

Control bacteriológico del agua de la red de distribución "acueducto de las veredas Nápoles, Ponchos y Sebastopol" en San Antonio de Tequendama

Sandra Mónica Estupiñán Torres¹, Sara Lilia Avila de Navia¹, Diana Patricia Celeita Dueñas², Elizabeth Martínez Escobar²

¹ Docentes. Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia

² Estudiantes Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia

Correspondencia: sestupinan@unicolmayor.edu.co

Recibido:: 04-07-10 / Aceptado: 10-10-10

Resumen

El agua es empleada para satisfacer las necesidades básicas, pero a causa de su contaminación ocasiona un deterioro de la calidad de vida de la población. Por esto se han empleado indicadores de contaminación microbiológica, para verificar su calidad y evitar la propagación de enfermedades.

El objetivo del presente proyecto es la determinación de la calidad bacteriológica (coliformes totales y *Escherichia coli*) del agua usada para el consumo de los habitantes de las veredas Nápoles, Ponchos y Sebastopol de San Antonio de Tequendama y así determinar si es apta para su consumo. La metodología incluyó la toma de muestra de cinco puntos de la red de distribución, una vez por mes durante tres meses, procesamiento de las muestras por el método filtración por membrana para determinar la cantidad de UFC/100mL de coliformes totales y *E. coli*. Los resultados muestran que el agua en estudio no es apta para consumo humano debido a que en los distintos puntos y meses de muestreo se encontró presencia de coliformes totales en un 100% y *E. coli* en un 86.6%, lo cual señala que estos indicadores se encuentran en una proporción mayor a lo establecido según la normatividad. Algunos de los microorganismos identificados son *Citrobacter sp*, *Enterobacter sp*, *Klebsiella sp*, *Escherichia coli* y otros como *Hafnia sp.*, *Arizona sp.* y *Serratia sp*, que igualmente causan enfermedades.

Se desarrolló un mapa de riesgo para conocer las causas de contaminación en la red de distribución, además se realizó una retroalimentación a la comunidad sobre la contaminación hídrica.

Palabras clave: calidad bacteriológica, método de filtración por membrana, coliformes totales, *escherichia coli*, indicador, mapa de riesgo, red de distribución.

Abstract

Bacteriological control of water distribution network "of sidewalks aqueduct Naples, Ponchos and Sevastopol" in San Antonio de Tequendama

Water is used to satisfy basic needs, the quality of life of the population get a damage due to the pollution. It has used indicators of microbiological contamination, to ensure its quality and prevent the spread of disease.

The aim of this project is to determine the bacteriological (total coliform and *Escherichia coli*) of water used for consumption in residents of the village Naples, Ponchos and Sevastopol Tequendama San Antonio to determine if it is unfit for human consumption. The methodology included a sample of five points of the distribution network, once a month for three months, processing samples by the membrane filtration method to determine the amount of UFC/100mL of total coliforms and *E. coli*. The results show that the water study is not fit for human consumption because in different months of sampling points were found the presence of total coliform and *E. coli* in 86.6%, which suggests that these indicators are in a higher rate as established by the regulations. Some of the microorganisms identified are *Citrobacter sp*, *Enterobacter sp*, *Klebsiella sp*, *Escherichia coli* and the others as *Hafnia sp.*, *Arizona sp.* and *Serratia sp*, which also cause disease.

It developed a risk map for understanding the causes of contamination in the distribution network also was done a feedback with the community about water pollution.

Keywords: bacteriological quality, membrane filtration method, total coliforms, *escherichia coli*, indicator, hazard map, distribution network.

Introducción

La utilización de aguas contaminadas para el consumo humano puede generar un grave problema de Salud Pública. En Colombia, según la Defensoría del pueblo cerca de 16 millones de personas, habitantes del 80 por ciento de los 1.100 municipios del país, no reciben agua potable en sus viviendas (1). Como consecuencia de lo anterior, según cifras del DANE, dos niños mueren cada 24 horas por diarrea, dolencia que está generalmente asociada al consumo de agua contaminada (1). Este problema no solo se presenta en Colombia sino a nivel mundial, según la CEPIS (2).

