

CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LAS ZONAS DE BAÑO DEL LITORAL HABANERO.

MSc. Gómez D'Angelo Yamiris T., MSc. Pérez González Marlén, Lic. González Beltrán Jesús

Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (Cimab)
Carretera del Cristo No. 3. Tiscornia, Casa Blanca, Regla, La Habana, Cuba
Email: yamiris@cimab.transnet.cu

RESUMEN

En el presente trabajo se detectaron las concentraciones de coliformes termotolerantes y estreptococos fecales en las zonas de baño del Este y el Oeste del litoral habanero, durante los períodos lluvioso y poco lluvioso de los años 2009, 2011 y 2013. En los tres años evaluados y en ambas franjas costeras se observa que en el período lluvioso existe un predominio de estaciones con valores de coliformes termotolerantes superiores a la concentración límite exigida por la Norma Cubana 22 para contacto directo ($200 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$). Las estaciones ubicadas en la desembocadura del río Itabo, Laguna del hotel Itabo, Mi Cayito, entre las Calles 476 y 478, entre las Calles 494 y 496, en los círculos sociales Aracelio Iglesias, José Luis Tassende y en playa Santa Fe mostraron un deterioro mantenido en el tiempo de la calidad del agua, ya que al menos en dos de los tres años analizados, los valores de coliformes termotolerantes sobrepasaron los $200 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$, por lo que esas zonas no se consideran adecuadas para el contacto directo (baño). Las concentraciones de estreptococos fecales fueron inferiores a las de coliformes termotolerantes y también al valor límite reportado en la Norma Cubana 22 para contacto directo ($100 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$) en casi todas las estaciones tanto en la zona Este como Oeste. Teniendo en cuenta este resultado y la metodología empleada (Técnica de Tubos Múltiples), los estreptococos fecales no se consideran indicadores óptimos para evaluar la calidad bacteriológica en estas franjas costeras.

Palabras Claves: calidad bacteriológica, coliformes termotolerantes, estreptococos fecales, zonas de baño.

Introducción.

En la actualidad, la contaminación de las aguas costeras representa un problema ambiental a nivel mundial, ya que las descargas de las aguas residuales de origen doméstico e industrial con alto contenido de desechos orgánicos causan problemas serios de salud y afectan el ecosistema marino. Las enfermedades gastrointestinales y de la piel son las principales a las que se enfrentan los bañistas en aguas recreativas contaminadas con microorganismos (Flores-Mejías *et al.*, 2011).

Es vital que las playas de arena fina en costas soleadas y con aguas cálidas, mantengan sus aguas limpias, ya que esta característica constituye uno de los elementos fundamentales en la elección de los bañistas para llevar a cabo sus actividades recreativas (Silva-Iñiguez, 2007).

Para evaluar la calidad bacteriológica del agua se utilizan microorganismos como indicadores bacteriológicos. Su presencia revela contaminación, el tipo de organismo superior que la produjo y si ésta es reciente o no. Sin embargo, el número de indicadores para determinar la calidad del agua es extenso y no existe un acuerdo de cuál es el indicador más útil, lo cual ha dado lugar a una gran variedad de estos, así como sus niveles permisibles en el agua (Larrea *et al.*, 2013).

Las playas del Este de la Habana, así como las zonas de baño del litoral Oeste (fundamentalmente los Círculos Sociales), son sitios seleccionados por el turismo nacional e internacional para vacacionar, por lo que representa de gran importancia conocer entre otros aspectos la calidad bacteriológica de esos lugares.

Teniendo en cuenta estos aspectos, los objetivos de este trabajo fueron:

- 1 - Evaluar la calidad bacteriológica de las zonas de baños al Este y Oeste del litoral habanero mediante la determinación de coliformes termotolerantes y estreptococos fecales en las aguas superficiales.
- 2- Comparar el comportamiento de estos indicadores bacteriológicos en los periodos lluvioso y poco lluvioso de los años 2009, 2011 y 2013.

Materiales y Métodos

Los trabajos de campo para la caracterización de la calidad bacteriológica del agua en las playas del Este y en el litoral Oeste de La Habana se realizaron en los periodos lluvioso y poco lluvioso de los años 2009, 2011 y 2013 para lo cual se estableció una red de estaciones. La Tabla 1 muestra la descripción de la red de estaciones y las coordenadas geográficas de cada una de ellas.

