

Calidad sanitaria del río Yumurí para uso recreativo y pesquero, desde septiembre 1998 al 2009

Sanitary quality of the Yumuri River for fishing and recreational usage, from September 1990 to 2009

Lic. Onelia María Latorre Enríquez,^I Ing. José Evaldo Guerra Báez,^I Téc. Santiago Fleitas Bocalandro,^I Téc. Magalys Pérez González,^I Téc. Guillermo Fontela Hernández,^I Lic. Jesús Méndez Martínez^{II}

^I Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Matanzas. Cuba.

^{II} Filial Tecnológica de la Salud Mártires 27 de Noviembre. Matanzas. Cuba.

RESUMEN

El río Yumurí es uno de los tres ríos más importantes de la ciudad de Matanzas. De menos longitud y caudal que los otros dos, el río separa los barrios de Versalles y Matanzas, sin embargo, la belleza natural del paisaje se ve empañada por las condiciones higiénico-ambientales de sus márgenes y el vertimiento de residuales, a lo largo de su cauce, desde su nacimiento a la desembocadura. Tiene múltiples fuentes contaminantes, debido a la acción del hombre, y los asentamientos humanos; por lo que la investigación objeto de este trabajo es de tipo descriptiva, enmarcada en un período de tiempo comprendido entre septiembre de 1998 y diciembre de 2009. Se hizo un estudio de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos que puedan estar afectados para la utilización de sus aguas para uso recreativo y pesquero en 4 sitios de muestreo a lo largo de su cauce. Se encontró que los resultados obtenidos del número más probable de coliformes totales y el número más probable de coliformes fecales invalidan al río a todo lo largo de su corriente para ser utilizado con fines recreativos como contacto directo e indirecto. Respecto a la utilización para uso pesquero, los valores más negativos físico-químicos se reportaron el 25 % en el puente Watkins y el 19 % en el puente peatonal. Los valores medios de nitrógeno amoniacal también presentaron una calidad dudosa para la pesca en estos dos sitios de muestreo.

Palabras clave: calidad sanitaria, contaminación, río Yumurí.

ABSTRACT

The Yumuri river is one of the three most important rivers of Matanzas. Shorter and with less flow than the other two, the river divides the quarters of Versalles and Matanzas, but the natural beauty of the scenery is blurred by the hygienic-environmental status of its sides and the residues dumping alongside it, from its source to its mouth. It has many polluting sources, due to the people's action, and the human settlements; so the research done is a descriptive one, during the period from September 1998 to December 2009. We studied the physico-chemical parameters that may have a negative effect on the recreational and fishing usage of its waters in four sampling places alongside the river bed. The obtained results showed that the most probable number of total coliforms and the most probable number of fecal coliforms invalidate the usage of the river all along its course with a recreational objective, for direct or indirect contact. Respecting the fishing usage, the most negative physico-chemical values were reported at the Watkins Bridge, 25 %, and at the pedestrian bridge, 19 %. The media values of the ammoniacal nitrogen also had a doubtful quality for fishing in these two sampling places.

Key words: sanitary quality, contamination, Yumurí river.

INTRODUCCIÓN

Las corrientes superficiales se han visto afectadas a través de la historia debido a los altos niveles de polución que se encuentran en las mismas, como consecuencia, en muchas ocasiones, de vertimientos indiscriminados de las que han sido objeto.

La contaminación es la modificación indeseable del aire, agua, suelos o alimentos causada por agentes físicos, químicos o biológicos que puede resultar nocivos para la salud humana, dañe los recursos vivos o los ecosistemas, estorbe el disfrute de los lugares de esparcimiento.⁽¹⁻³⁾

Existen diferentes tipos de contaminación del agua: por bacterias, virus y otros organismos patógenos, sustancias orgánicas susceptibles de descomposición, compuestos inorgánicos, sustancias y nutrientes vegetales, sustancias oleosas y agentes tóxicos específicos.⁽⁴⁻⁶⁾

Las aguas superficiales son las más objetables, desde el punto de vista higiénico, debido a que al escurrir sobre la superficie de la tierra, arrastran sustancias que pueden alterar sus características físicas, tales como la turbiedad, color, olor; así como contaminantes químicos y biológicos.

