

Higiene y Sanidad Ambiental, **18** (1): 1589-1595 (2018)

Calidad sanitaria del agua de consumo intradomiciliario en la ciudad de Sancti Spíritus (Cuba)

SANITARY QUALITY OF DRINKING WATERS IN THE SANCTI SPIRITUS CITY (CUBA)

Liliam CUÉLLAR LUNA ¹, Geominia MALDONADO CANTILLO ¹, Yoel CEPEDA SOTO ², Jesús GÓMEZ VILLAZÓN ², Marlene GÓMEZ MUELA ²

¹ Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Calzada de Infanta # 1158 e/ Llinás y Clavel. La Habana, Cuba. Correo-e: lcuellar@inhem.sld.cu

² Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Sancti Spíritus. Independencia No 54 e/ Frank País y Cte Fajardo, Sancti Spíritus, Cuba.

RESUMEN

Introducción: La falta de agua potable y saneamiento básico constituyen el mayor componente de la carga de enfermedades asociadas con el ambiente. *Objetivos:* Evaluar la calidad sanitaria del agua de consumo a nivel intradomiciliario. *Material y métodos:* Se realizó un estudio descriptivo transversal en dos áreas de salud (norte y sur) de la ciudad de Sancti Spíritus, para la selección de las viviendas en cada una de las áreas se empleó un muestreo estratificado aleatorio polietápico. Se tomaron muestras de agua en las viviendas seleccionadas, realizándose determinaciones físico - químicas y microbiológicas, se aplicó una encuesta a un morador de las viviendas y se realizaron medidas de resumen como números absolutos y porcentajes, pruebas de Ji cuadrado y correlación entre las variables en correspondencia al tipo, así como modelos de regresión lineal múltiple. *Resultados:* Se detectó que el 33.2% de las muestras presentó problemas en los niveles de turbiedad del agua, el 36.8% presentó valores de cloro residual por debajo del límite mínimo permisible y un 46.6% de las muestras presentaron valores de coliformes termotolerantes expresados en UFC/ 100 mL. Se evidenció una relación estadísticamente significativa e inversa entre el cloro residual y los coliformes termotolerantes, y el modelo de regresión lineal evidenció que el cloro residual, los nitritos y nitratos solo explican el 39% de la presencia de coliformes termotolerantes en el agua. *Conclusiones:* La calidad sanitaria del agua a nivel domiciliario presentó algunas deficiencias y de las dos áreas de salud estudiadas el área sur presentó la peor situación.

Palabras clave: Agua de consumo, coliformes termotolerantes, turbiedad, cloro residual.

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa a los países de todo el mundo, por su repercusión en la salud de la población. El acceso al agua potable es fundamental para la salud, es uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud.¹ El agua es una necesidad vital que influye de forma directa en la salud. La calidad del agua de consumo humano se ha asociado con diversas enfermedades. Un gran número de enfermedades infecciosas y parasitarias en

el mundo, se deben a la falta de acceso adecuado a fuentes de agua y a condiciones de saneamiento.²

Según el Programa conjunto de seguimiento para el abastecimiento de agua y saneamiento de la OMS/UNICEF, el 37% de la población de los países en desarrollo (2.500 millones de personas) carecen de instalaciones mejoradas de saneamiento, y más de 780 millones de personas todavía utilizan fuentes de agua no aptas para el consumo.³

Entre los factores que afectan la continuidad de la cantidad y calidad del agua se destacan: sistemas que funcionan con intermitencia, plantas de tratamientos

poco eficientes, ausencia o problemas con la desinfección, redes de distribución en condiciones precarias y conexiones domiciliarias clandestinas y mal hechas.⁴

La mayoría de los países latinoamericanos afrontan graves problemas de calidad del agua, principalmente como consecuencia de deficiencias en la operación y el mantenimiento de los servicios. Si bien la vigilancia del agua potable es crucial para proteger la salud humana y la salud ambiental, no ha sido suficientemente incorporada en los órganos normativos de la Región que se ocupan del agua y el saneamiento.⁵