Tabla 1. Red de estaciones y coordenadas geográficas.

| Estaciones del tramo de playas del Este | Latitud | Longitud | Estaciones del tramo del litoral Oeste | Latitud | Longitud |
|--|----------------|-----------------|---|----------------|-----------------|
| Playa Bacuranao | 23°10'26.4" | 82°14'21.0" | 1m. Marina Hemingway | 23°5'13.46" | 82°30'3.62" |
| Tará | 23°10'42.8" | 82°05'03.8" | 2m C.S.O. <i>Aracelio Iglesias</i> | 23°5'32.84" | 82°29'0.56" |
| Hotel Tropicoco | 23°10'29.6" | 82°11'18.1" | 3m <i>Club Habana</i> | 23°5'30.10" | 82°28'35.08" |
| Desembocadura río Itabo | 23°10'19.5" | 82°09' 47.3" | 4m C.S.O. <i>Félix Elmusa</i> | 23°5'42.97" | 82°27'26.43" |
| Mi Cayito | 23°10'24.7" | 82°10'17.1" | 5m C.S.O. <i>Braulio Coronado</i> | 23°5'49.68" | 82°27'13.41" |
| Laguna Itabo | 23°10'16.7" | 82°09'52.1" | 6m C.S.O. <i>Abreu Fontán</i> | 23°6'03.51"N | 82°27'8.93" |
| Cancha Boca Ciega | 23°10'5.6" | 82°09'20.5" | 7m C.S.O. <i>José Luis Tassende</i> | 23°6'09.46" | 82°27'2.49" |
| Rotonda de Guanabo | 23°10'11.3" | 82°08'50.5" | 8m <i>Casa Central de las FAR</i> | 23°6'18.92" | 82°26'50.92" |

| | | | | | |
|---------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|-------------|--------------|
| Calles 476 - 478, Guanabo | 23°10'09.2" | 82°08'27.5" | 9m <i>Hotel Comodoro</i> | 23°6'29.24" | 82°26'42.95" |
| Calles 494 - 496, Guanabo | 23°10'21.9" | 82°07'51.6" | 10m <i>Monte Barreto</i> | 23°6'53.24" | 82°26'19.40" |
| Desembocadura río Guanabo | 23°10'20.0" | 82°07'19.2" | 11m <i>Playita 16</i> | 23°7'43.25" | 82°25'17.91" |
| Brisas del mar (Ranchón) | 23°10'26.9" | 82°06'4.6" | 12m C.S.O. Cristino Naranjo | 23°7'50.38" | 82°25'6.27" |
| Rincón de Guanabo | 23°10'18.1" | 82°05'50.2" | 13m <i>Playa Santa Fe</i> | 23°4'51.80" | 82°30'41.14" |

Las muestras de agua se colectaron en la franja de baño en frascos ámbar estériles, a nivel de superficie entre -0.30 y -0.50 m de profundidad, en horarios de vaciante de marea. Se realizaron cinco muestreos en cada período, en un plazo de hasta 30 días, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la Norma Cubana NC 22:1999 (ONN, 1999). La preservación y almacenamiento de las diferentes muestras se realizó de acuerdo a las especificaciones de ISO 5667-3 (1994) y Grasshoff *et al.* (2002).

El estudio se realizó seleccionando los indicadores requeridos por la Norma Cubana de calidad NC 22: 1999 "Requisitos higiénico-sanitarios para lugares de baño en costas y en masas de aguas interiores" (ONN, 1999). Los microorganismos evaluados fueron coliformes termotolerantes y estreptococos fecales mediante la Técnica del Número Más Probable (NMP) en series de 5 tubos (APHA, 2006).

Resultados y Discusión.

En las Figuras 1 y 2 se presentan los valores de coliformes termotolerantes en los períodos lluvioso y poco lluvioso y en playas del Este y en las zonas de baño del litoral Oeste durante los años 2009, 2011 y 2013.