La primera y más frágil barrera es la común autopurificación natural de todos los ambientes acuáticos. Se considera que toda corriente, lagos, estuarios y acuíferos tienen alguna capacidad limitada de autopurificación, siendo mayor en las aguas superficiales que en las subterráneas.

Los mecanismos de purificación involucran los siguientes factores: sedimentación, limitaciones de nutrientes, flora microbiana competitiva, predadores, aireación, exposición a la luz solar, pH, temperatura del agua.^(2,7-9)

En estudios de poblaciones microbianas, de 51 muestras de aguas superficiales estudiadas realizados por los compañeros del Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, se observa en Cuba presencia de 100 % de coliformes totales, 90,2 % coliformes fecales y 80,4 % estreptococos fecales, cifras mayores que en las aguas subterráneas.^(5,8)

Según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), los organismos coliformes se analizan solo como señalizadores de la eficiencia del tratamiento y la integridad del sistema de distribución, no como indicadores de la presencia de patógenos, mientras que los organismos coliformes termotolerantes o E. Coli se analizan como indicadores de contaminación fecal, lo que se constata en este trabajo.

El uso de organismos intestinales normales como indicadores de contaminación fecal, en lugar de los patógenos mismos, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de tratamiento de aguas.⁽¹⁰⁻¹²⁾

Según las recomendaciones de la OMS, los organismos coliformes se analizan solo como señalizadores de la eficiencia del tratamiento y la integridad del sistema de distribución, no como indicadores de la presencia de patógenos, mientras que los organismos coliformes termo tolerantes o E. Coli se analizan como indicadores de contaminación fecal lo que se constata en este trabajo.

El mejor indicador conocido de contaminación fecal de origen humano o animal es la presencia de coliformes fecales, ya que las heces contienen dichos microorganismos presentes en la flora intestinal, y de ellos, entre un 90 % y un 100 % son E. Coli.^(13,14)

Las aguas residuales domésticas contienen materias minerales y materias orgánicas, constituidas estas últimas por compuestos ternarios, tales como azúcares y grasas y compuestos cuaternarios. En estudios de ríos realizados, se ha encontrado el nitrógeno en forma orgánica, amoniacal y oxidada y también gran cantidad de microorganismos,⁽¹¹⁾ incluso pueden contener gérmenes patógenos, y estos aspectos constituyen basamentos teóricos que se pondrán de manifiesto en el desarrollo del presente estudio.

La cuenca Yumurí tiene una longitud del río principal de 15,2 Km, un caudal de 0,63 m³/s con desembocadura al mar y su volumen potencial es 1 000 000 m³: 0,58. Actualmente se encuentran en explotación el manantial que abastece al acueducto de Corral Nuevo y 17 pozos, de uso ganadero, y no se han reportado hasta el presente episodios de contaminación en la fuente de abasto de Corral Nuevo y el pozo que abastece al Hotel El Valle, enclavado en el Valle Yumurí.

Según los participantes en el taller comunitario y de expertos desarrollados en el Plan de Manejo de Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) en el año 2005, los presentes plantearon los siguientes problemas ambientales: contaminación del agua por vertimiento de residuales sólidos en las márgenes del río, insuficiente solución de tratamiento de residuales de las cochiqueras, contaminación por las aguas residuales residenciales en Corral Nuevo y la fuente de abasto del poblado de igual nombre y enfermedades vinculadas a la contaminación de las aguas que se manifiestan en el presente.