El Municipio de San Antonio del Tequendama, ubicado en el departamento de Cundinamarca, tiene una población de 12.374 habitantes y la mayoría se ubican en las 24 veredas de la zona rural, esta zona carece de agua potable, alcantarillado y control adecuado de los residuos producidos por el hombre y los animales, principalmente en la cría de cerdos, actividad que desarrolla el 81.6% de la población económicamente activa, así mismo se presenta un mal manejo de aguas residuales principalmente domésticas, agrícolas y por actividades de porcicultura, que contamina las aguas superficiales utilizadas para el

consumo y riego agrícola. Este es uno de los principales problemas que presenta el municipio de San Antonio del Tequendama (3). A causa de esta contaminación, aparecen y proliferan microorganismos patógenos en el agua, los cuales pueden ocasionar enfermedades a los individuos que la consumen; es importante resaltar que el 63% de las causas de consulta en el Hospital de San Antonio es el parasitismo intestinal y la Enfermedad Diarreica aguda EDA, que puede ser debido al mal manejo del agua y al inadecuado control de los acueductos o nacimientos de quebradas en el municipio (3). De esta manera, se debe tener en cuenta que estas aguas podrían estar contaminadas y alteradas por aguas residuales, basuras y el uso inapropiado de los terrenos aledaños. Sin embargo, el agua no potable es utilizada por la mayoría de la población rural de San Antonio del Tequendama que consta de 11.526 personas. Por el contrario, la zona urbana tiene el servicio de agua potable que es prestado por la Administración Municipal a través de la oficina de Servicios Públicos, beneficiando a 848 habitantes de 12.374 que corresponde a la población total (3). Lo anterior puede incidir en un aumento de enfermedades en la población rural a causa del consumo del agua, afectando principalmente a los

niños y los adultos mayores que corresponden al 31% y 23% de los habitantes (3).

Teniendo en cuenta el problema del agua para el consumo de los habitantes de San Antonio de Tequendama, el presente estudio pretende conocer la calidad bacteriológica del agua de una de las redes de distribución encargadas de distribuirla, para determinar si es apta para su uso. La red de distribución en estudio se conoce como "Acueducto de las veredas Nápoles, Poncho y Sebastopol" que distribuye el agua a las veredas del mismo nombre y los sectores de San Isidro y Sebastopol. Estas son abastecidas por la fuente hídrica quebrada la Zunia, que presenta focos de contaminación, ya que la mayoría de habitantes aledaños a la quebrada realizan actividades económicas como ganadería, porcicultura, avicultura, floricultura y agricultura (3).

Materiales y métodos

Área de estudio

El municipio de San Antonio del Tequendama se encuentra ubicado en la Región Centro Oriental del Departamento de Cundinamarca, esta dividido en la cabecera municipal ó área urbana del municipio, que comprende la cabecera de San Antonio, las inspecciones de Santandercito, y parte de Pradilla, la cual cuenta con agua potable, mientras tanto el área rural que se encuentra dividida en 24 veredas, presenta la mayor parte de la población total del municipio y no cuenta con agua potable por lo tanto constituye un grave problema de salud eliminación de aguas grises y negras, permitiendo la contaminación de la fuente hídrica como lo es la quebrada Zunia (3).

Estaciones de muestreo

Se tomaron en total 15 muestras de agua, estas fueron recolectadas durante los meses de Mayo, Junio y Julio en 5 puntos de la red de distribución para observar la variabilidad microbiológica y la verificación de los resultados obtenidos, los puntos de muestreo son: primera cámara de quietamiento, tubería de salida 2º tanque almacenamiento, universal de tubería, segunda cámara de quietamiento y tercera cámara de quietamiento.

Toma de muestras

La obtención de las muestras se realizó teniendo en cuenta la Resolución 811 de 2008 y la Resolución 2115 de 2007 que especifican que para el muestreo de aguas para consumo humano se puede tomar de las redes distribución una cantidad de 100ml de agua para el recuento de indicadores microbiológicos utilizando el método de filtración por membrana y a su vez es necesario tener en cuenta la densidad poblacional para determinar el número de muestras, por ese motivo la cantidad de muestras recolectadas fueron cinco ya que por ser menor de 2500 habitantes se debe tomar mínimo una muestra por mes (4).