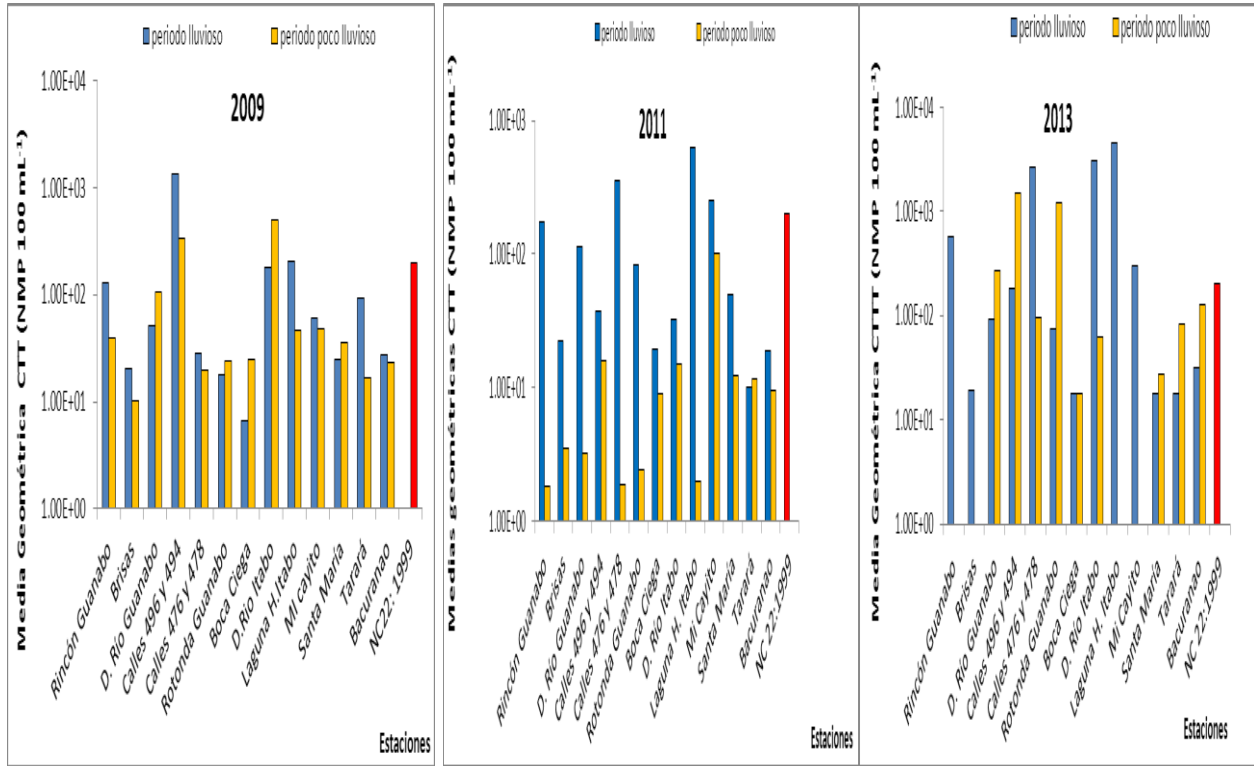


Figura 1. Medias geométricas de las concentraciones de coliformes termotolerantes en playas del Este en los años 2009, 2011 y 2013.