Los últimos datos de la carga contaminante reducida de la cuenca hidrográfica son: número de fuentes contaminantes, 7; carga contaminante generada, 411 (t/año DBO); y carga contaminante dispuesta, 197 (t/año DBO). CITMA 2010. A esto se suman los albañales de la ciudad y los micro-vertederos.

Problema científico. Los residuales vertidos a los suelos, cavernas o directamente a corrientes superficiales, en ocasiones sobrepasan los límites de autodepuración de las mismas e influyen negativamente sobre la calidad de sus aguas.

Hipótesis. El río Yumurí, a lo largo de su cauce, desde su nacimiento a la desembocadura, tiene múltiples fuentes contaminantes debido a la acción del hombre, y los asentamientos humanos; por lo cual se plantea como hipótesis la presencia de contaminación en su corriente.

Se plantea como objetivo general: evaluar el comportamiento de los indicadores sanitarios y la calidad de sus aguas para uso recreativo y pesquero, y como objetivo específico: discriminar el tipo de contaminación de sus aguas, físico-química y microbiológicamente.

MÉTODOS

El río Yumurí tiene como afluentes principales el Jaime, río Chico, río Grande y Cuabal. Además, está surcado por numerosas corrientes intermitentes, que bajan de la zona del escarpe muy bien organizadas y encauzadas; al llegar a la zona de suaves pendientes deja de tener un cauce organizado, con el consecuente encharcamiento en las zonas más llanas.

La investigación objeto de este trabajo es de tipo descriptiva, enmarcada en un período de tiempo comprendido entre septiembre de 1998 y diciembre de 2009.

El universo del estudio realizado abarca 11 años, durante los cuales se tomaron las muestras trimestralmente tanto en los períodos de seca como en los de lluvia. Los puntos de muestreo⁽⁴⁾ seleccionados fueron los siguientes: puente La Carioca, puente Mena, puente Watkins y puente peatonal.

Parámetros estudiados

Fisicoquímicos: 12: Sólidos sedimentables, sólidos totales, fijos y volátiles, pH, cloruros. Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto (OD). La cantidad de oxígeno disuelto existente en la masa líquida depende de la actividad microbiana, variando también con la temperatura. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), Nitrógeno de nitratos (NO₃), Nitrógeno de nitrito (NO₂) y Nitrógeno amoniacal (NH₃).

Bacteriológicos: 2 NMP Coli total (CT) y NMP Coli fecal (CF).

Los resultados de los análisis físico-químicos se expresan en mg/L, a excepción de parámetros como los sólidos sedimentables (mL/L) y la conductividad (mmhos/cm a 20 °C), donde 10 mmhos/cm es igual a 1 milisiemen/m. Los bacteriológicos se dan en Número Más Probable x 100 mililitros (NMP/100 mL).

Se realizaron en el punto 1, puente La Carioca, 33 muestreos en total; en el punto 2, puente MENA, 33; en los puntos 3 y 4, puente Watkins y puente peatonal, respectivamente, 37. Esto viene dado porque en la época de seca en los 2 primeros puntos el caudal del río se vio afectado y no fue posible realizar la toma de muestra en 4 ocasiones. Los parámetros físico-químicos fueron realizados de acuerdo a las normas del Manual del INHEM del año 2000 y los bacteriológicos por la NC. 9-01—128:1988. Determinación de NMP Coli total y NMP Coli fecal.

Los parámetros normados se comparan respecto a las NC. 22:1999 "Lugares de baño en costas y masas de aguas interiores" y NC. 25 1999 "Especificaciones y procedimientos para la evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero".

RESULTADOS

Como se observa en las tablas de la 1 a la 4, el valor de la media de la proporción sólido fijo-sólido volátil, es siempre mayor que 1, lo que indica que en los cuatro sitios de muestreo son superiores los sólidos fijos a los sólidos volátiles, con lo que se pone de manifiesto que hay materia orgánica presente, pero en menor proporción que las sales inorgánicas.