Procesamiento de las muestras

La metodología empleada para el análisis de los grupos de microorganismos coliformes fue la recomendada por la Resolución 2115 de 2007 (4). La técnica utilizada para el análisis bacteriológico del agua fue la filtración por membrana. Los medios utilizados para el recuento en UFC/100 mL de las bacterias indicadoras de contaminación de aguas son: bacterias coliformes totales agar endo y *Escherichia coli* agar M-FC. La identificación de los microorganismos aislados se realizó mediante pruebas bioquímicas Agar Lisina Hierro (LIA), Agar Hierro triple azúcar (TSI), Agar Motilidad-Indol-Ornitina (MIO) y UREA y pruebas bioquímicas rápidas Cristal BBL, para Enterobacterias.

Determinación del Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA

Por medio de la identificación de las características bacteriológicas se puede establecer el grado de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de lo estipulado en el marco normativo vigente en aguas para consumo humano.

Mapa de riesgo

Mediante el recorrido de la zonas aledañas a la quebrada Zunia se identificaron los principales puntos críticos de contaminación que puedan ser causas subsecuentes del deterioro de la calidad del agua usada para consumo humano, establecido en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007.

Resultados

Coliformes Totales

El conteo de coliformes totales a nivel general sobrepasó el límite de calidad establecido en la Resolución 2115/2007, se evidenció un mayor conteo de colonias en los meses de Abril y Junio en la mayoría de los puntos, pero los más significativos fueron el punto 3 que corresponde a la Universal de Tubería que es el mayor en los dos meses ya señalados, consecutivamente en el mes de Abril fue el punto 2 (Tubería de Salida 2º Tanque Almacenamiento) y el mes de Junio fue el 4 (Cámara de Aquietamiento 2), pero en general se puede destacar que la diferencia

de UFC en cada punto no fue muy alejados entre si. Además se puede observar que en el mes de mayo se presentó un aumento significativo en el punto 2 (Tubería de Salida 2º Tanque Almacenamiento) a comparación de los otros puntos, Tabla 1, Figura 1.

Escherichia coli

Los resultados obtenidos muestran la presencia de *E. coli* en la mayoría de los puntos durante los meses de estudio, señalando que el mes con un mayor recuento fue Mayo principalmente en los puntos en orden ascendente 2, 1 y 4. El mes de Abril es el segundo periodo que presenta un mayor recuento y los puntos más significativos fueron 3, 2 y 4, además

Tabla 1. Recuento en UFC/100mL de coliformes totales.

Recuento UFC/100 mL Coliformes Totales				
Puntos de Muestreo		Abril	Mayo	Junio
1	Cámara de Aquietamiento 1	27	24	20
2	Tubería de Salida 2º Tanque Almacenamiento	38	67	47
3	Universal de Tubería	45	17	56
4	Cámara de Aquietamiento 2	32	13	53
5	Cámara de Aquietamiento 3	29	12	52