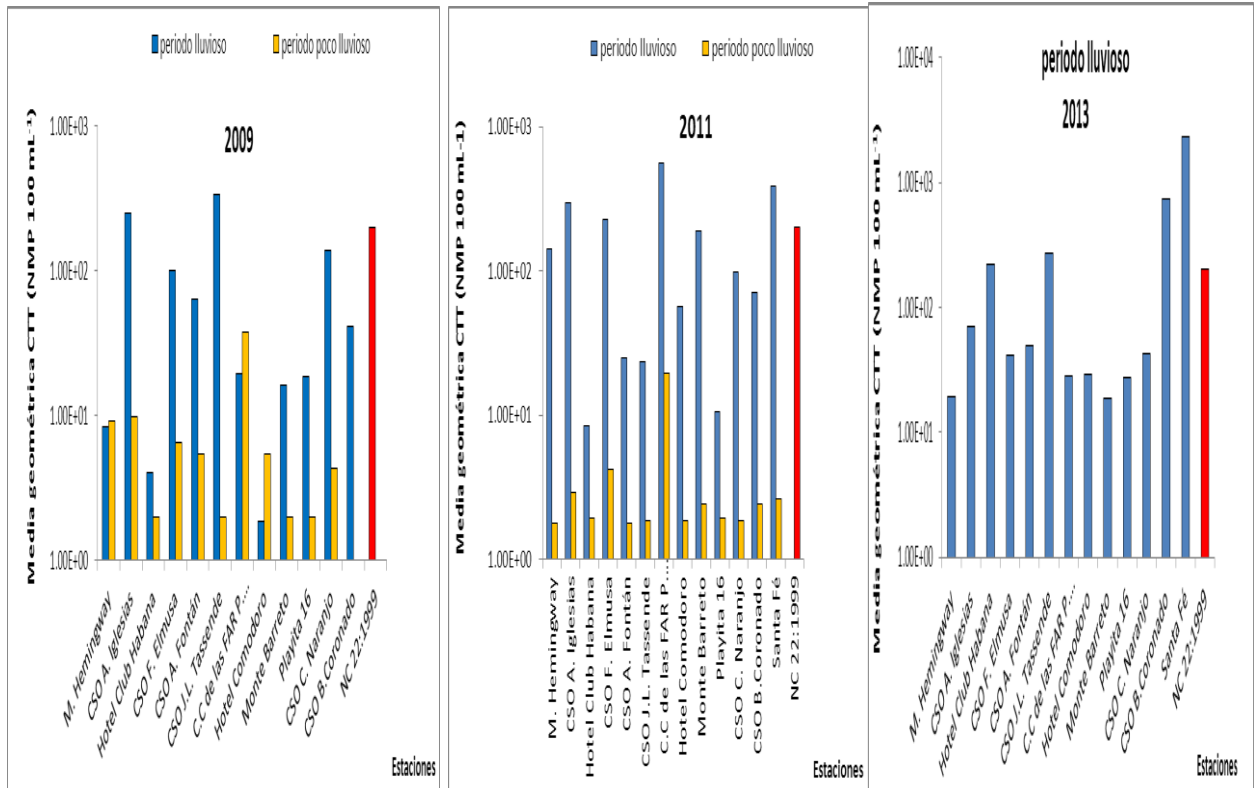


Figura 2. Medias geométricas de las concentraciones de coliformes termotolerantes en las zonas de baño del litoral Oeste en los años 2009, 2011 y 2013.

La comparación de los niveles de coliformes termotolerantes durante los tres años evaluados, demuestra que en el período lluvioso las concentraciones de este indicador fueron superiores a las detectadas en la etapa poco lluviosa, en la mayoría de las estaciones del Este y el Oeste del litoral habanero (Ver figuras 1 y 2). En ambas franjas costeras, se observó un predominio de estaciones en el período lluvioso, con valores de coliformes termotolerantes superiores a 200 NMP 100 mL⁻¹, que es la concentración límite reportada en la Norma Cubana NC 22: 1999 (ONN, 1999) a partir de la cual no se considera el agua apta para el contacto directo (baño).

Similares resultados se encontraron en las playas de la bahía de Acapulco en temporada de lluvias. Las concentraciones de bacterias coliformes en estas zonas de baño se mantuvieron elevadas durante el período lluvioso (Flores-Mejía *et al.*, 2011).

Este comportamiento está asociado a que las precipitaciones incrementan los escurrimientos terrígenos y aumentan el caudal de los ríos. Los ríos contribuyen de manera significativa en la carga bacteriana presente en las zonas costeras, pues transportan los residuales originados por la contaminación fecal proveniente tanto de fuentes puntuales como no puntuales (Delgado *et al.*, 2008). En tales condiciones, la acción depuradora del agua salada no puede actuar a igual velocidad que el efecto ocasionado por las descargas originadas en estos meses (Flores - Mejía *et al.*, 2011).

Por otro lado, esta etapa del año coincide con la época de mayor afluencia de bañistas, lo cual influye en el incremento de la densidad de bacterias en el agua y por lo tanto de la contaminación de origen fecal. Durante este período también aumenta el número de desechos sólidos encontrados en la arena como consecuencia de la actividad humana, lo cual provoca un incremento en los niveles de contaminación en las zonas de baño, así como el riesgo de contraer enfermedades para los bañistas, especialmente gastroenteritis (Silva - Iñiguez *et al.*, 2007).

En el 2013, las estaciones Rincón de Guanabo, Brisas, Laguna del hotel Itabo y Mi Cayito, así como todos los puntos de muestreo en la zona Oeste, solamente se muestrearon en la época de lluvia, lo que no permite realizar una comparación entre ambos períodos en estos puntos. No obstante, los valores de coliformes termotolerantes encontrados en esa etapa en el Rincón de Guanabo, en la Laguna del hotel Itabo, en Mi Cayito y en las estaciones ubicadas en el hotel Club Habana, en los círculos sociales José Luis Tassende y Braulio Coronado, así como en la playa Santa Fe fueron superiores a los 200 NMP 100 mL⁻¹, lo cual refleja un deterioro en la calidad bacteriológica del agua.

El análisis del comportamiento de los puntos de muestreos en la zona Este durante los tres años evaluados, refleja que las estaciones ubicadas en la desembocadura del río Itabo, en la Laguna del hotel Itabo, Mi Cayito, entre las Calles 476 y 478 y entre las Calles 494 y 496 mostraron un deterioro mantenido en el tiempo de la calidad del agua, ya que al menos en dos de los tres años evaluados, los valores de coliformes termotolerantes sobrepasaron la concentración límite exigida por la Normativa Cubana para contacto directo (Ver figura 1).