Los valores menores obtenidos de oxígeno disuelto corresponden al puente Watkins y al puente peatonal, donde a su vez son mayores las variaciones de ese parámetro. Las variaciones de dispersión alrededor de la media son mayores en los puntos 3 y 4, debido a que son los afectados por las variaciones de la marea y por la penetración salina.

Se asumió como temperatura promedio la de 24,5 °C de acuerdo a las condiciones climáticas para las aguas muestreadas, y de acuerdo a esto el valor de saturación del OD corresponde a 8,2 mg/L; siendo el 70 % del valor 5,74 mg/L para los puntos 1 y 2, y 5,4 por la corrección de cloruros el 3 y el 4. Hay valores puntuales en los sitios 3 y 4 de DBO por encima de los valores permisibles para uso recreativo y pesquero, no reflejados en las tablas.

El progreso en la estabilización de la materia orgánica nitrogenada, se inicia con la formación de amoníaco y termina con la producción de nitratos. La mayor parte del nitrógeno orgánico, se origina en las proteínas y sus productos de degradación, debido al vertimiento de residuales a la corriente receptora. La dispersión de los valores puntuales de acuerdo a la media, que viene dada por la desviación estándar es alta en los cuatro sitios de muestreo, para el nitrógeno amoniacal. (tablas 1, 2, 3 y 4)

Todos los valores de pH, sólidos sedimentables, cloruros y conductividad analizados al igual que sus medias están en norma para uso recreativo y pesquero en los 4 sitios de muestreo, por lo que no se exponen en las tablas. Los valores de los sólidos totales, fijos y volátiles tanto individuales como sus medias van en aumento creciente desde el sitio 1 al 4, con fluctuaciones de acuerdo a la época de lluvia y seca, y al movimiento de la marea que influye en el puente peatonal y el puente Watkins.

Tabla 1. Valores medios de los parámetros en el sitio 1. Puente La Carioca

No. Muestras 33	Sólidos Totales	Sol Tot Fijos	Sol Tot Volat	O.D	Ni-trog N03	Ni-trog N02	Nitrog NH3	Coli Total	Coli Fecal
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 mL	
Máx.	1600	676	600	7,8	3,72	0,85	4,48	240000	240000
min	288	188	68	3,2	0,02	0	0	30	30
d.s	238,9	130,5	121,5	1,29	1,326	0,15	1,201	60688,8	46821,8
media	717,4	491,6	206,2	6,08	1,205	0,046	0,911		
Media geom								11572,2	4986,5

Fuente: Laboratorio de Química Sanitaria y Bacteriología. CPHEM. 2010.

Tabla 2. Valores medios de los parámetros en el sitio 2. Puente Mena

No. Muestras 33	Sólidos Totales	Sol Tot Fijos	Sol Tot Volat	O.D	Ni-trog N03	Ni-trog N02	Ni-trog NH3	Coli Total	Coli Fecal
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 mL	
Máx.	1628	1205	303	8,2	1,91	0,47	4,6	240000	240000
min	284	142	54	3,8	0,03	0	0	73	73
d.s	257,7	191,3	57,64	1,09	0,65	0,08	1,00	72625	61428,6
media	754,4	536,3	188,2	5,95	0,58	0,02	0,87		
Media geom								12065	4439,5

Fuente: Laboratorio de Química Sanitaria y Bacteriología CPHEM. 2010.