La vigilancia del abastecimiento de agua de consumo se define como la evaluación continua y vigilante de la salud pública y el examen de la seguridad y aceptabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo. Esta vigilancia contribuye a la protección de la salud pública al fomentar la mejora de la calidad, la cantidad, la accesibilidad, la cobertura, la asequibilidad y la continuidad de los sistemas de abastecimiento de agua (conocidos como indicadores de servicio), y se realiza como complemento a la función de control de calidad del proveedor de agua de consumo.^{6,7}

El monitoreo de la evaluación de la calidad del agua es una herramienta que aporta información periódica y que genera elementos que respaldan la toma de decisiones para el manejo ambiental. Existen parámetros físicos-químicos, como la temperatura y la turbiedad que juegan un papel importante en la contaminación microbiológica de las aguas; además existen compuestos químicos, como los nitratos y nitritos y metales pesados en aguas superficiales y subterráneas que también favorecen la contaminación del agua.⁸

Los elevados niveles de turbiedad pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y aumentar la demanda de cloro. En muchos casos no se logra destruir a los patógenos y las bacterias fecales, aglomerados o absorbidos por las partículas en suspensión.⁹

En Cuba la evaluación de la cobertura en los servicios de abasto de agua, mantiene un sostenido crecimiento desde la década de 1960, indicativo de la política de dedicar los mayores esfuerzos tanto al desarrollo económico y a la satisfacción de las necesidades sociales y ambientales de la población. No obstante aún persisten deterioros en las redes de abastecimiento y cobertura del servicio (discontinuo).

La ciudad de Sancti Spíritus ha enfrentado una situación desfavorable con respecto al abastecimiento del agua en los últimos años, debido fundamentalmente por la capacidad de bombeo, la sequía, la gran cantidad de roturas de equipos y conductoras, así como fallos eléctricos.

La estabilidad en el suministro del líquido en la ciudad, se ve comprometida cuando cerca del 70% de la población recibe agua a través de la Planta Potabilizadora Macaguabo, la cual, tras el crecimiento

poblacional y una mayor infraestructura habitacional e industrial apenas es suficiente para cubrir toda la demanda.

Por otro lado, el agua del río Yayabo se trata en la Planta Potabilizadora del mismo nombre, la que, a pesar de los esfuerzos realizados para su conservación necesita una reparación capital, a lo cual se une el envejecimiento de las redes, el gran número de escapes, el continuo crecimiento de nuevos repartos de viviendas y el hecho de que los tanques, conductoras y redes resultan insuficientes para la cantidad de usuarios a los que se les brinda servicio.

Las entidades que integran la Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos emprenden diversas acciones en aras de lograr un mejor manejo y ahorro de ese imprescindible recurso natural, aunque aún resta mucho por hacer para alcanzar un uso racional y eficiente del agua en el territorio.

El Programa de Vigilancia del Agua en el Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología de la provincia, lleva a cabo un monitoreo sistemático en las redes para mantener adecuados niveles de cloro, además de cumplir con el muestreo bacteriológico, cuyos índices satisfacen, en sentido general, las normas establecidas nacionalmente.

Por lo antes expuesto el presente trabajo se trazó como objetivo evaluar la calidad sanitaria del agua de consumo desde el punto físico-químico y microbiológico, a nivel intradomiciliario en dos áreas de salud de la ciudad de Sancti Spíritus.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo transversal con el propósito de realizar una evaluación integral de la calidad sanitaria del agua de consumo en la ciudad de Sancti Spíritus en el periodo comprendido de octubre del 2014 a marzo del 2015. La investigación se realizó en dos áreas de salud de la ciudad: la norte y la sur. En las mismas se realizó un muestreo estratificado aleatorio polietápico, inicialmente se seleccionaron las manzanas y de ellas 125 viviendas en cada una de las áreas.

En las viviendas elegidas se tomaron muestras de agua para evaluar su calidad y se aplicó un cuestionario, previamente probado y validado, a un morador mayor de 16 años de edad que integrara el núcleo familiar. En el mismo se analizaron variables sociodemográficas como la edad, el sexo, el grado de escolaridad y la ocupación, también se exploró sobre los factores de riesgo asociados al deterioro de la calidad sanitaria del agua y para ello se tuvieron en cuenta las siguientes variables: tipo de fuente de abastecimiento, características del servicio que brinda el acueducto (continuo o discontinuo), características del agua que se recibe (clara, turbia, con o sin olor y con o sin sabor), tipo de almacenamiento intradomiciliario, tipo de tratamiento, entre otras variables. También se exploró sobre eventos diarreicos en la familia.