De forma general, la estación más afectada se corresponde con la Laguna del hotel Itabo, la cual mostró un detrimento sostenido en el tiempo de sus aguas, durante los tres años estudiados (2009, 2011 y 2013). Este resultado puede estar asociado a que esta laguna recibe directamente las aguas del río Itabo, las cuales mostraron concentraciones de coliformes termotolerantes, en su desembocadura, superiores a los 200 NMP 100 mL⁻¹ en el 2009 y 2013 (Ver figura 1). Este hecho unido a las condiciones del lugar que se caracteriza por el poco movimiento de sus aguas y la baja capacidad de renovación de las mismas, lo que provoca que

el proceso natural de depuración de la contaminación presente en esa zona, ocurra de manera más lenta (Perez *et al.*, 2013) y por ende influyan en las altas concentraciones de coliformes termotolerantes detectadas en esta estación. Condiciones similares a estas se encuentran en la estación ubicada en Mi Cayito, lo cual justifica también los elevados niveles de coliformes en este punto.

La presencia de coliformes termotolerantes en la desembocadura del río Itabo puede estar asociada a que los ríos transportan gran cantidad de residuales originados por la contaminación fecal proveniente tanto de fuentes puntuales como no puntuales, contribuyendo significativamente en la carga bacteriana presente en la zona estuarina de influencia. Estudios previos han demostrado que las principales fuentes contaminantes en este río son sus dos actividades económicas fundamentales: la ganadería y la agricultura (García *et al.*, 2009).

En relación a esto, Ufnar *et al.* en el 2006, señalaron que los animales domésticos (perros, gatos, caballos y el ganado principalmente) constituyen otra fuente importante de bacterias fecales a estos ambientes.

Asimismo, las estaciones ubicadas entre las Calles 474 - 476 y entre las Calles 494 - 496, en Guanabo, se encuentran afectadas por una descarga de residuales domésticos a cielo abierto que vierte directamente en la playa a través de una zanja como se muestra en las Fotos 1 y 2, lo cual está incidiendo en las altas concentraciones de coliformes termotolerantes en estos puntos.



Foto 1. Descarga de residuales a cielo abierto entre las Calles 474 y 476, Guanabo. Foto 2. Descarga de residuales a cielo abierto entre las Calles 494 y 496, Guanabo.

En la zona Oeste, los círculos sociales Aracelio Iglesias, José Luis Tassende y playa Santa Fe en dos de los tres años evaluados y en todos los casos en período lluvioso, fueron las estaciones que reinciden con concentraciones de coliformes termotolerantes superiores a los 200 NMP 100 mL⁻¹, Este resultado pudiera estar influido por la densidad de bañistas que acuden a dichos lugares en esa época del año (verano) (Fotos 3). De igual manera, como se citó anteriormente, las precipitaciones típicas de los meses de primavera y verano, contribuyen al aumento de las concentraciones de los indicadores de contaminación fecal en los cuerpos de agua receptores como consecuencia del incremento de los caudales de los ríos y del lavado superficial (Chiroles *et al.*, 2007).



Foto 3. Presencia de bañistas en las zonas del litoral Oeste.

Las Figuras 3 y 4 muestran las concentraciones de estreptococos fecales, en los períodos lluvioso y poco lluvioso de los años 2009, 2011 y 2013, en las zonas Este y Oeste del litoral habanero, respectivamente. Como se puede apreciar, los niveles de este indicador bacteriano fueron inferiores a $100 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$ (valor límite reportado en Norma Cubana 22 para contacto directo (ONN, 1999), en la totalidad de las estaciones tanto en la zona Este como Oeste y en los tres años estudiados. Solamente, en la estación ubicada entre las Calles 496 y 494 (Guanabo) en la etapa lluviosa y del 2009 se encontró una concentración superior a este valor, siendo la misma de $1.14 \times 10^2 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$.