Resultados UFC/100 mL de Coliformes Totales

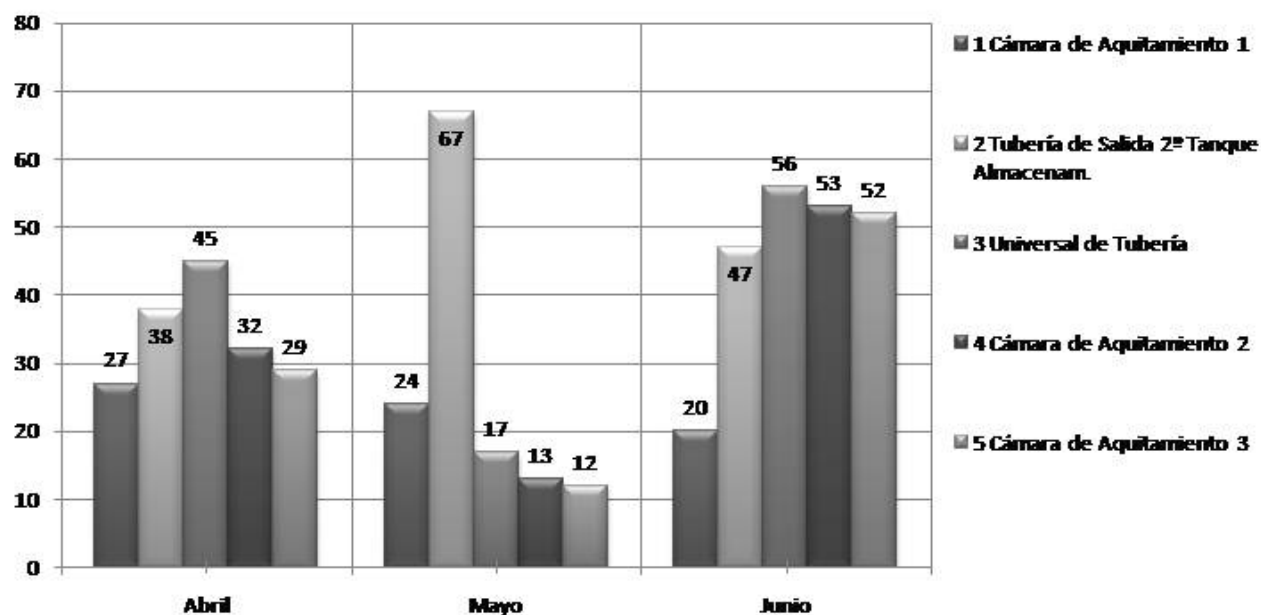
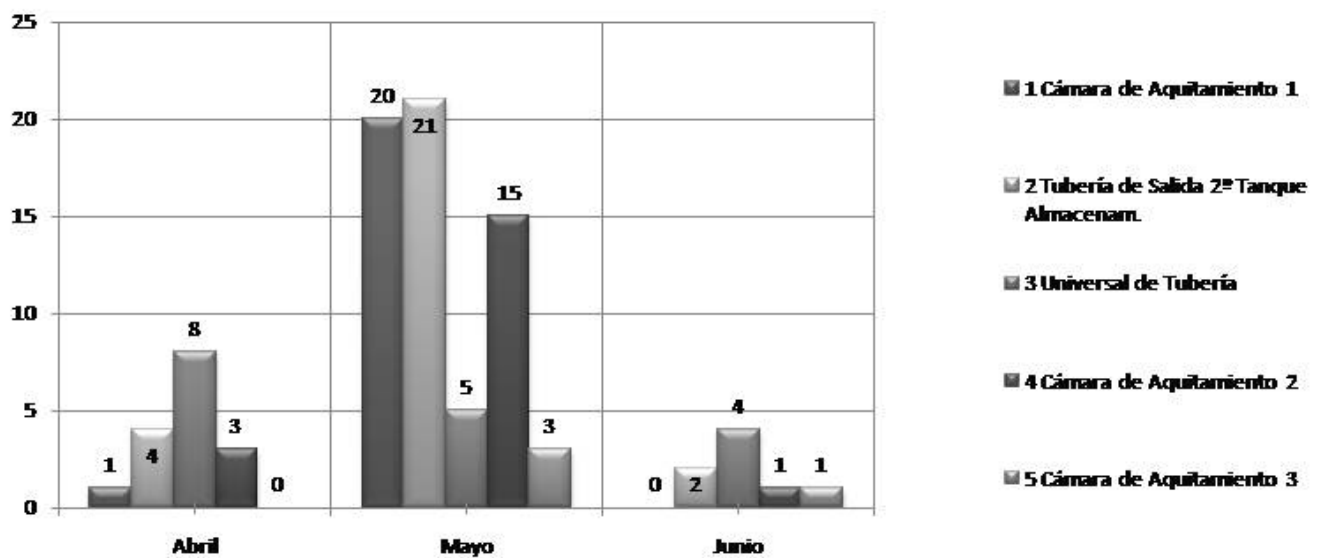


Figura 1. Recuento de UFC/100 mL de Coliformes totales.

Tabla 2. Recuento en UFC/100mL de *E. coli*.

Recuento UFC/100 mL <i>E.coli</i>				
Puntos de Muestreo		Abril	Mayo	Junio
1	Cámara de Aquietamiento 1	1	20	0
2	Tubería de Salida 2º Tanque Almacenamiento	4	21	2
3	Universal de Tubería	8	5	4
4	Cámara de Aquietamiento 2	3	15	1
5	Cámara de Aquietamiento 3	0	3	1

Resultados UFC/100 mL de *E.coli*

**Figura 2.** Recuento de UFC/100 mL de *E.coli*

se observó que el recuento de este mes está alejado del que se obtuvo en el mes de Mayo, Tabla 2, Figura 2. El mes de Junio presenta un menor recuento en todos los puntos de estudio, al contrario de los meses anteriormente descritos.