Tabla 3. Valores medios de los parámetros en el sitio 3. Puente Watkins

No. Muestras 37	Sólidos Totales	Sol Tot Fijos	Sol Tot Volat	O.D	Ni-trog N03	Ni-trog N02	Ni-trog NH3	Coli Total	Coli Fecal
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 mL	
Máx.	34151	31152	11600	9,2	6,64	1	6,64	240000	240000
min	938	779	159	5,2	0,81	0,01	0,81	30	30
d.s	8915	8039	2660	1,48	1,7	0,16	1,73	111021	112730
media	14248	10459	2639	5,8	2,91	0,09	2,91		
Media geom								40791,4	32353,3

Fuente: Laboratorio de Química Sanitaria y Bacteriología CPHEM. 2010

Tabla 4. Valores medios de los parámetros en el sitio 4. Puente peatonal

No. Muestras 37	Sólidos Totales	Sol Tot fijos	Sol Tot Volat	O.D	Ni-trog NO3	Ni-trog NO2	Ni-trog NH3	Coli Total	Coli Fecal
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 mL	
Máx.	34171	3417	7943	8,6	4,48	0,22	5,88	240000	240000
min	1943	1943	197	1	0,9	0,01	0	30	30
d.s	15676	7830	2216	1,56	1,16	0,05	1,46	109306	11148
media	7830	7568	2984	5,64	2,07	0,07	1,24		
Media geom								52535,1	40459

Fuente: Laboratorio de Química Sanitaria y Bacteriología CPHEM. 2010

Los valores de la media geométrica de Coli total y Coli fecal tienen una tendencia ascendente, como se observa en las tablas 1,2, 3 y 4.

Los valores de los cloruros, conductividad, sólidos totales, fijos y volátiles tanto individuales como sus medias van en aumento creciente desde el sitio 1 al 4, por la cercanía de los dos últimos sitios de muestreo al mar, con fluctuaciones de acuerdo a la época de lluvia y seca y al movimiento de la marea que influye en el puente peatonal y el puente Watkins.

DISCUSIÓN

En el análisis que se realizó para la reactualización de los parámetros, se observó que los sitios 1 y 2 tienen menos caudal con respecto a los sitios 3 y 4, puesto que el ensanchamiento que sufre el río en su curso es mayor y a pesar de que los contaminantes vertidos tienen una mayor dilución por esta causa son los sitios más afectados por la polución, debido al número de focos contaminantes que los afectan. A pesar de la variabilidad de los resultados, los valores del NMP de Coli total y Coli fecal se encuentran fuera de norma para uso recreativo directo, lo que indica una permanencia de polución fecal constante.

Con respecto a la calidad del agua para uso pesquero el 25 % en el puente Watkins y el 19,4 % de los valores puntuales de oxígeno disuelto en el puente peatonal son de calidad dudosa.

Los valores medios de nitrógeno de nitratos, nitrógeno de nitrito están en norma para uso recreativo directo y de calidad buena para uso pesquero.

Existen valores puntuales altos, fuera de norma para uso recreativo y pesquero de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el puente Watkins y el puente peatonal, que son los que indican mayor contaminación.

Los valores medios de nitrógeno amoniacal como se observa en las tablas 1, 2, 3 y 4, tienen una tendencia ascendente en el puente Watkins y el puente peatonal y catalogan al río de calidad dudosa como uso pesquero.

Hay una gran dispersión de los valores puntuales del oxígeno disuelto obtenidos. El 38,78 % en La Carioca, el 41,93 % en el puente Mena, el 41,66 % en el puente Watkins, y el 47,22 % en el puente peatonal de los valores invalidan al río como uso de contacto directo. Los valores medios están en norma, como se observa en las tablas del 1 al 4. La cuenca del río Yumurí presenta múltiples focos contaminantes de naturaleza diferente, que están incidiendo sobre el deterioro de su belleza paisajística y la calidad sanitaria de sus aguas.

Hay una tendencia creciente hasta llegar al puente Watkins y al peatonal del aumento en la contaminación, tanto físico-química como microbiológica, lo cual da respuesta tanto a la hipótesis como al objetivo específico planteado e indica que en su trayectoria, la corriente no tiene una capacidad de autodepuración capaz de restablecer sus indicadores, comportándose hasta el final como zona de degradación.

Alternativas de posibles soluciones

-Sistemas adecuados para la evacuación de los residuales de los focos contaminantes de la cuenca que persisten, aunque han disminuido en la última década.