Se tomaron muestras de agua por personal cualificado del municipio para evaluar la calidad del agua en todos los puntos claves de la red de distribución pertenecientes a las dos áreas de salud.

Para realizar el análisis físico-químico se seleccionaron las variables que a continuación se describen: turbiedad, conductividad eléctrica, cloruros, nitritos, nitratos, amoníaco, cloro residual y sulfatos.

En el análisis microbiológico se determinaron los coliformes termotolerantes expresados en Unidades Formadoras de Colonias (UFC) mediante el método de filtración por membrana.

Para el procesamiento y análisis de la información se empleó el programa estadístico SPSS (versión 20.0). Se realizaron procedimientos estadísticos descriptivos como el cálculo de medidas de tendencia central y dispersión, así como porcentajes para las variables cualitativas. También se realizaron tablas de contingencia y mediante el estadígrafo Ji Cuadrado se buscó la posible relación entre estas variables cualitativas, con un nivel de significación de 0.05.

Se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para comprobar si las variables cuantitativas cumplían los parámetros de normalidad y así determinar que pruebas estadísticas emplear en cada situación. Asimismo se realizaron análisis bivariados mediante pruebas de correlación para determinar posible relación entre las mismas. Luego se comprobó el nivel de determinación de las variables que resultaron tener asociación significativa mediante modelos de regresión lineal múltiple, tomando como variable dependiente las cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC/ 100 mL).

También se realizaron pruebas de comparación de medias para pruebas no paramétricas con el propósito de determinar si las diferencias entre las medias de las variables según áreas de salud estudiadas eran estadísticamente significativas.

Los resultados de las determinaciones se compararon con los límites máximos admisibles (LMA), establecidos por la Norma Cubana de Agua Potable vigente hasta la actualidad.¹⁰

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según la información recogida en la encuesta aplicada a los moradores de las viviendas seleccionadas se observó que en ambos sexos existe un predominio del grupo de edad comprendido entre los 34 y 48 años con un 28.6 y 31.2 % para el sexo masculino y femenino respectivamente, sobresaliendo el sexo femenino con un 69.2%. Resultados similares fueron encontrados en el trabajo realizado por Concepción Rojas en la Habana Vieja, solo que en este último se destaca el grupo de edad comprendido entre los 49 y 63 años.¹¹

En cuanto al nivel de escolaridad de los encuestados se puede plantear que el 37.6 % tiene nivel preuniversitario, seguido del nivel secundario con un

29.2 % y es válido destacar que el 10.4 % resultó ser universitario. Otro dato a destacar es que predominan las amas de casa con un 39.2 % seguido por los cuentapropistas con un 20.8 %.

Al indagar sobre el modo de recepción del agua de consumo en las viviendas se pudo constatar que el 89.6% de la población recibe el agua directamente de la red dentro de su casa, el 6 % recibe el agua directamente de la red fuera de la casa y el resto la recibe mediante pipas, tanques de la calle, cisternas o de otras fuentes.

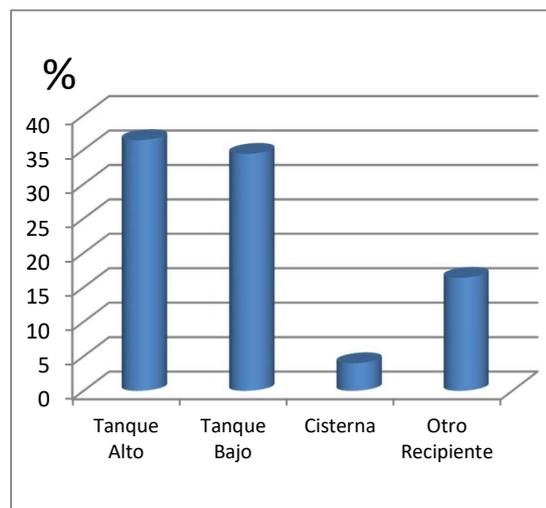


Gráfico 1. Porcentaje de viviendas según el tipo de almacenamiento de agua.