Evaluación del Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano – IRCA

Los resultados obtenidos a través de los cálculos del Índice de riesgo de calidad del agua para consumo humano por muestra y por mes, tuvieron como resultado un puntaje de cien puntos (100) que corresponde al riesgo más alto ya que el agua analizada no cumple con las condiciones aceptables para

considerarse apta para el consumo humano según lo estipulado en la Resolución 2115 de 2007 por esta razón se considera Inviabil Sanitariamente. (Tabla 3).

Identificación de coliformes Totales y *E.coli*

En la identificación de indicadores bacteriológicos se encontró la presencia de todos los géneros correspondientes al grupo coliforme como lo es *Klebsiella sp*, *Citrobacter sp*, *Enterobacter sp* y principalmente el indicador *E. coli*, el cual se identificó en todos los puntos de muestreo, así mismo se obtuvo la presencia de *Serratia sp*. en los Puntos 2,3 y 4, *Arizona sp*. en los Puntos 3 y 4, y *Hafnia sp*. en el punto 5.

Tabla 3. Clasificación del nivel de riesgo en salud según el IRCA por muestra y el IRCA mensual y acciones a adelantarse, Artículo 15. Decreto 2115 de 2007.

Clasificación IRCA %	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que adelantará la autoridad sanitaria de manera inmediata)	IRCA mensual (Acciones)
80.1 - 100	INVIABLE	Informar a la persona prestadora, al COVE, Alcalde, Gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1 - 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde, Gobernador y a la SSPD.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo a su competencia de la persona prestadora y de los alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1 - 35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, Alcalde y Gobernador.	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5.1 - 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0 - 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Mapa de riesgo

Durante la realización del mapa de riesgos se observó la carencia de canalización de aguas grises y aguas negras permitiendo su fácil llegada a la quebrada Zunia, así mismo la eliminación de basuras orgánicas como inorgánicas cerca de la fuente hídrica. Además se observó la presencia de gran actividad ganadera principalmente avícola y agrícola, todo esto se convierte en un factor incidente en la contaminación del agua para consumo humano, Tabla 4.

También se hallaron fallas en la tubería de conducción y aducción como perforaciones, fugas y tramos con material galvanizado. En los tanques de almacenamiento y quietamiento se observó insuficiente limpieza y desinfección, no poseen una malla de protección ni una válvula de purga y sus tapas no se encuentran selladas.

Tabla 4. Resultados de las encuestas realizadas a la población.

ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS	FINCAS	PORCENTAJE
1 pozo séptico	7	100%
ELIMINACIÓN DE AGUAS GRISES	FINCAS	PORCENTAJE
2 pozos sépticos	4	57.14%
Filtración directa a la quebrada	3	42.8%
ELIMINACIÓN DE BASURAS	FINCAS	PORCENTAJE
Quema	5	71.4%
Uso como abono orgánico	3	42.85%
Entierro	1	14.28%
Eliminación a campo abierto	2	28.57%
ACTIVIDAD ECONÓMICA	FINCAS	PORCENTAJE
Actividad agrícola	6	85.71%
Actividad avícola	7	100%
Actividad ganadera	4	57.1%
Actividad porcina	2	28.57%

Discusión

Cuando se utiliza como medio de eliminación de excretas y otros desechos orgánicos, el agua es una fuente de transmisión de numerosos microorganismos, entre los que prevalecen los de origen intestinal. Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial que demanda un urgente control implementando medidas de protección ambiental a fin de evitar el aumento de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua tanto en humanos como en animales. (2)

Según la normatividad colombiana por medio de la Resolución 2115 de 2007 (4) se estipula el valor de referencia en cuanto a los indicadores microbiológicos como son el recuento de coliformes totales y *E.coli*, los cuales deben ser de 0 UFC/100mL en agua para consumo humano utilizando el método de filtración por membrana, por lo tanto el agua del acueducto “Asociación de usuarios del acueducto de las veredas Nápoles, Poncho y Sebastopol” presentó resultados mayores a lo permitido, lo que indica que el recurso hídrico no es apto para su consumo.

