisis de Situación en Salud, ASIS; 2011. p. 268.
36. UNICEF. Towards better programming: A water handbook. Water, Environment and Sanitation Technical Guidelines Series, No. 2 [Internet]. Disponible en: [http://www.unicef.org/spanish/wash/files/San\\_e.pdf](http://www.unicef.org/spanish/wash/files/San_e.pdf) . Consultado Marzo de 2014.