

## **Evaluación de la calidad sanitaria del agua de consumo en comunidades urbanas. Ciudad de Sancti Spíritus.**

MsC. Liliam Cuéllar Luna<sup>1</sup>  
MsC. Geominia Maldonado Cantillo<sup>1</sup>  
Lic. Yoel Cepeda Soto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Evaluación de Riesgo, La Habana, Cuba, Email: lcuellar@inhem.sld.cu

<sup>2</sup> Centro Provincial de Higiene y Epidemiología, Departamento de Agua, Sancti Spíritus, Cuba, Email: cepeda.ssp@infomed.sld.cu

### ***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 y en los puntos claves de la red de distribución **Material y método:** Se realizó un estudio descriptivo transversal en dos áreas de salud de la ciudad de Sancti Spíritus, se realizó un muestreo estratificado aleatorio polietápico, se seleccionaron las manzanas y de ellas 125 viviendas en cada una de las áreas. Se realizaron determinaciones físicas, químicas y microbiológicas a nivel intradomiciliario y en la red de distribución. **Resultados:** Se detectaron problemas en los niveles del cloro residual y turbiedad y se evidenció la presencia de coliformes termotolerantes en las viviendas. **Conclusiones:** La calidad sanitaria del agua a nivel domiciliario fue más deficiente que la encontrada en los puntos claves de la red de distribución, destacándose el área sur con la peor situación, tanto en la vivienda como en los puntos claves de la red.

**Palabras clave:** Calidad del agua, cloro residual, coliformes termotolerantes.

## I. INTRODUCCIÓN

La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa a países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. La OMS ha elaborado un conjunto de normas internacionales relativas a la calidad del agua y la salud de las personas en forma de guías en las que se basan reglamentos y normas de países de todo el mundo, garantizando así una eficiente calidad del agua potable.<sup>(1)</sup>

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).<sup>(2)</sup>

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.

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 y en los puntos claves de la red de distribución.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar la calidad sanitaria del agua de consumo se realizó un estudio descriptivo transversal en dos áreas de salud de la ciudad de Sancti Spíritus: norte y 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 sanitaria y se aplicó un cuestionario, previamente probado y validado, a un morador mayor de 16 años.

En el cuestionario 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, destacándose el tipo de fuente de abasto, las características del servicio que brinda el acueducto, las características del agua que se recibe, el tipo de almacenamiento intradomiciliario, el posible tratamiento en el hogar, etc. También se exploró sobre eventos diarreicos en la familia en los últimos 30 días.

Por otro lado se evaluó la calidad sanitaria del agua en todos los puntos claves de la red de distribución pertenecientes a las dos áreas de salud estudiadas.

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

El procesamiento y análisis de la información se realizó mediante el programa estadístico SPSS (versión 20.0).

Para analizar la posible relación entre las tasas de morbilidad por EDA y el índice de potabilidad del agua en la ciudad de Sancti Spíritus, se calcularon las tasas acumuladas tipificadas de morbilidad anual y mensual por EDA en las dos áreas de salud objeto de estudio durante el período 2010-2015, utilizan-

do el método directo para la tipificación de las mismas. El índice de potabilidad del agua fue tomado de los registros del Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua que se lleva a cabo en el CPHEM de Sancti Spíritus

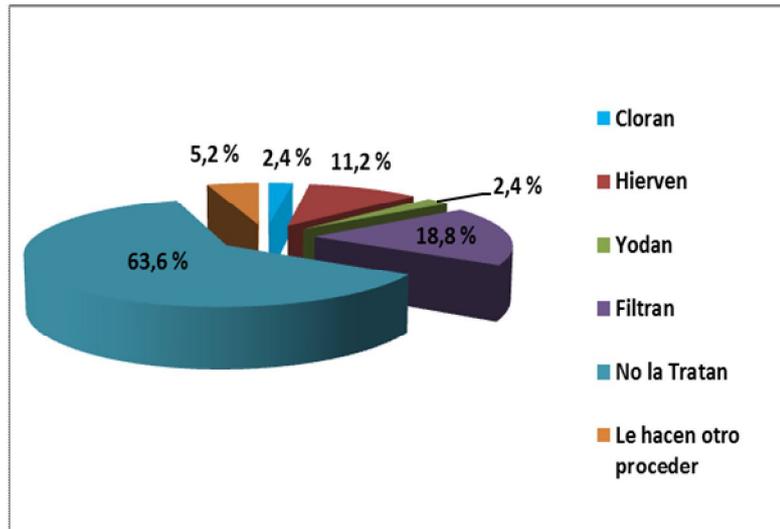
### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según la información recogida en la encuesta aplicada a los moradores de las viviendas seleccionadas se pudo constatar que el 89,6% de la población recibe el agua directamente de la red de distribución dentro de su casa y es válido señalar que el 84% de la población refirió tener un servicio de agua discontinuo, 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%.