De acuerdo a los puntos y meses analizados en el estudio se puede determinar que el recuento de coliformes totales a nivel general fue mayor a lo permitido por la Resolución mencionada, aunque se evidenció un mayor conteo de colonias en los meses de Abril y Junio, donde el punto 3 “Universal de Tubería” es el mayor en los dos meses, seguidamente el punto 2 (Tubería de Salida 2º Tanque Almacenamiento) en el mes de Abril presenta el segundo recuento más alto y punto 2 (Tubería de Salida 2º Tanque Almacenamiento) en comparación con los otros puntos. En el caso de *E. coli* se halló en la mayoría de los puntos durante los meses del estudio, con un mayor recuento en Mayo en los puntos 2 (Tubería de Salida 2º Tanque Almacenamiento) ,1 (Cámara de Aquietamiento 1) y 4 (Cámara de Aquietamiento 2). El mes de Abril corresponde al segundo periodo que presenta un recuento superior al de Junio, los puntos más relevantes en el mes fueron el 3,2 y 4. Los resultados obtenidos de los puntos y meses de muestreo se pueden comparar con lo reportado en el estudio “Contaminación microbiológica en aguas de pozo. Partido Gral, Pueyrredon. Provincia de Buenos Aires. Argentina” su objetivo fue determinar

el grado de contaminación microbiológica en aguas para consumo humano no potables en diferentes barrios buscando así la presencia de coliformes totales, *E.coli* entre otros microorganismos patógenos. Los puntos de muestreo fueron los grifos y bombas inmediatas a la fuente de agua estos presentaban *E. coli* en diferentes porcentajes en todos los barrios y la contaminación por coliformes totales superó el 92.9% en todos los barrios en estudio. (5)

Se realizó un análisis de reconocimiento de factores y puntos de contaminación “mapa de riesgo” que pueden afectar la red de distribución, como resultado se pudo determinar que las posibles causas de contaminación en los diferentes puntos pueden ser: 1) perforaciones, que aumentan el posible ingreso de microorganismos externos del medio ambiente, 2) componentes de desecho, 3) material orgánico o partículas extrañas. Otro factor es el material inadecuado presente en algunos tramos de la tubería como es el galvanizado la inadecuada infraestructura, la falta de lavado o desinfección, proliferación de algas que puede afectar la calidad del agua, ausencia de malla de protección y estancamiento del agua. Igualmente, las cámaras de quietamiento presentan factores de contaminación como: la carencia de malla de protección, la insuficiente limpieza o desinfección, la acumulación de algas y las tapas no selladas permitiendo evacuar agua de la válvula con recipientes no adecuados. A causa de todas las fallas y factores que presenta la red de distribución, se puede establecer que esta tiene falencias tanto en su mantenimiento, infraestructura y malas reparaciones del sistema, esto se puede relacionar con el estudio “Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo humano en Lima Metropolitana” que describe que el agua para consumo humano que entra a un sistema de distribución puede contaminarse por rotura de las tuberías del sistema de distribución, reservorios defectuosos, construcción de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad. Así mismo, defectos en las estructuras de pozos, depósitos, ausencia o irregular mantenimiento de dichas instalaciones, de igual manera factores secundarios que permiten el crecimiento de microorganismos en el agua dentro de los sistemas de distribución y almacenamiento

como: cantidad y tipo de nutrientes, pH, oxígeno, temperatura y material de las tuberías; todo estos factores permiten el crecimiento de organismos bacterianos patógenos (6).

Durante el desarrollo del mapa de riesgos en la cuenca hidrográfica la Zunia se encontraron otros focos de contaminación causados por la población aledaña a esta fuente como son: 1) la eliminación de aguas residuales mencionados en el documento "Aspectos biológicos de la calidad del agua". (7) Otro posible factor de contaminación es la presencia de pozos sépticos cercanos a la fuente, ya que estos no han tenido nunca una limpieza o eliminación de cieno que por su acumulación durante demasiado tiempo, no ocurre ninguna separación de materia sólida de las aguas negras y pasan directamente al suelo corriendo el riesgo que sean arrastradas por aguas de lluvia hasta la quebrada.

En este estudio además de realizar el recuento en UFC/100mL de los indicadores de calidad bacteriológica en agua se realizó la identificación de algunos microorganismos como *Escherichia coli* que se aisló en todos los meses y puntos en estudio, de igual forma se aisló *Citrobacter sp.*, *Klebsiella sp.* y *Enterobacter sp.*, Además se obtuvieron otros microorganismos de la familia *Enterobacteriaceae* como *Serratia sp.*, en los puntos 2,3 y 4, *Arizona sp.* en 3 y 4, *Hafnia sp.* se encontró solamente en el punto 5. Estos mismos microorganismos han sido aislados de otras fuentes de agua en diferentes países (8, 9, 10,11, 12).