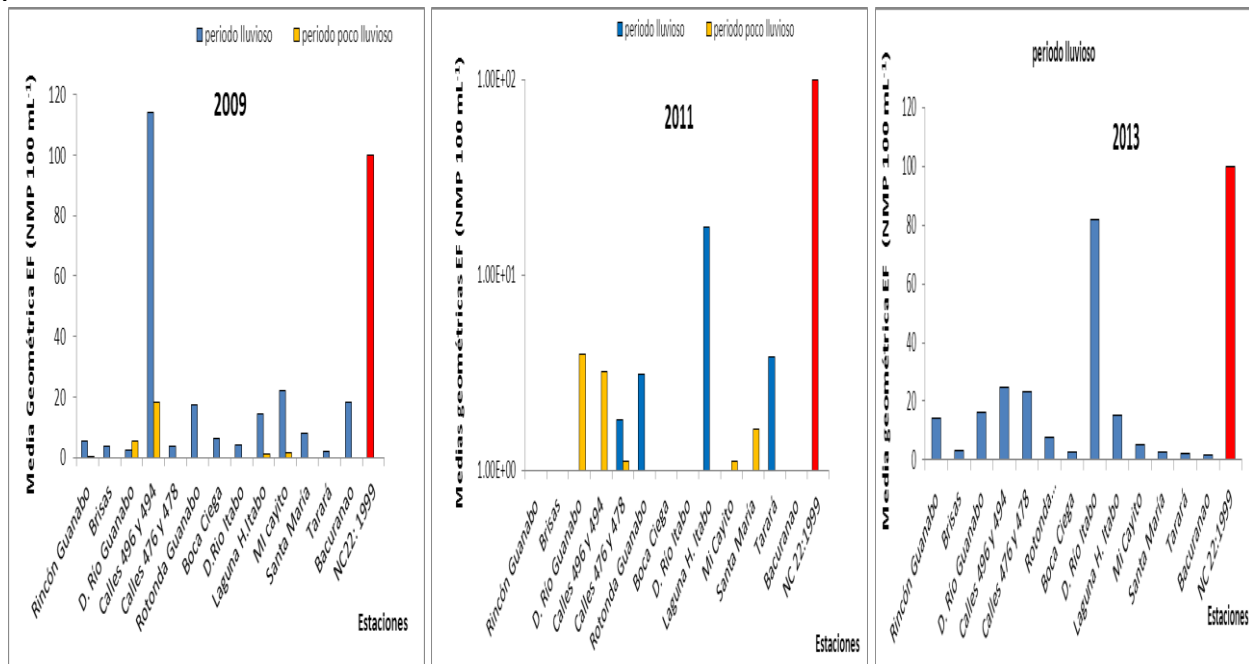


Figura 3. Medias geométricas de las concentraciones de estreptococos fecales en playas del Este en los años 2009, 2011 y 2013.