Es válido señalar que el 84% de la población refirió tener un servicio de agua discontinuo y esto justifica que el 74% de los encuestados refiriera que almacenan el agua de consumo para satisfacer sus necesidades básicas, en ocasiones bajo circunstancias inadecuadas, destacándose los tanques altos con un 36.4% y los tanques bajos con un 34.4% (Gráfico 1). Estos resultados tienen similitud con el estudio realizado en la Habana Vieja por Concepción Rojas.¹¹

Con respecto a las características del agua que reciben los moradores en su vivienda, el 60% declaró que la misma es turbia. Este parámetro está relacionado con la carga de materia orgánica y en Sancti Spíritus el agua que abastece a la ciudad procede de fuentes superficiales (el río Yayabo y el río Tuinucú).

Otro de los hallazgos encontrados, es que el 63.6% de los encuestados refirió no realizarle tratamiento alguno al agua, solo el 36.4% afirmó realizarle algún tipo de tratamiento a la misma y de este grupo el 11.2% la hierven, el 2.4% la cloran e igual por ciento la yodan y un 18.8% la filtran (Gráfico 2).

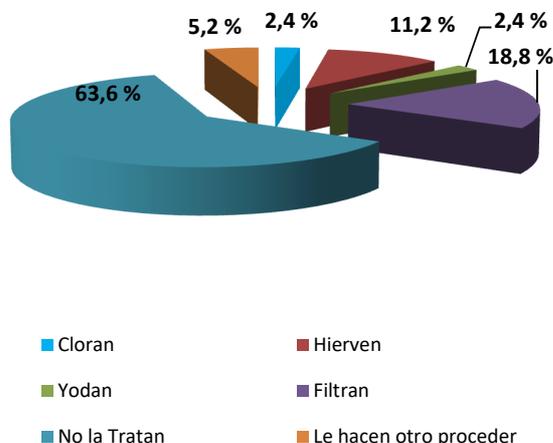


Gráfico 2. Porcentaje de viviendas según tratamiento del agua.

Estos resultados evidencian una baja percepción de riesgo en cuanto a la calidad y tratamiento del agua a pesar de las acciones de información y educación para la salud que se realizan a partir de los medios audiovisuales como la radio y la televisión. En numerosas investigaciones que evalúan el efecto de las intervenciones de mejora de la calidad del agua, reportan una reducción de la diarrea entre el 30 y el 45 %, sin embargo, cuando el tratamiento se realiza en el hogar, la magnitud del efecto es mayor.¹²

Tabla 1. Determinaciones químicas en las viviendas según la Norma Cubana

Determinaciones	Aceptables		No aceptables	
	No.	%	No.	%
Turbiedad	167	66.8	83	33.2
Cond. eléctrica	250	100	0	0
Cloruros	250	100	0	0
Nitritos	222	88.8	28	11.2
Nitratos	249	99,6	1	0.4
Amoniaco	196	78.4	54	21.6
Sulfatos	250	100	0	0
Cloro residual*	158	63.2	92	36.8

*Los valores se encuentran por debajo del límite mínimo permitido.

Para el análisis físico- químico de las muestras de agua tomadas en las viviendas encuestadas se realizaron un conjunto de determinaciones las cuales se clasificaron en aceptables o no aceptables según lo

establecido por la Norma Cubana.¹⁰ Dentro de los parámetros físico-químicos que excedieron los Límites Máximos Admisibles (LMA), se destaca el cloro residual con un 36.8% de las muestras por debajo del límite mínimo permisible (0.3 mg/L), la turbiedad con un 33.2 % de las muestras no aceptables, continuándole el amoniaco, los nitritos y los nitratos con 21.6, 11.2 y 0.4 % respectivamente (Tabla 1).

A pesar de que mayoritariamente los valores de cloro residual oscilaron entre los límites establecidos 0.3 a 2.0 mg/L, para condiciones en las que no hayan brotes de enfermedades por consumo de agua contaminada, no siempre se logra garantizar una eficiente desinfección del agua sumándole además los deterioros con que cuenta la red de distribución en la ciudad, además el almacenamiento del agua también contribuye a que se pierda el cloro residual cuando el agua se almacena por varios días.