En general, la presencia de los microorganismos anteriormente mencionados es importante ya que estos tienen la capacidad de producir enfermedades. En el caso de *E. coli* produce enfermedad diarreica aguda, infecciones urinarias, gastroenteritis, infecciones en la piel, infecciones de las vías biliares, peritonitis, neumonía, meningitis neonatal, abscesos hepáticos, bacteriemia, colitis hemorrágica (13) y síndrome urémico hemolítico (SUH) (14). *Klebsiella sp.* causa neumonía, peritonitis, infección de vías biliares, infecciones urinarias, infecciones otorrinolaringológicas (ORL) y rinoscleroma. *Citrobacter sp.* genera infecciones de vías urinarias, abscesos cerebrales, endocarditis, bacteriemia y meningitis. *Enterobacter sp.* produce infecciones urinarias y enfermedades pulmonares. *Serratia sp.*

origina infecciones de vías urinarias, neumonía, infecciones osteoarticulares y endocarditis. *Hafnia sp.* ocasiona infecciones urinarias y neumonía (15).

Teniendo en cuenta la epidemiología 2007 del municipio de San Antonio de Tequendama son prevalentes las enfermedades diarreicas agudas, esto puede estar debido a la presencia evidente del indicador *E. coli* que por sus características puede causar enfermedades que ponen en riesgo la vida de la población. (2)

Por otro lado, la contaminación del agua por indicadores bacteriológicos no solamente afecta a la comunidad que la consume sino que también perjudica al sector agrícola que corresponde al 41,7% de la población económicamente activa del Municipio de San Antonio de Tequendama, (2) esto se puede relacionar con los resultados obtenidos en otros estudios (16, 17) donde se analizaron diferentes clases de hortalizas que fueron regadas con agua no potable encontrándose que estaban asociados a la presencia de coliformes indicando una contaminación por materia fecal, por esta razón una recomendación general que se da es la utilización de procesos de desinfección y precaución en la manipulación de hortalizas para evitar así las enfermedades que se puedan desencadenar por el riego de cultivos con agua para su riego, por esta razón una recomendación general que se da es la utilización de procesos de desinfección y precaución en la manipulación de hortalizas para evitar así las enfermedades que se puedan desencadenar por el riego de cultivos con agua contaminada.

Finalmente se puede concluir que la presencia de los indicadores de contaminación representan un gran riesgo para la salud de los consumidores que pueden padecer de algunas enfermedades por causa del agua que no cumple con las especificaciones de la normatividad vigente y además existen distintas causas que afectan la calidad del agua y que en muchas ocasiones no se les da la importancia necesaria siendo determinantes para la presencia de diferentes microorganismos tanto patógenos como oportunista.

Se aconseja a la comunidad utilizar medidas de prevención para el manejo correcto del agua para su consumo y eliminación de desechos. Realizar el mantenimiento, desinfección y limpieza de

los tanques de almacenamiento y cámaras de quietamiento, así como el cambio de las tuberías de material galvanizado y las que presentan perforaciones y fugas. Es importante que se realice la limpieza y mantenimiento de los pozos sépticos que se encuentran aledaños a la quebrada la Zunia.

