

## Estudio de la calidad sanitaria de las aguas del Delfinario de Varadero, para uso recreativo

Study of the sanitary qualities of water at Varadero's Dolphinarium

### AUTORES

Lic. Onelia María Latorre Enríquez (1)

E-mail: [labhe.mtz@infomed.sld.cu](mailto:labhe.mtz@infomed.sld.cu)

Lic. José Adrián Farías Ramírez (2)

Ing. José Evaldo Guerra Báez (3)

Dra. Amada Abad Marrero (4)

Ing. Juan Andrés Rodríguez Tápanes (5)

Téc. Santiago Fleitas Bocalandro (6)

1) Licenciada en Bioquímica. Máster en Salud Ambiental. Profesora Instructora. Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Matanzas.

2) Licenciado en Tecnología de la Salud. Profesor Instructor. Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Matanzas.

3) Ingeniero Químico. Máster en Salud Ambiental. Profesor Instructor. Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Matanzas.

4) Especialista en Higiene de los Alimentos. Profesora Asistente. Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Matanzas.

5) Ingeniero Químico. Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Matanzas.

6) Técnico en Química. Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Matanzas.

### RESUMEN

El Delfinario de Varadero es una de las instalaciones turísticas de nuestra provincia donde acuden grandes y chicos en busca de un sano esparcimiento; además, es muy frecuentado por los turistas extranjeros, por lo que reviste una gran importancia económica y social. En el presente trabajo se realizó una evaluación sanitaria de sus aguas, contemplado los análisis físico-químicos y bacteriológicos, en el período comprendido del año 2007 a junio de 2009, en las cinco áreas de uso recreativo, así como de los factores que pueden incidir negativamente sobre el buen desempeño de la instalación. La media geométrica de los valores hallados de NMP coli total y NMP coli fecal se encuentra en norma. Se reportan afectaciones puntuales en el parámetro físico-químico oxígeno, disuelto en las cinco áreas muestreadas en el 25,53 % del total analizado, los valores medios de este parámetro al igual que el resto de los otros parámetros se encuentran en norma.

DeCS

## ZONAS DE RECREACIÓN

### LAGUNAS

#### AGUA/análisis

#### MICROBIOLOGÍA DEL AGUA

#### CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

#### INSPECCIÓN SANITARIA

#### VIGILANCIA SANITARIA DE AMBIENTES

#### ESTUDIOS PROSPECTIVOS

#### EPIDEMIOLOGÍA DESCRIPTIVA

## INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos, el agua ha constituido un factor primordial en el desarrollo del ser humano y los pueblos. El 75 % del planeta está constituido por agua, entre el 75 % y 85% del protoplasma celular es agua. El desarrollo de las poblaciones ha estado asociado a la existencia de agua, y el progreso de la salud en el mundo se ha vinculado estrechamente a la existencia de este elemento y fundamentalmente a la cantidad y calidad del mismo (1).

La salud humana finalmente depende de la capacidad de una sociedad para mejorar la interacción entre las actividades humanas y el ambiente físico, químico y biológico (2). Las guías para la calidad del agua utilizada con fines recreativos han sido predominantemente de interés de países desarrollados, puesto que los países en desarrollo no han tenido los recursos disponibles para dedicarse a esta actividad. Sin embargo, la calidad del agua recreativa está llegando a ser de gran necesidad para todos, debido a la importancia del turismo para la economía en todo el mundo.

Los océanos son víctimas de la contaminación, cerca de 10 millones de toneladas por año, a lo que contribuye el lanzamiento de sustancias venenosas radiactivas y los desechos tóxicos de las industrias (3).

Un cuerpo de agua puede diluir, oxidar y remover patógenos mientras que su capacidad no sea excedida y transcurra el tiempo suficiente antes que el agua esté retirada aguas abajo para el uso humano (4).

Como fuentes totales de agua los océanos mundiales constituyen el 96,50 %, las reservas de agua dulce el 2,53 % y otros 0,97 % (4,5).

