

## Evaluación de indicadores microbiológicos de contaminación fecal en aguas de uso recreativos.

### Evaluation of microbiological indicators of fecal contamination in waters of recreational use.

Sergio Chiroles Rubalcaba\*  
María Isabel González González\*\*  
Teresa Torres Rojas\*\*\*  
Magaly Valdés Águila\*\*\*\*  
Isaida Domínguez Martínez\*\*\*\*

\*Lic. en Microbiología, Aspirante a Investigador

\*\*Dr. C. en Ciencias de la Salud, Investigador Auxiliar, Profesor Instructor

\*\*\*Dr.C. en Ciencias Técnicas, Investigador Auxiliar

\*\*\*\*Téc. A en Laboratorio Sanitario

Laboratorio de Microbiología de Aguas, Vicedirección Salud Ambiental, Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Infanta 1158 e/ Clavel y Llinás, Centro Habana, CIP 10 300, Cuba  
Tel. (53-7) 870-5531-34 Ext.254, Fax. (53-7) 66-2404.

E-mail: [schiroles@yahoo.es](mailto:schiroles@yahoo.es)

## Resumen

Se realizó un estudio en dos zonas de aguas costeras con fines recreativos del litoral norte de la Ciudad de la Habana entre los meses de julio 2000 a mayo 2001 determinando en ambos casos los indicadores microbiológicos que se exigen dentro de la Norma Cubana. La metodología de muestreo empleada fue según los criterios establecidos y normados al respecto pero también se tomaron en cuenta los resultados de estudios similares realizados en las zonas por otros autores. Los resultados encontrados se compararon con los valores que se establecen en la norma antes mencionada encontrándose los valores en las dos zonas dentro de los parámetros de obligatorio cumplimiento y en ocasiones por debajo de los valores guías en cada caso. Se calcularon los valores de correlación entre los indicadores coliformes totales-coliformes fecales y coliformes fecales-estreptococos fecales, por zonas y por puntos de muestreo y se encontró estrecha correlación entre los grupos coliformes totales y fecales.

## Abstract

One study was carried out in two areas of coastal waters with recreational uses of the north coast of the Havana City among the months of July 2000 to May 2001, determining in both cases the microbiological indicators that are demanded inside the Cuban Standards.. The sampling methodology was according to the established approaches and guidelines respect but they also took into account the results of similar studies carried out in these areas by other authors. The opposing results were compared with the values that settle down before in the norm mentioned being the values in the two areas inside the parameters of obligatory execution and in occasions below the values guides in each case. The correlation values were calculated among the indicative total coliforms-faecal coliforms and faecal coliforms- faecal streptococci, for areas and for sampling points finding narrow correlation among the total and fecal coliforms.

**Palabras Clave:** CONTAMINACION AMBIENTAL; AGUAS COSTERAS;  
EVALUACION AMBIENTAL; IMPACTO AMBIENTAL

## Introducción

Las aguas naturales utilizadas con fines recreativos generalmente contienen una mezcla de microorganismos autóctonos del medio y microorganismos patógenos, provenientes estos últimos de efluentes de aguas residuales, bañistas (defecación y /o basura), procesos industriales, actividades agrícolas etc., lo que constituye un riesgo potencial para la salud humana (Fleisher, 1985). A nivel internacional se han desarrollado una serie de normas y regulaciones referentes a la calidad microbiológica de estos cuerpos de aguas, en las que se brindan valores guías y valores de obligatorio cumplimiento, en dependencia del tipo de exposición (directa o indirecta), siendo esta tarea responsabilidad de las autoridades sanitarias de cada país, que en la mayoría de los casos siguen los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud, Comunidad Económica Europea y Agencia Ambiental de Estados Unidos (WHO,2000 EEC, 1976; EEC, 1994; USEPA, 1986; UNEP, 1993)

De manera general se ha trabajado con los indicadores coliformes fecales y estreptococos fecales como grupos de elección para determinar la calidad microbiológica de estas masas de aguas, sin embargo de acuerdo a estudios epidemiológicos realizados recientemente, algunos autores sugieren que deben tenerse en cuenta determinados factores para seleccionar los indicadores a incluir en las regulaciones entre los que se pueden enumerar: la naturaleza del agua, parámetros físico-químico, estudios previos realizados a nivel nacional y factibilidad de determinación de estos grupos seleccionados a nivel de laboratorio. ( Cabello et al ., 1983; Fleisher et al., 1993; Wyer et al., 1995)

Existen escasos resultados de investigaciones en aguas naturales utilizadas con fines recreativos llevadas a cabo en América Latina, especialmente en países de climas tropicales, lo que es de marcada importancia para la obtención de criterios microbiológicos actuales sobre la situación real de los indicadores y patógenos bacterianos en dicha área donde en muchas ocasiones su comportamiento no es igual que en climas templados. Con esta problemática planteada, cada día es de notable importancia llevar a cabo investigaciones relacionadas con el monitoreo de las aguas costeras y la valoración de los criterios microbiológicos recomendados y adecuados a cada país. Los objetivos de este estudio fueron determinar la calidad microbiológica en dos zonas de aguas naturales con usos recreativos y establecer correlaciones entre los diferentes organismos indicadores estudiados.