Referencias

1. Avanza revolución que dará agua potable a todo el país. El Tiempo (Bog) 2009. Disponible en: http://www.eltiempo.com/verde/atmosfera/hidrologia/avanza-revolucion-que-dara-agua-potable-a-todo-el-pais_4862497-1
2. Vargas C, Rojas R, y Joseli J. 1996. Control y Vigilancia de la Calidad del Agua de Consumo humano. Textos Completos. CEPIS. 27p.
3. Monroy A, Silva A. Perfil epidemiológico San Antonio del Tequendama. [Proyecto de investigación]. San Antonio del Tequendama Cundinamarca: Alcaldía de San Antonio de Tequendama; 2007.
4. Colombia. Ministerio de Protección Social, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115 de 2007 por el cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogota: El Ministerio; 2007.
5. Zamora A, Folabella A, Pérez Guzzi J, Domínguez S, De Lucha L. Contaminación microbiológica en aguas de pozo. Partido GRAL. Pueyrredon. Provincia de Buenos Aires. Argentina. GAHD. [En línea] 2002. [Fecha de acceso 16 Mayo de 2009]. Disponible en: <http://www.alhsud.com/public/articulos/Zamora.pdf>
6. Marchand E. Microorganismos Indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. [Proyecto de investigación]. Lima-Perú: Oficina general de Sistemas de Biblioteca y Biblioteca Central; 2002. p. 1 55. [En línea].PDF. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Marchand_P_E/tesis_completo.pdf
7. Aurazo de Zumaeta M. Aspectos biológicos de la calidad del agua. [Proyecto de investigación]. Disponible en: <http://bvsde.per.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/dos.pdf>
8. Chiroles S, González M, Torres T, Valdés M, Domínguez I. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en aguas del río Almendares (Cuba). HSA [En línea] 2007 [fecha de acceso 16 de Mayo de 2008]; 7(222-227). PDF. Disponible en: [http://www.inhem.sld.cu/Publicaciones/Hig%20Sanid%20Ambient%207%2022-227%20\(2007\).pdf](http://www.inhem.sld.cu/Publicaciones/Hig%20Sanid%20Ambient%207%2022-227%20(2007).pdf)
9. Montiel de Morales M, Zambrano J, Castejón O, Oliveros C, Botero de Ledesma L. Indicadores bacterianos de contaminación fecal y colifagos en el agua de la Laguna de Sinamaica, Estado Zulia, Venezuela. SC. [En línea] 2005 Septiembre. [Fecha de acceso Julio 19 de 2008]; 13(3).PDF. Disponible en: http://www2.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131520762005000300002&lng=es&nrm=iso
10. Sánchez H, Vargas M, Méndez J. Calidad Bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas. RSPDM. [En línea] 2000 septiembre-octubre [Fecha de acceso Marzo 20 de 2008]; 42(5).PDF. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/106/10642507.pdf>
11. Flores J, Suárez-Hoil G, Puc-Franco M, Heredia M, Vivas-Rosel M, Franco-Monsreal J. Calidad bacteriológica del agua potable en la ciudad de Mérida, Yucatán. RB. [En línea] 1995 Septiembre [Fecha de acceso Agosto 12 de 2008]; 6(3).PDF. Disponible en: <http://www.uady.mx/~biomedic/revbiomed/pdf/rb95632.pdf>
12. Campos C, Cárdenas M y Guerrero A. Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas en la sabana de Bogotá (Colombia).SISMNPETDAR. [En línea] [Fecha de acceso Septiembre 2 de 2008].PDF. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/agua2003/saba.pdf>
13. Rivero M, Padola N, Etcheverría A, Parma A. *Escherichia coli* enterohemorrágica y síndrome Uremico hemolítico en Argentina. MBA. [En línea] 2004. [Fecha de acceso Febrero 02 de 2009]; 64. Disponible en: <http://www.medicinabuenosaires.com/revistas/vol6404/4/ESCHERICHIA%20COLI%20ENTEROHEMORRAGICA.pdf>
14. Lound L, Tanaro J. Síndrome Uremico Hemolítico. [Sitio en Internet]. Disponible en: <http://intra.fb.uner.edu.ar/sindrome.pdf> Consulta: 02 de Julio de 2009.
15. Aguado JM, Lumbreras C. Infecciones por enterobacterias. [Sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.sepeap.es/libros/MEDICINE98/Artikulu/m7807.pdf> Consulta: 02 de Julio de 2009.
16. Vega M, Jiménez M, Salgado R, Pineda G. Determinación de bacterias de origen fecal en hortalizas cultivadas en Xochimilco de octubre de 2003 a marzo de 2004. IUM. [En línea] 2005 diciembre [Fecha de acceso Junio 20 de 2008]; N°4.PDF. Disponible en: http://www.usb.edu.mx/downloads/publicaciones/No6/r06_art03.pdf
17. Romero G, Bonilla N, Cabrera C, Silva G. Contaminación bacteriológica en agua y plantas de lechuga en Puebla, México. [en línea] [Fecha de acceso Julio 6 de 2008]; Scientific Registration n°: 2330. PDF. Disponible en: <http://natres.psu.ac.th/Link/SoilCongress/bdd/symp21/2330-r.pdf>