La vigilancia sanitaria de las aguas dependiente, tanto de las características microbiológicas como físico-químicas, se hace imprescindible para evaluar cualquier recurso hídrico tomando como punto de partida el uso racional para el cual sea destinado (5-8). En nuestro país, después del triunfo de la Revolución ha sido una constante preocupación de los organismos rectores, entre ellos salud, el cuidado de mantener y llevar los niveles de contaminación al mínimo para garantizar el uso adecuado de las aguas para el consumo humano y recreativo. Es por esto que al estar situado en la provincia de Matanzas, Varadero el primer polo turístico de Cuba y ser el delfinario una fuente importante de recaudación de divisas y hábitat de especies tales como los delfines, y de uso recreativo de contacto directo fue de interés nuestro realizar este estudio.

Se realizó la inspección sanitaria del lugar, encontrándose algunos factores que pudieran incidir sobre la calidad sanitaria de la laguna dividida por áreas recreativas. El problema radica en que se sospecha de la posibilidad de contaminación de las aguas después de ser efectuada la inspección en el terreno. Se plantea la siguiente hipótesis: si se comprueba afectaciones en los parámetros físico-químicos y bacteriológicos de las áreas del delfinario para el uso recreativo, entonces se puede afirmar que hay afectaciones en el entorno que inciden sobre la calidad sanitaria de las aguas.

Nuestro objetivo fue evaluar la calidad sanitaria de las aguas del delfinario de Varadero para uso recreativo, al igual que determinar, a través de los indicadores establecidos, las características físico, química, y bacteriológicas de las aguas del delfinario de Varadero, y proponer medidas que contribuyan a la solución de problemas identificados en el delfinario.

## MÉTODOS

Se hizo la inspección sanitaria de las zonas aledañas al delfinario, donde se encontró la caballeriza y un micro vertedero situado aproximadamente a 10 metros de la laguna, y debido al relieve del terreno, existía la posibilidad de escurrimiento y arrastre de los residuales en tiempo de lluvia hacia las áreas de recreación. Existen dos focos emisores más que corresponden a los residuales que vierten directamente al canal del Sur los hoteles Beach Varadero y Marina Chapelín, ubicados en la zona. Esto puede traer como consecuencia que al subir la marea (lunante) pueden elevar el índice de contaminación del agua de la laguna. Se realizó un estudio descriptivo y prospectivo de la calidad sanitaria de las aguas del delfinario, donde se hicieron 19 muestreos, desde el 13 de febrero de 2007 hasta junio de 2009. Se tomaron cinco sitios de muestreo dentro del área que abarca el delfinario: Área de baño 1 (final de la laguna), Área de baño 2 o Área show, Área de baño 3 central, Área de baño 4, Área puente y Área de baño 5 (entrada a la laguna).

El estudio abarcó 19 muestreos a cada uno de los sitios, con 14 determinaciones físico-químicas, con un total de 1 330 investigaciones y 2 bacteriológicas en cada punto, que hacen un total de 190 y son las siguientes.

*Físico-químicas:* Olor, color, turbiedad, pH, conductividad, sólidos sedimentables, sólidos totales, sólidos fijos de los totales, sólidos volátiles de los totales, cloruros, N de nitrito, N amoniacal, oxígeno disuelto y DBO, por las normas del 2000 del Manual del INHEM.

*Bacteriológicas:* Coli total y Coli fecal.

Se utilizó el procedimiento de tubos múltiples.

## RESULTADOS

Los valores estadísticos analizados de los parámetros, estudiados de acuerdo a las normas establecidas, se muestran en las tablas del 1 al 5, para cada sitio. Se comparan los resultados con la Norma Cubana 22: 1999. Lugares de baño en costas y masas de aguas interiores. Requisitos higiénicos sanitarios (9).

Se le halló la media, en el caso de los bacteriológicos, la media geométrica, el mínimo, el máximo y la desviación estándar a los parámetros por el Microsoft Excel del sistema Windows XP Profesional.

El primer muestreo se realizó sin tomar acciones sobre el terreno. Al señalarse las deficiencias detectadas se tomó como medida inmediata eliminar los dos focos contaminantes pertenecientes al área del delfinario, puesto que los dos restantes podrán tener solución a largo plazo. Después de esto se llevaron a cabo los restantes muestreos.

### Análisis de los parámetros

#### *Físico-químicos* (10,11)

No se observa presencia de olor, ni color en cada uno de los muestreos realizados a cada área, la turbiedad tiene sus valores medios por debajo de 10 U.F.

Todos los valores de pH se encuentran por debajo de la norma que establece un intervalo de 6,1 a 8,9. La conductividad es la expresión numérica de la capacidad de una solución de transportar la corriente eléctrica, esta capacidad depende de la presencia y concentraciones de iones, además de la temperatura del agua.