La turbiedad fue otro parámetro físico que presentó un 33.2% de las muestras con valores superiores al LMA. Este es un indicador de la carga de materia orgánica presente en el agua, factor que influye notablemente en la eficiencia del tratamiento del agua, principalmente en la cloración, y esto unido a que los tratamientos de remoción que se aplican en los acueductos, a veces no son los más eficientes, hace que este líquido llegue a las viviendas con cierto grado de turbiedad.¹³

Los valores elevados de turbiedad en el agua comúnmente exigen un mayor contenido de cloro para la desinfección según la OMS.¹⁴

La presencia de los nitritos y los nitratos, así como del amoniaco, en muestras que sobrepasan el LMA en el agua de consumo, pudiera estar condicionada por la contaminación de las fuentes de abasto, que en este caso son superficiales. Por lo general las concentraciones de nitritos y nitratos pueden estar asociadas a la intensificación de las prácticas agrícolas y ganaderas y a los vertimientos de aguas residuales en estos reservorios, todo ello, unido a un deficiente tratamiento de desinfección en los acueductos, así como los deterioros existentes en la red de distribución (salideros, rupturas, entre otras), facilitan la contaminación del agua con estos u otros elementos químicos.¹⁵

Tabla 2. Viviendas según comportamiento del cloro residual y áreas de salud.

Cloro residual	Área de Salud				Total
	Norte		Sur		
	No.	%	No.	%	
Aceptable	97	61.4	61	38.6	92
No aceptable	28	30.4	64	69.6	158
Total	125	100	125	100	250

$\chi^2 = 21.068$ Sig.: $p = 0.000$

Con el objetivo de determinar si las variables que resultaron no aceptables tenían diferencias entre las áreas de salud se realizaron pruebas de Ji Cuadrado, mostrando una relación estadísticamente significativa solamente el cloro residual, con un 69.6% de las muestras por debajo del límite mínimo permisible en el área sur (Tabla 2).

En el análisis microbiológico se pudo apreciar que el 46.6 % de las muestras presentaron valores de coliformes termotolerantes expresados en UFC/ 100 mL y al estudiar, mediante la prueba de Ji Cuadrado, el comportamiento de esta variable según áreas de salud arrojó diferencias estadísticamente significativas pues el 56% de las muestras con presencia de coliformes termotolerantes pertenecen al área sur (Tabla 3).

Tabla 3. Viviendas según comportamiento de los coliformes termotolerantes (UFC/100 mL) y áreas de salud.

UFC/100 mL	Área de Salud				Total
	Norte		Sur		
	No.	%	No.	%	
Aceptable	86	68.8	55	44.0	141
No aceptable	39	31.2	70	56.0	109
Total	125	100	125	100	250

$\chi^2 = 14.640$ Sig.: $p = 0.000$

Con el propósito de determinar qué factores pudieran estar asociados a que el 46.6 % de las muestras analizadas no presenten la calidad microbiológica requerida para el consumo humano, se analizó la posible relación que pudiera existir entre los coliformes termotolerantes y algunos componentes físico-químicos presentes en el agua, que según lo establecido por la literatura pueden contribuir a una baja calidad del agua.

Tabla 4. Correlación Rho de Spearman entre los coliformes termotolerantes expresados en UFC/100 mL y el cloro residual.

		UFC	Clr
UFC	Correlación Rho de Spearman	1.000	-0.514**
	Sig. (bilateral)	.	0.000
	N	250	250

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Se realizó una correlación bivariada mediante el cálculo del coeficiente de correlación Rho de Spearman, entre los coliformes termotolerantes y el cloro residual, evidenciándose una relación estadísticamente

significativa e inversa, lo que se traduce en que a menor cantidad de cloro residual hay un aumento de los coliformes termotolerantes, clasificando esta relación entre moderada y fuerte ($r = -0.514$) (Tabla 4).

También se analizó la posible relación entre los coliformes termotolerantes y los nitritos y nitratos, donde se observó que existe una relación estadísticamente significativa y directa al nivel de 0.01, experimentando una relación débil para los nitritos con un coeficiente de correlación de 0.228 e igualmente para los nitratos con una $r = 0.336$.

Por otro lado se evidenció que el 63.6% de las muestras con presencia de UFC/ 100 mL no recibieron tratamiento del agua dentro de la vivienda aunque no se encontró una relación estadísticamente significativa entre estas variables. Resultado muy similar lo obtuvo Concepción et al., ya que tampoco se encontraron una relación estadísticamente significativas entre estas variables.¹¹ Cabe destacar que esto es una señal de alerta a la hora de desarrollar estrategias educativas dirigidas a mejorar la calidad del preciado líquido.