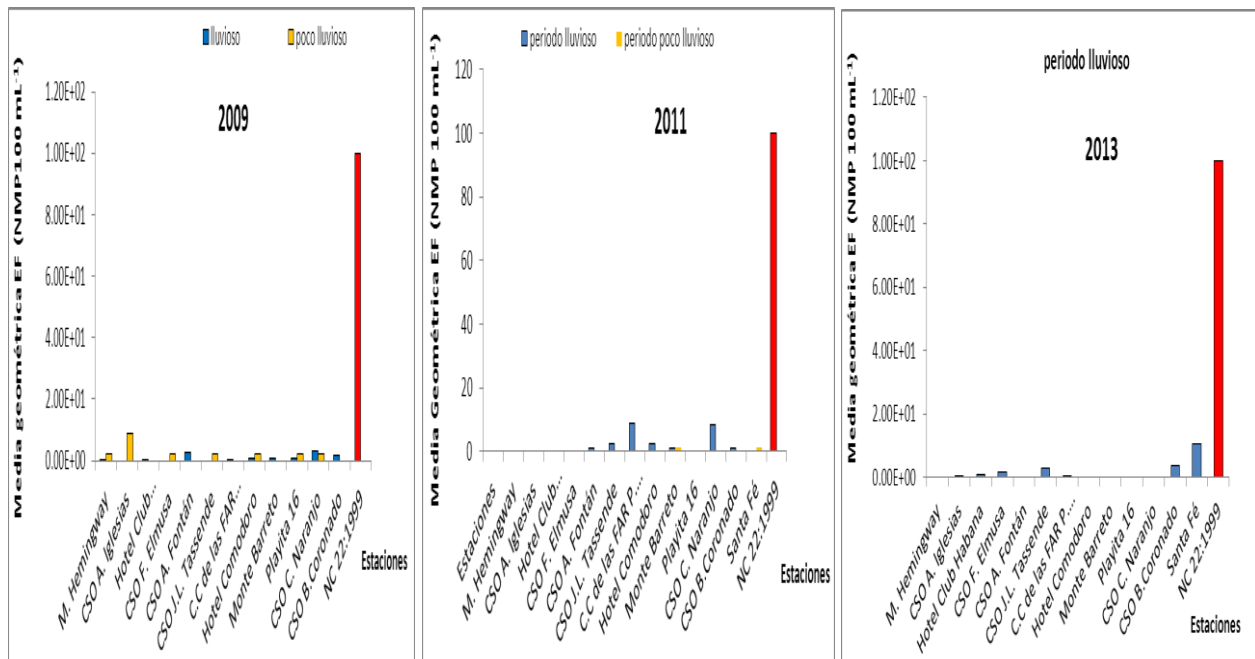


Figura 4. Medias geométricas de las concentraciones de estreptococos fecales en las zonas de baño del litoral Oeste en los años 2009, 2011 y 2013.

Las bajas concentraciones de estreptococos fecales detectadas, aun en aquellas estaciones donde es evidente la contaminación fecal dada por los altos valores de coliformes termotolerantes encontrados, puede estar asociada a diferentes factores que influyen directamente en la supervivencia de los microorganismos en los ecosistemas marinos, tales como: la salinidad, la temperatura, la inactivación solar, la presencia de sustancias tóxicas, la competencia por los nutrientes entre los grupos autóctonos y alóctonos, etc. La influencia de estos factores varía indistintamente de acuerdo al grupo bacteriano (Acuña *et al.*, 2011).

La tasa de supervivencia del género ***Streptococcus*** varía en dependencia de la especie. ***S. bovis*** y ***S. equinus*** mueren rápidamente cuando son expuestos a ambientes acuáticos, mientras que ***S. faecalis*** y ***S. faecium*** tienden a sobrevivir un largo tiempo en dichos ambientes (Folabella *et al.*, 2006).

Sinton (2002) planteó que los coliformes termotolerantes poseen mecanismos que reparan el daño fotobiológico que tiene lugar en el ADN como consecuencia de la radiación solar y por ende un mayor número de células sobreviven bajo la incidencia de los rayos solares. Sin embargo, el daño producido en los estreptococos parece ser irreversible, debido a la carencia de mecanismos de reparación. Este planteamiento pudiera justificar el hecho de que las concentraciones de estreptococos fecales obtenidas en los monitoreos realizados fueran inferiores a los niveles de coliformes termotolerantes detectados.

Por otra parte, González *et al.* (2003) plantearon que algunas bacterias tienen la capacidad de sobrevivir en el agua de mar en su forma viable y no cultivable. Los procesos de osmoregulación presentes en las mismas son bastante efectivos para mantener la concentración iónica, el pH y los niveles de metabolitos del citoplasma dentro de los límites requeridos garantizando su vitalidad en el agua de mar; sin embargo, pierden la capacidad de crecer en los medios de cultivos. Teniendo en cuenta esta cita se pudiera considerar la posibilidad de que los estreptococos fecales en las aguas del litoral habanero se encuentren en

tal condición de viables y no cultivables. Sin embargo, para asegurar dicha hipótesis sería necesario implementar otras técnicas de detección de estas bacterias que no impliquen el crecimiento en medios de cultivos.

Teniendo en cuenta estos resultados y con las técnicas empleadas, los estreptococos fecales no se consideran indicadores óptimos para evaluar la calidad bacteriológica del agua en esta zona costera.

Es importante señalar que la presencia de al menos un indicador bacteriano en concentraciones prohibitivas, según la norma cubana de referencia, puede estar asociada a la existencia de microorganismos patógenos de transmisión hídrica, tales como **Aeromonas**, **Salmonella**, **Vibrio**, **Legionella**, entre otros, lo cual representa un peligro para la salud de los bañistas que entran en contacto con estas aguas contaminadas. A pesar de que dicho riesgo depende del estado inmunológico de las personas y del grado de exposición a los contaminantes, es necesario conocer que existen y por lo tanto evitar el contacto (Perigó - Arnaud *et al.*, 2010)

CONCLUSIONES

- En el período lluvioso se evidencia un mayor número de estaciones con concentraciones de coliformes termotolerantes superiores a los 200 NMP 100 mL⁻¹, límite máximo de la normativa cubana que regula el contacto directo en las zonas de baño.
- En la zona Este, las estaciones ubicadas en la desembocadura del río Itabo, Laguna del hotel Itabo, Mi Cayito, entre las Calles 476 y 478, entre las Calles 494 y 496, mantienen condiciones no adecuadas para el contacto directo (baño) al menos en dos de los tres años evaluados.
- En la zona Oeste, en los círculos sociales Aracelio Iglesias, José Luis Tassende y en playa Santa Fe mantienen condiciones no adecuadas para el contacto directo (baño), al menos en dos de los tres años evaluados.
- Las concentraciones de estreptococos fecales fueron inferiores a las de coliformes termotolerantes y al valor límite reportado en la normativa cubana para el contacto directo en casi todas las estaciones.
- Los estreptococos fecales, de acuerdo a la técnica empleada, no se consideran indicadores adecuados para evaluar la calidad bacteriológica en estas franjas costeras

Bibliografía.