Los valores hallados en los cinco sitios de muestreo están en correspondencia con lo señalado por la literatura para el agua de mar. En cuanto a los sólidos sedimentables, el máximo reportado es 0.6ml/L en un sólo muestreo en el área de baño 1 (final de la laguna) en el 2007.

Los resultados obtenidos respecto a los sólidos totales están en concordancia con la salinidad de las aguas, y la relación entre los sólidos fijos y los volátiles es superior a 1, lo que indica que las sales inorgánicas son las que se encuentran en mayor proporción para todas las muestras con respecto a los sólidos de naturaleza orgánica. Los valores mayores de dispersión de la media dados por la DS se reportan en el área de baño 2, que es el área show. Todos los valores hallados de cloruros están en correspondencia con los del agua de mar. En el período que abarca el estudio no se observa presencia de nitrógeno amoniacal, y la

concentración de nitrito está dentro del rango permisible para aguas potables, lo que denota la no contaminación por este parámetro.

El OD, de acuerdo a la norma, en lugares de baño debe mantenerse en un valor mínimo del 70 % de la concentración de saturación, y de acuerdo con la temperatura promedio dado por la literatura consultada de las aguas de las costas cubanas se asume 24,5 °C (12), el valor del % de saturación del oxígeno corresponde a 8,25 mg/L, siendo el 70 % de este valor 5,77 mg/L, considerando el factor de corrección para la concentración de cloruros, la concentración de OD a considerar como límite inferior es 4.58 mg/L. El 25,53 % de los valores puntuales hallados para las cinco áreas están por debajo de este valor, lo que denota afectación en el momento en que se realizara la toma de muestra, el valor más bajo (2,6) reportado en las tres primeras áreas coinciden en la fecha. El mes de octubre de 2008 se caracteriza por ser lluvioso, y los residuales del Sur pueden penetrar a las áreas de la laguna en época de llenante. Todos los valores medios están por encima del límite permisible, como se observa en las tablas del 1 al 5, así como en el gráfico.

La DBO está por debajo de 3mg/L límite permisible según la norma.

A continuación se exponen las cinco tablas estadísticas con los parámetros seleccionados, los cuales fueron: sólidos totales, sólidos fijos de los totales, sólidos volátiles de los totales, oxígeno disuelto y el NMP de coli total y el NMP de coli fecal.

**Tabla No. 1 . Área 1 (final de la laguna)**

	S. total mg/L	S.F. total mg/L	S.V total mg/L	O.D mg/L	Coli total	Coli fecal
					<b>NMP x 100 ml</b>	
Media	43587.37	36225.74	7372.16	4.95		
Máximo	48028.0	38267.0	9761.0	6.80	350.0	350
Mínimo	35983	29447	4882.0	2.6	7	-30
DS	2740.98	1996.67	1403.0	1.07	101.45	104.69
M.Geom					78.36	62.83

Fuente: Laboratorio de Aguas Química Sanitaria y Microbiología. CPHEM. Matanzas.

**Tabla No. 2. Área 2 de baño (área Show)**

	S. Tot mg/L	S.F. tot mg/L	S.V Tot mg/L	OD mg/L	Coli total	Coli fecal
Media	43757,16	35801,1	7940,2	5,08	<b>NMP x 100 ml</b>	
Máximo	48615,0	39154	12690	7,66	930	930
Mínimo	36316	29638	4951	2,6	30	14
DS	2788,77	2355,03	2023,4	1,37	281,48	276,58
M.Geom om					108,79	75,84

Fuente: Laboratorio de Aguas Química Sanitaria y Microbiología. CPHEM. Matanzas.

**Tabla No. 3. Área central**

	S. Tot mg/L	S.F. tot mg/L	S.V Tot mg/L	OD mg/L	Coli total	Coli fecal
Media	35820,2	7745,2	20973,68	4.99	<b>NMP x 100 ml</b>	
Máximo	38801,0	11374	26000	7,7	2400	2400
Mínimo	30243,0	5599,0	12000	2,6	-30	-30
DS	2042,78	1574,4	2884,22	1,43	542,07	546,84
M.Geom					99,00	71,43

Fuente: Laboratorio de Aguas Química Sanitaria y Microbiología. CPHEM. Matanzas.