Es válido señalar que también se exploró la posible relación que pudiera existir entre los coliformes termotolerantes y la turbiedad, en este estudio no se evidenció una relación estadísticamente significativa, sin embargo, existen estudios que si validan esta relación pues la turbidez facilita la suspensión de muchos microorganismos y esto dificulta que los procesos de desinfección sean todo lo efectivo que se requieren.¹⁴ En el estudio realizado por Marcó y et al. (2004), se evidenció que la cantidad de coliformes totales tiene una fuerte correlación positiva con la turbidez, reforzando la hipótesis de que altos valores de turbiedad (y materia orgánica) suelen ser paralelos a la detección de valores elevados de coliformes totales.¹⁶

Para identificar el nivel de determinación del cloro residual, los nitritos y nitratos con la presencia de coliformes termotolerantes se realizó un modelo de regresión lineal múltiple empleando el método “paso a paso”, el cual reveló que la asociación entre estas variables solamente explica el 39% de la presencia de coliformes termotolerantes, el resto se debe a otras causas, como pudiera ser el nivel de turbiedad, los deterioros presentes en la red de distribución, una mala manipulación del preciado líquido por los moradores en la vivienda, el servicio discontinuo de agua; estos y otros factores pueden traer como consecuencia la contaminación del agua con elementos patógenos (Tabla 5).

Al analizar en las encuestas la morbilidad percibida, se observa que el 4.8% de las personas refieren haber tenido diarreas en los últimos 30 días, además mediante la prueba de Fisher se analizó el comportamiento de los cuadros diarreicos con la presencia del cloro residual en el agua de consumo y se pudo constatar que existe una relación estadísticamente significativa entre estas variables; del total de los cuadros diarreicos, el 81.8% presento valores de cloro residual por debajo de lo establecido por la norma (Tabla 6).

Tabla 5. Modelo de regresión lineal múltiple para coliformes termotolerantes y variables independientes.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constante)	13.558	4.694		2.888	0.004
Clr	-22.899	11.453	-0.104	-1.999	0.047
NO2	310.619	56.219	0.287	5.525	0.000
NO3	3.564	0.407	0.454	8.755	0.000

Variable dependiente: UFC /100 mL

La morbilidad por EDA percibida en las encuestas tuvo un bajo porcentaje, sin embargo presentó una relación inversa con respecto al cloro residual, del total de los cuadros diarreicos, el 81.8% presento valores de cloro residual por debajo de lo establecido por la norma, lo que corrobora la importancia de una buena calidad de agua de consumo.

Tabla 6: Personas según reportes de cuadros diarreicos en las viviendas y comportamiento de cloro residual en aguas de consumo.

EDA	Cloro residual				Total
	Aceptable		No aceptable		
	No.	%	No.	%	
Sin diarreas	126	65.6	66	34.4	192
Con diarreas	2	18.2	9	81.8	11
Total	128	63.1	75	36.9	203

Fisher Sig.: $p = 0.004$

En el estudio realizado por Aguiar et al. (2000), también se evidenció una relación inversa entre la calidad de la cloración del agua y las atenciones médicas por EDA correspondientes a los años 1996 y 1997 en varias ciudades del país.¹⁷

CONCLUSIONES

El análisis físico-químico realizado en las viviendas seleccionadas evidenció un déficit del cloro residual y valores elevados turbiedad, esto puede deberse a que las fuentes de abasto de la ciudad son de origen superficial, a los deterioros que presenta la red de distribución, al tiempo de almacenamiento del preciado líquido en el hogar, entre otros factores.

Con las determinaciones microbiológicas realizadas se pudo constatar que casi la mitad de las muestras presentaron valores de coliformes termotolerantes, lo cual puede deberse a posibles contaminaciones por la presencia de salideros o roturas en la red de distribución y a una mala manipulación del agua en el hogar.