- Acuña, A. J., Torres, C., Pucci, G. y Pucci, O. (2011). Evaluación del tiempo de vida de bacterias potencialmente patógenas en sedimentos marinos. Rev. Soc. Ven. Microbiol. Vol. 31, No. 2. ISSN 1315-2556.
- APHA-WPCF-AWWA, (2006). Standard Methods for the examination of Water and Waste Water. American Public Health Association. Washington, D. C. Edition 21.
- Chiroles Rubalcaba S., González González M.I., Torres Rojas T., Valdés Aguila M. y Domínguez Martínez I. (2007). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en aguas del río Almendares (Cuba). Higiene y Sanidad Ambiental, 7: 222-227.
- Delgado, Y., Miravet, M.E. y Nuñez, R. (2008). Indicadores microbiológicos de calidad del agua en la costa oeste de Ciudad de La Habana. Higiene y Sanidad Ambiental, 8: 387-391. ISSN 1579-1734.

- Flores-Mejías, M. A., Flores, M. y De la Luz, M. (2011). Calidad bacteriológica de las principales playas de Acapulco. Citado en: www.izt.uam.mx.
- Folabella, A., Escalante, A., Deza, A., Pérez, J. y Zamora, A. (2006). Indicadores bacterianos de calidad de agua recreacional en la laguna de Los Padres (Buenos Aires, Argentina). Trabajo presentado en el 1º Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua. Abril, 2006. Córdoba – Argentina. Citado en: <http://www.ambiente.gov.ar>.
- García, L., García, O., Valdés, M., Tur, A. y Periles, I. (2009). Monitoreo de la calidad ambiental del litoral Norte de Ciudad de La Habana. Informe Final. Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (Cimab). Cuba, 50pp.
- González, M.I., Torres, T. y Chiroles, S. (2003). Calidad microbiológica de aguas costeras en climas tropicales. Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente. Vol. 3, No. 4. ISSN 1683-8904.
- Grasshoff, K., Ehrhardt, M., Kremling, K. (2002). Methods of Seawater Analysis. Third, completely revised and extended, 600 pp.
- ISO 5667-3:1994: Guidance on the preservation and handling of samples Water quality. Sampling Part 3.
- Larrea, J.A., Rojas, M., Romeu, B., Rojas, N. y Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. Revista CENIC, Vol.4, No 3.
- ONN (1999). Requisitos higiénicos sanitarios en lugares de baño en costas y masas de aguas interiores. Norma Cubana. (NC: 22:1999). Oficina Nacional de Normalización, La Habana Cuba. 10 pp.
- Pérez, M., Beltrán, J. y Gómez, Y. (2013). Control de la calidad ambiental de las aguas de la zona de playas del este de la ciudad de La Habana, Cuba. Plan de vigilancia y monitoreo, 2013. Informe final. Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas (Cimab). Cuba.
- Perigó-Arnaud, E., Montalvo, J., Miravet, M.E., Enríquez, D., Cobas, L., Ramírez, O., Rivas, L. y García, R. (2010). Calidad ambiental y capacidad de autodepuración de la laguna costera El Doctor. Playa Baracoa, Habana, Cuba. Serie Oceanológica No. 7. ISSN 2072-800x.
- Silva-Iñíguez, L., Gutiérrez-Corona, C., Galeana Miramontes, L. y López-Mendoza, A. (2007). El impacto de la actividad turística en la calidad bacteriológica del agua de mar. Gaceta ecológica. Instituto Nacional de Ecología, México. 82 (2007): 69-76.
- Sinton, K. (2002). Sunlight Inactivation of Fecal Indicator Bacteria and Bacteriophages from Waste Stabilization Pond Effluent in Fresh and Saline Waters. Applied and Environmental Microbiology Vol. 68 No 3: 1122-1133.
- Ufnar, D., Ufnar, J., Ellender, R. D., Rebarchik, D. y Stone, G. (2006). Influence of coastal processes on high fecal coliform counts in the Mississippi sound. Journal of Coastal Research Vol. 22(6):1515-1526.