**Tabla No. 4. Área de baño 4 (puente)**

	S. Tot mg/L	S.F. Tot mg/L	S.V Tot mg/L	OD mg/L	Coli total	Coli fecal
Media	43809,7	36166,6	7643	5,22	<b>NMP x 100 ml</b>	
Máximo	46814,0	38403,0	10928	7,72	430	430
Mínimo	36863	30016,0	4561,0	3	-30	-30
DS	2687,61	1929,72	1614,7	0,31	126,79	132,88
M.Geom					78,45	47,60

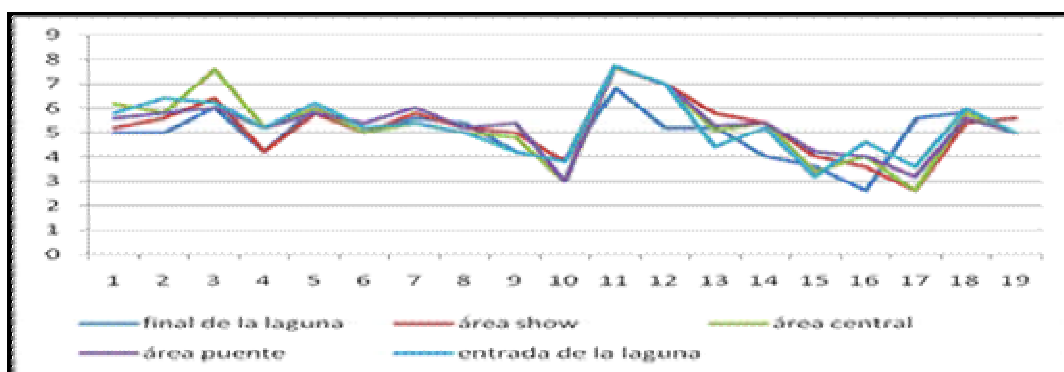
Fuente: Laboratorio de Aguas Química Sanitaria y Microbiología. CPHEM. Matanzas.

**Tabla No. 5. Área de baño 5 (entrada de la laguna)**

	S. Tot mg/L	S.F. Tot mg/L	S.V. Tot mg/L	OD mg/L	Coli total	Coli fecal
Media	43361,21	36195	7165,7	5,02	<b>NMP x 100 ml</b>	
Máximo	46121	37901	10017	7,72	930	540
Mínimo	36032	30030	4242	3,2	5	4
DS	2601,64	1876,0	1455,9	1,25	229,12	160,55
M Geom					97,31	69,88

Fuente: Laboratorio de Aguas Química Sanitaria y Microbiología. CPHEM. Matanzas

**Gráfico. Valores del OD en mg/L en las 5 áreas**



Fuente: Laboratorio de Aguas Química Sanitaria y Microbiología . CPHEM Matanzas

### **Bacteriológicos**

Se destaca que en el primer muestreo que corresponde al 13 de febrero, en el área de baño 3 el NMP x 100mL de coli total, arroja un valor puntual muy alto (la norma se establece para la media geométrica de todos los valores), que es hasta 1000 NMP x 100 mL para la utilización de las aguas como contacto directo en el baño.

En cuanto al NMP x 100 mL de coli fecal, se encuentra en esta misma fecha el valor más alto de este parámetro también en el área 3. La media geométrica para ambos contaminantes se encuentra en norma en las cinco áreas estudiadas.

### **DISCUSIÓN**

En el muestreo que se realizó el 13 de febrero del año 2007 respecto al NMP x 100 mL de coli fecal, el área tres, alcanza los valores puntuales mas altos, lo que se encuentra relacionado con los dos focos contaminantes que fueron erradicados, la media geométrica está en norma en las cinco áreas estudiadas. Se detectaron cuatro focos contaminantes, en la inspección del terreno que inciden negativamente en la calidad de las aguas, se solucionaron dos después de

realizado el primer muestreo, los otros dos restantes se mantienen bajo vigilancia sanitaria. Respecto a los parámetros físico-químicos todos los parámetros estudiados están en norma de acuerdo a los requisitos para la calidad sanitaria del agua en lugares de baño, excepto los valores de OD en el 25,53 % del total, lo que denota afectaciones puntuales en la que está influyendo la presencia de los focos contaminantes de los residuales del mar del sur que penetran a la laguna en época de llenante y lluvia. Todos los valores medios del oxígeno disuelto se encuentran por encima del límite permisible para ser utilizada la instalación en sus cinco áreas como zona de baño, por lo que no existe una afectación permanente de este parámetro. Los muestreos se realizaron con colaboración de los compañeros del delfinario.