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 Tui-nucú).

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. (Figura 1)

Figura 1: 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.<sup>(3)</sup>

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.<sup>(4)</sup> 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*)

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.

En las determinaciones de cloro residual realizadas se pudo evidenciar que existe un 36.8 % de las muestras con valores inferiores a 0.3 mg/L y todas las determinaciones estuvieron por debajo o igual de 0.7 mg/L. A pesar de que mayoritariamente las muestras oscilaron entre los límites establecidos 0.3 a 2.0 mg/L según la NC, no siempre se logra garantizar una eficiente desinfección del agua sumándole además los deterioros con que cuenta la red de distribución en la ciudad.

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.<sup>(5)</sup> Los valores elevados de turbiedad en el agua comúnmente exigen un mayor contenido de cloro para la desinfección según la OMS.<sup>(6)</sup>

Para 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.

En el análisis microbiológico se identificó que el 46,6 % de las muestras presentan valores de Coliformes termotolerantes expresados en UFC/ 100 mL, por lo que la calidad del agua de consumo constituye un riesgo potencial para la población.

El comportamiento de esta variable en las viviendas según áreas de salud, evidenció diferencias estadísticamente significativas, destacándose el área sur con un 56% de muestras con presencia de Coliformes termotolerantes. (*Tabla 2*)

Tabla 2: 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	<b>56,0</b>	109
Total	125	100	125	100	250

$$\chi^2 = 14,640 \quad \text{Sig: } 0,000$$

Al analizar en las encuestas la morbilidad percibida, se obtiene que el 4,8 % de las personas refieren haber tenido diarreas en los últimos 30 días y al analizar mediante la prueba de Fisher 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. En el estudio realizado por Aguiar P, 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.<sup>(7)</sup>

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	<b>81,8</b>	11
Total	128	63,1	75	36,9	203

Fisher Sig. 0,004

Durante el período de estudio también se muestrearon los puntos claves de la red de distribución para determinar la calidad del agua, tanto en el área norte con 17 puntos claves, como en la sur con un total de 20. En cada uno de estos puntos se realizaron 5 muestreos durante un período de 5 meses, o sea, se ejecutaron 85 determinaciones en el área norte y 100 en la sur para un total de 185 muestras.

Para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de las determinaciones realizadas en los puntos claves con respectos a las dos áreas de salud estudiadas (norte y sur), se ejecutó la prueba Mann-Whitney para muestras independientes, obteniéndose que la mayoría de las variables analizadas presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las áreas de salud a excepción de la turbiedad, los nitratos y los sulfatos.

En cuanto al análisis de los parámetros físico-químicos en los puntos claves de la red de distribución, se puede plantear que la turbiedad, el amoniaco, los nitritos y la conductividad eléctrica exceden los LMA, según lo establecido por la Norma Cubana vigente, con un 50,8, 15,7, 3,2 y un 0,5 % respectivamente; como se observa en la (Tabla 3)

Tabla 3: Determinaciones físico- químicas según la Norma Cubana. Puntos claves de la red de distribución.