## Materiales y Métodos

Se analizaron un total de 42 muestras de aguas costeras con usos recreativos provenientes de dos zonas en el litoral norte de Ciudad de la Habana, entre los meses de Julio 2000- Mayo 2001. Zona 1: Desde la de La Puntilla hasta la Calle 24 en Miramar (4 puntos) Frecuencia de Muestreo: cinco muestreos en 30 días (NC 22: 1999). Zona 2: Playa Guanabo (2 puntos) Frecuencia de Muestreo: Mensual. En este caso se siguieron recomendaciones (INHEM, 1992), con muestreos mensuales o quincenales, basados en resultados de estudios anteriores...

Los indicadores seleccionados para el monitoreo fueron coliformes totales, coliformes fecales y estreptococos fecales. Las técnicas empleadas para la determinación de estos indicadores fueron fermentación en tubos múltiples siguiendo las recomendaciones de los métodos estándar (APHA, 1992) para cada caso. El análisis estadístico de los resultados utilizó el programa Estadística para Windows, aplicándose correlación de matrices.

## Resultados y Discusión

En la valoración de los indicadores estudiados la Tabla 1 muestra los valores de la media geométrica por puntos y por zonas de muestreo, como se puede observar en la

zona 1 los valores encontrados para coliformes totales se mantuvieron durante los cinco muestreos por debajo del valor guía de la norma cubana vigente (NC 22: 1999), que establece 1000 NMP/ 100ml como media geométrica para este indicador. Para el caso de los coliformes fecales se observó un comportamiento diferente en esta zona en igual período ya que los valores para los puntos 1,2 y 4 sobrepasan el valor guía de 200 NMP/100ml que se establece en la norma, sin embargo al analizar todo el comportamiento se encontró que menos del 10% de las muestras analizadas para estos tres puntos fueron superiores a 400 valor normado de obligatorio cumplimiento.

Tabla 1. Media Geométrica de los conteos en NMP/100mL para los indicadores por puntos y zonas de muestreos.

Puntos	CT NMP/100mL	CF NMP/100mL	EF NMP/100mL
<b>Zona 1</b>			
1	460	283	59
2	258	203	25
3	297	94	14
4	271	215	12
<b>Zona 2</b>			
1	93	49	25
2	52	112	11

CT: Coliformes totales CF: Coliformes fecales EF: estreptococos fecales  
(Los valores subrayados se encuentran por encima del valor guía de la Norma Cubana)

Por otra parte, los estreptococos fecales fue el otro indicador estudiado y presente en la norma (NC 22: 1999) se mantuvo estable en la zona encontrándose los valores de las medias geométricas en un rango entre 10 y 60 NMP/100mL valores que se encuentran por debajo de 100 (que constituye el valor establecido para este indicador).

Esta zona de muestreo enclavada en el tramo de la playa de la Puntilla y la calle 24 en Miramar, Playa, no presentó grandes diferencias entre los valores de los indicadores encontrados en los puntos 2,3 y 4 sin embargo, es de destacar que en el caso del punto 1 los valores de las medias geométricas de todos los indicadores estudiados (coliformes fecales 460, coliformes fecales 283, y estreptococos fecales 59 NMP/ml) respectivamente fueron superiores a los valores encontrados en el resto de los puntos, lo que puede explicarse porque en esta zona recibe de manera más directa algunos vertimientos de residuales domésticos de áreas cercanas, los que pudieran ser los responsables de estos valores.

En la zona 2 del estudio, donde solo se tomaron dos puntos de muestreos en el período de agosto 2000 a mayo 2001 se observa que los tres indicadores mantuvieron un valor de media geométrica por debajo de los valores guías establecidos para cada uno (Tabla 1).

Estos valores obtenidos fueron similares a los reportados en un estudio realizado en la misma playa durante 1995 donde los valores se encontraron en el orden de 10 a 103 NMP/100mL (Torres et al., 1995)

En el gráfico 1 se muestran los resultados encontrados en la zona 2 según los indicadores de contaminación analizados. Se observa que existen valores más altos en los meses donde hay mayor afluencia de bañistas y época de lluvia. Diferentes investigadores (Haile et al., 1999; Hazen y Toranzos, 1990; WHO, 2000) han reportado el incremento de los indicadores bacterianos en aguas recreativas especialmente en

los meses de vacaciones donde es mayor el número de usuarios en dichas aguas. Por otra parte, se ha observado que la lluvia ocasiona el agua de escorrentía que arrastra materia en suspensión, la cual contiene microorganismos autóctonos y alóctonos que pueden contaminar las aguas superficiales, y por ende las de zonas costeras con fines recreativos.