## REFERENCIAS

## BIBLIOGRÁFICAS

1. Curbelo T. Fundamentos de la Salud Pública. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2004.
2. Aguiar P, Aguiar M, Martí M. ABC de la Higiene. La Habana: Ciencias Médicas; 2008.
3. Yassi A, Kjellstrom T, DeKok T, Guidotti T. Salud básica ambiental. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2008.
4. INHEM. Salud Ambiental Básica. La Habana: INHEM; 2000.
5. Cañas R, Del Puerto C. El agua y su influencia en la salud. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 1992.
6. Ceyes AG. Medio Ambiente. Impacto y Desarrollo. La Habana: Científica-Técnica; 2003.
7. Díaz C. Manual de Medio Ambiente y Salud ISCM Dr. Serafín Ruiz de Zarate Ruiz. La Habana: Facultad de Tecnología de la Salud Julio Trigo López; 2007.
8. CITMA Segmento Ambiental. CV. El portal del medio ambiente en Cuba; 2006. [ citado 19 Abr 2007]. Disponible en: <http://www.medioambiente.cu/diccionario.asp>
9. Oficina Nacional de Normalización. Lugares de baño en Costas y en Masas de aguas interiores. (NC N. C. 22: 1999). La Habana: Requisitos Higiénicos Sanitarios; 1999.
10. INHEM. Manual de Métodos de ensayos para los laboratorios de Química Ambiental. La Habana: INHEM; 2000.
11. American Public Health Association. Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16a ed. Washington, DC: American Public Health Association; 2000.
12. Cardeira S. Estudio comparativo de la temperatura superficial del mar detectada vía satélite y por mediciones *in situ* al norte de Cuba NE de la península de Yucatán. Mapping interactivo; 2000.
13. Arellano AMD, Benamar BO. Manejo de los Recursos Hídricos. Módulo de formación ambiental básica. Camagüey: GEF; 2000.
14. Armijo Rojas R. Epidemiología Básica en Atención Primaria de la Salud. Madrid: Ed. Díaz de Santos, SA; 2001.
15. Cozaría D, Acosta MZ, Anarelis MP. Estudio Clínico-Epidemiológico de enterobiosis en preescolares de Tarará. Estado Falcón. Parasitol Latinoam. 2006;61(1-2):43-53.
16. Portuguez CF, Mora AD, Brenes SG. Calidad microbiológica del Río Grande de Tirraba período 2002. Rev Cortarrie Salud Públ. 2003 2(23):11-21.

## SUMMARY

Varadero's dolphinarium is one of our province tourist centers where people go looking for recreation; besides that, it is frequently visited by foreign tourists, having a great economic and social importance. In the present work we made a sanitary evaluation of its waters, including physic-chemical and bacteriologic analyses, in the period from 2007 to June 2009, in all the five areas of recreational usage, and also the facts that may influence negatively on the good work of the center. The geometrical media of the found NMP coli total y NMP coli faecal values are normal. There were reported punctual troubles in the physical-chemical parameter Oxygen, dissolved in the five sampled areas in 25,53 % of the total analyzed; media values of this parameter is normal, as the rest of the parameters.

MeSH

RECREATIONAL ZONES  
LAGOONS  
WATER/analysis  
WATER MICROBIOLOGY  
WATER QUALITY CONTROL  
SANITARY INSPECTION  
HEALTH SURVEILLANCE OF ENVIRONMENTS  
PROSPECTIVE STUDIES  
EPIDEMIOLOGY, DESCRIPTIVE

#### **CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO**

Latorre Enríquez OM, Farías Ramírez JA, Guerra Báez JE, Abad Marrero A, Rodríguez Tápanes JA, Fleitas Bocalandro S. Estudio de la calidad sanitaria de las aguas del Delfinario de Varadero, para uso recreativo. Rev Méd Electrón. [Seriada en línea] 2010;32(3). Disponible en <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202010/vol3%202010/tema9.htm>. URL: [consulta: fecha de acceso]