-En cuanto a los residuales originados por los albañales de la ciudad que vierten al río, un sistema de alcantarillado para la recolección de los residuales con una planta de tratamiento al final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fariñas Reinoso AT. La vigilancia en salud. La Habana: MINSAP; 2005.
2. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Riesgos Químicos Ambientales. Maestría en Salud Ambiental. La Habana; 2002.
3. Curbelo T. Fundamentos de la Salud Pública. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2005 [citado 12 Ene 2012]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/libros_texto/salud_publica_1/indice_p.htm
4. Cazorla DJ, Acosta ME, Zárraga A, Morales P. Estudio Clínico-Epidemiológico de enterobiosis en preescolares de Tarará. Estado Falcón. Venezuela. Parasitol Latinoam [Internet]. 2006 [citado 12 Ene 2012] 61(1-2). Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-77122006000100007&script=sci_arttext&tlng=e
5. Cañas R, Del Puerto C. Salud Ambiental. Agua y Salud. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009.
6. Organización Mundial de la Salud (OMS). Lucha contra la contaminación del agua. Serv. Inf Tec. Ginebra, 1996; 318.

7. Yassi A, Kjellström T, de Kok T, Guidotti T. Salud básica ambiental [CD-ROM]. La Habana: SOFTCAL; 2002.
8. Del Puerto C. Higiene y Epidemiología. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2005.
9. Torres T. Estudio de bacterias indicadoras en aguas y su relación con la posible presencia de patógenos detectables. Salud Ambiental Agua y Salud. La Habana Editorial Ciencias Médicas; 2009.
10. Silva J, Ramírez L, Alfieri AL, Rivas G. Sánchez M. Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria: coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego. Estado de Carabobo. Venezuela. Rev Soc Ven Microbiol [Internet]. 2004 [citado 12 Ene 2012]; 24(1-2):46. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1315-25562004000100008&script=sci_arttext
11. Mora Alvarado DA, Portugués Barquero CF. Propuesta del índice sanitario educacional para pronosticar los indicadores básicos de salud en Las Américas con respecto a las metas del milenio. Rev Costarric Salud Pública [Internet]. 2005 [citado 12 Ene 2011]; 14(26):41-59. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-14292005000100007&script=sci_arttext
12. Aguiar P, Aguiar M, Martí M. ABC de la Higiene. La Habana: Ciencias Médicas; 2008.
13. [Ramos GC](#), [Biscaro AT](#), [Ruttler ME](#), [Castro NM](#), [Castagnolo B](#), [Ulloa A](#), [Pizarro MA](#). Investigación de Escherichia coli O157 Y NO-E.coli O157 productoras de stec en aguas de riego. Facultad de Ciencias Médicas, U.N. Cuyo.2010.
14. Alarcón MA. Beltrán M. Cárdenas ML. Campos MC. Recuento de determinación de giardia spp. y cryptosporidium en aguas potables y residuales en la cuenca alta del río Bogotá. Biomédica [Internet]. 2005 [citado 12 Ene 2012]; 25(3):353-65. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/843/84325311.pdf>
15. INHEM. Manual de Métodos de ensayos para los laboratorios de Química Ambiental. La Habana: INHEM; 2000.

Recibido: 12 de Marzo de 2012.
Aprobado: 16 de Abril de 2012.

Onelia María Latorre Enríquez. Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Matanzas. Cuba. Correo electrónico: labhe.mtz@infomed.sld.cu

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Latorre Enríquez OM, Guerra Báez JE, Fleitas Bocalandro S, Pérez González M, Fontela Hernández G, Méndez Martínez J. Calidad sanitaria del río Yumurí para uso recreativo y pesquero, desde septiembre 1998 al 2009. Rev Méd Electrón [Internet]. 2012 May-Jun [citado: fecha de acceso]; 34(3). Disponible en: <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202012/vol3%202012/tema07.htm>