El resultado del análisis de correlación entre los indicadores en las dos zonas de estudio puede apreciarse en la Tabla 2, los valores de correlación coliformes totales-coliformes fecales mostraron valores de  $r$  ( factor de correlación ) entre 0.87 y 0.96 mostrando una correlación positiva y significativa, este hallazgo ha sido reportado por otros autores en la literatura revisada (Torres et al., 1995 ), por lo que en las normas actuales unas de los criterios es monitorear sólo uno de estos dos indicadores ya que estudios estadísticos respaldan esta selección, (Pruss, 1998) por otra parte los valores de correlación entre coliformes fecales y estreptococos fecales no fueron buenos, al encontrarse los valores de  $r$  por debajo de los criterios de buena correlación que sería los más cercano a 1 o  $-1$  en este último caso de existir correlación negativa.

Tabla 2. Valores de  $r$  (coeficiente de correlación) entre los diferentes indicadores por zonas y puntos de muestreo.

Puntos	CT-CF	CF-EF
<b>Zona 1</b>		
1	0.95	0.65
2	0.92	0.50
3	0.96	0.31
4	0.93	0.45
<b>Zona 2</b>		
1	0.94	0.64
2	0.96	0.71

En conclusión, los valores encontrados para los indicadores bacterianos estudiados se encontraron dentro de los parámetros establecidos en la norma cubana con valores altos de correlación entre los coliformes totales y fecales en ambas zonas.. Se recomienda realizar estudios futuros más amplios que involucren el monitoreo de las zonas costeras con fines recreativos en climas tropicales cubanos asociado a estudios epidemiológicos de la población expuesta con el fin de proponer criterios microbiológicos más confiables y actualizados.

### Bibliografía:

- American Public Health Association. 1992. Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18 ed. Washington, DC: APHA.
- Cabelli VJ. 1983. Health effects criteria for marine recreational waters. US Environmental Protection Agency. EPA 600/1-80-01. Cincinnati, 98 pp.
- European Economic Committee (EEC).1976. Council Directive concerning the quality of bathing waters (76/160/ECC). Brussels.
- European Economic Committee (EEC).1994. Proposal for a Council Directive concerning the quality of bathing waters (94/C112/03). Brussels.
- Fleisher JM, Jones F, Kay D, Stanwell-Smith R, Wyer M, Morano R. 1993.. Water and non- water- related risk factors for gastroenteritis among bathers exposed to sewage- contaminated marine waters. Int J Epidemiol, 22 (4): 698-708.
- Fleisher JM 1985.. Implications of coliform variability in the assessment of sanitary quality of recreational waters. J Hyg, 94: 193-200.

Haile RW, Witte JS, Gold M, Cressey R, McGee CH et al. 1999. The health effects of swimming in ocean water contaminated by storm drain runoff. *Epidemiol* 10:355-63.

Hazen TC, Toranzos GA. 1990. Tropical Source Water. En: *Drinking Water Microbiology*. McFeters GA (eds.) New York:, Springer-Verlag, pp.33-53.

Instituto Nacional de Higiene Epidemiología y Microbiología INHEM. 1992. Criterios para el perfeccionamiento de la normas de calida sanitaria de las aguas de uso recreativo. En: *Principales resultados del periodo 1986-1990 y perspectivas para el futuro inmediato* 12-19

NC 22:1999: Lugares de Baño en Costas y en Masas de aguas interiores. Requisitos Higiénico Sanitarios. Cuba.

Pruss A. 1998. Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water. *Int Epidemiol Assoc*, 27:1-9.

Torres VT, Mancebo H, Gonzáles MI, Borges M. 1995.. Resultados del monitoreo de indicadores microbianos en aguas del litoral norte de Ciudad de la Habana. En: *II Congreso AIDIS de Norteamérica y el Caribe y IV Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Tomo 1:pp 82-89.

United Nations Environment Protection (UNEP). 1993. Report on the Second CEPPOP Seminar on Monitoring and Control of Sanitary Quality of Bathing and Shellfish-Growing Marine Waters in the Wider Caribbean. Kingston. Jamaica. August 1993:9-13.

US Environmental Protection Agency (USEPA). 1986. Ambient water quality criteria for bacteria. EPA 440/5-84-002. Washington.

World Health Organization (WHO). 2000. *Monitoring Bathing Waters. A practical guide to the design and implementation of assessments and monitoring programs (CEC-EPA-WHO)*, 350 pp.

Wyer MD, Kay D, Jacson GF, Dawson HM, Yeo J, Tanguy L. 1995.. Indicator organism sources and coastal water quality: A catchment study on the Island of Jersey. *J Appl Bacteriol*, 78: 290-76.