La calidad del agua en las viviendas demostró que el área sur fue la de peor situación pues presentó un mayor por ciento de muestras con presencia de coliformes termotolerantes y con niveles de cloro residual por debajo del límite mínimo permisible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de la Salud. Lucha contra las enfermedades transmitidas por el agua en los hogares. Red Internacional para la promoción del tratamiento y almacenamiento seguro del agua doméstica. OMS. Ginebra, 2007. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/combating/combating.html>
2. Guzmán BL, Nava G y Díaz P. La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Rev Biomédica* 2015; 35:177-90. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
3. Organización Mundial de la Salud. Progresos en materia de agua potable y saneamiento. Informe de actualización 2015 y evaluación del ODM. OMS/UNICEF. 2015. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204485/1/9789243509143_spa.pdf
4. Rangel Soares LC, Griesinger MO, Dachs JN, Bittner MA, Tavares S. Inequities in access to and use of drinking water services in Latin America and the Caribbean. *Revista Panamericana Salud Pública* 11(5/6). 2002; 386-96. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v11n5-6/10723.pdf>
5. Organización Panamericana de la Salud. Medio Ambiente y seguridad humana. En: OPS. Salud en las Américas. 2012: Volumen regional. Disponible en: www.paho.org/salud-en-las-americas-2012/index.php
6. Guzmán-Barragán B, Días-Bevilacqua P y Nava-Tovar G. Contextos locales de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano: Brasil y Colombia. *Rev. Salud Pública*. 2015; 17 (6): 961-972. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/rsap.v17n6.40977>
7. Chiroles S, González MI Domínguez I, Velásquez J y González A. Resultados de la vigilancia de la calidad microbiológica del agua de consumo a nivel de fronteras, 2007-2009. *Rev Cubana Hig Epidemiol* 2010; 48(3): 304-309. Disponible en:

- http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032010000300009&lng=es
8. Gil JA, Belloso G, Del Valle C, González V, Maza IJ, Sánchez MC, Bolívar CE y Martínez P. Evaluación de la calidad microbiológica y niveles de nitratos y nitritos en las aguas del río Guarapiche, estado Monagas, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*. 2013; 13(1): 154-163. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg13020>
 9. Marco L, Azario R, Metzler C y García MC. La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). *Rev Higiene y Sanidad Ambiental*. 2004; 4: 72-82. Disponible en: [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.72-82(2004).pdf)
 10. Oficina Nacional de Normalización (NC). Agua Potable. Requisitos Sanitarios. NC 827: 2012. 2. 2da Edición Noviembre, 2012.
 11. Concepción M, Moya M, Palacio D, González I, Cuéllar L, González R y Maldonado G. Evaluación de la calidad sanitaria del agua en comunidades urbanas de Habana Vieja (Cuba). *Rev Hig. Sanid. Ambient.* 2013; 13 (4): 1075-1079. Disponible en: [www.saludpublica.es/.../bc51e2ceb7af6bc_Hig.Sanid.Ambient.13.\(4\).1075-1079.\(2013\).pdf](http://www.saludpublica.es/.../bc51e2ceb7af6bc_Hig.Sanid.Ambient.13.(4).1075-1079.(2013).pdf)
 12. Organización Panamericana de la Salud. Agua y saneamiento: Evidencias para políticas públicas con enfoque en derechos humanos y resultados en salud pública. OPS. Washington, D. C. 2011. Disponible en: http://www.paho.org/tierra/images/pdf/agua_y_saneamiento_web.pdf
 13. Guzmán B, Nava G y Díaz P. La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Rev Biomédica*. 2015;35:177-90. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
 14. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. Fourth edition. Geneva: World Health Organization; 2011.
 15. Gil JA, Belloso G, Vizcaino C, Maza IJ, Sánchez ME, Bolívar CE y Martínez P. Evaluación de la calidad microbiológica y niveles de nitratos y nitritos en las aguas del río Guarapiche, estado Monagas, Venezuela. *Rev Científica UDO Agrícola*. 2013; 13 (1): 154-163. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg13020>
 16. Marcó R., Azario C., Metzler M., García C. La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. *Rev. Hig. Sanid. Ambiental*. 2004; 4: 72-82. Disponible en: [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491cig.Sanid.Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491cig.Sanid.Ambient.4.72-82(2004).pdf)
 17. Aguiar P, Cepero J. A y Coutin, G. La calidad del agua de consumo y las enfermedades diarreicas en Cuba, 1996-1997. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 2000; 7(5): 313-18. Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v7n5/2363.pdf>