Determinaciones	Aceptables		No Aceptables	
	No.	%	No.	%
Turbiedad	91	49,2	94	50,8
Cond. eléctrica	184	99,5	1	0,5
Cloruros	185	100	-	-
Nitritos	179	96,8	6	3,2
Nitratos	185	100	-	-
Amoniaco	156	84,3	29	15,7
Sulfatos	185	100	-	-
Cloro residual	185	100	-	-

Para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas de estas variables según las áreas de salud se realizaron pruebas de Ji Cuadrado y Fisher, resultando significativos la turbiedad, los nitritos y el amoniaco.

El 54,3 % de las muestras con valores no aceptables de turbiedad, según la Norma Cubana, se corresponden con el área norte siendo estadísticamente significativa para una p de 0,03.

Para determinar qué área de salud es la más afectada según los valores de nitritos se realizó el Test exacto de Fisher, donde se destacó que solo 6 determinaciones sobrepasaron la norma y el 100% de éstas se localizan en el área sur, siendo estadísticamente significativo para una F de 0,023

El amoniaco mostró diferencias estadísticamente significativas entre áreas de salud, con un nivel de significación de 0,006, siendo el área sur la más afectada con un 79,3 % de las muestras no aceptables.

Desde el punto de vista microbiológico se puede plantear que del total de las muestras analizadas el 10,3 % presentaron Coliformes termotolerantes y de estas el 89,5 % de las determinaciones que exceden lo normado se localizan en el área sur, siendo estadísticamente significativa para una p de 0,002. (Tabla 4)

Tabla 4: Puntos claves de la red según Coliformes termotolerantes expresados en UFC/ 100 mL y áreas de salud.

UFC/ 100 mL	Áreas de Salud				Total
	Norte		Sur		
	No.	%	No.	%	
Aceptable	83	50,0	83	50,0	166
No aceptable	2	10,5	17	<b>89,5</b>	19
Total	85	45,9	100	54,1	185

$$\chi^2 = 9,166 \text{ Sig. } 0,002$$

Por otro lado se analizó la posible relación entre los Coliformes termotolerantes y el cloro residual, mediante la prueba de Correlación Rho de Spearman, evidenciándose una relación estadísticamente significativa e inversa, en este caso la relación clasificó como débil con una  $r = -0,280$ .

#### IV. CONSIDERACIONES FINALES

El análisis físico - químico realizado en las viviendas seleccionadas evidenció un déficit del cloro residual y valores elevados turbiedad y en 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, al tiempo de almacenamiento del preciado líquido y a una mala manipulación del agua en el hogar.

Los puntos claves de la red presentaron ciertas deficiencias sobresaliendo la turbiedad, sin embargo, el cloro residual se mantuvo dentro del rango permisible y en un por ciento reducido de muestras se detectaron coliformes termotolerantes

La calidad sanitaria del agua de consumo a nivel domiciliario fue más deficiente que la encontrada en los puntos claves de la red, destacándose el área sur con la peor situación, tanto a nivel intradomiciliario como en los puntos claves de la red.

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.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

---

<sup>1</sup> Organización Panamericana de la Salud. Agua, saneamiento y salud (ASS). Guías de la OMS para la calidad del agua potable. [Internet] OPS 2015 [citado 2016 Agosto 15] Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/guidelines/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/es/)

2 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. [Internet] 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)

3 Organización Panamericana de la Salud. Agua y saneamiento: Evidencias para políticas públicas con enfoque en derechos humanos y resultados en salud pública. [Internet] OPS. Washington, D. C. 2011. [citado 2015 Septiembre 15] Disponible en: [http://www.paho.org/tierra/images/pdf/agua\\_y\\_saneamiento\\_web.pdf](http://www.paho.org/tierra/images/pdf/agua_y_saneamiento_web.pdf)

4 Oficina Nacional de Normalización (NC). Agua Potable. Requisitos Sanitarios. NC 827: 2012. 2da Edición Noviembre, 2012.

<sup>5</sup> 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*. [Internet] 2015;35:177-90. [citado 2016 enero 20] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>

<sup>6</sup> World Health Organization. *Guidelines for drinking water quality*. Fourth edition. Geneva: World Health Organization; 2011.

<sup>7</sup> 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*. [Internet] 2000; 7(5): 313-18. [citado 2016 enero 10] Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v7n5/2363.pdf>