

El impacto de la actividad turística en la calidad bacteriológica del agua de mar

LIDIA SILVA IÑIGUEZ,* CLAUDIA G. GUTIÉRREZ CORONA,*
LYDIA GALEANA MIRAMONTES[§] Y ARTURO LÓPEZ MENDOZA[§]

* Universidad de Colima, Km 20 carretera Manzanillo-Barra de Navidad, Manzanillo, Colima.
Tel:(314)3311205. Correo-e: email: cgutier12@ucol.mx

[§] Centro de Estudios Tecnológicos del Mar en Ensenada, B.C. Carretera Ensenada, Tijuana, Km. 6.5, Ensenada, B.C.,
Correo-e. arlome_ivan@yahoo.com.mx

Resumen. Se realizaron 14 muestreos en cuatro estaciones a lo largo de la playa la Boquita para evaluar la calidad bacteriológica del agua durante el periodo de máxima afluencia turística de 2004, determinándose las bacterias enterococos fecales mediante la técnica de sustrato cromogénico definido, como indicador de calidad del agua. Los resultados obtenidos mostraron que la calidad bacteriológica del agua varió en tiempo y espacio, registrándose valores entre 1.0 a >2,419.6 NMP 100⁻¹ en todas las estaciones. La calidad bacteriológica del agua fue limpia sin riesgo sanitario antes del periodo de mayor afluencia turística, disminuyendo drásticamente hasta no recomendable o de riesgo sanitario durante la temporada vacacional.

Palabras clave: calidad bacteriológica, enterococos fecales, contaminación por turismo, playas recreativas

Summary. 14 samplings in four seasons along "La Boquita" beach were made to evaluation the bacteriological quality of the water during the period of greater tourist affluence of the 2004, determining the fecal enterococci by the Defined Chromogenic Substrate Method, like indicator of quality of the water. The obtained results showed that the bacteriological quality of the water changed in time and space, the values oscillated between 1.0 to >2,419.6 NMP 100ml⁻¹ on all stations. The bacteriological quality of the water was clean without sanitary risk before the period of major tourist abundance. But it's diminished drastically up to managing to be not acceptable or sanitary risk during the vacation season.

Keywords: bacteriological quality, fecal enterococci, tourism pollution, recreational beaches.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los medios de comunicación y de transporte han facilitado el aumento en la actividad turística de diversos países en los que, a menudo las zonas costeras reciben gran cantidad de visitantes. Esto ha dado lugar a diversos impactos económicos

y ambientales que amenazan la permanencia de los recursos y los espacios naturales que contribuyen en la actividad turística.

En las zonas costeras y sus ambientes, los efectos más frecuentes de la actividad turística están asocia-

dos con la contaminación bacteriológica y estética del sitio, así como el cambio drástico del uso de suelo, donde los ecosistemas naturales son transformados en ambientes artificiales; los principales ambientes afectados son playas, arrecifes coralinos, humedales y manglares, entre otros.

El problema de la contaminación de aguas costeras ha despertado la atención a nivel mundial, ya que las descargas de aguas residuales de origen industrial y doméstico con alto contenido de desechos orgánicos causan problemas serios de salud y modifican al ecosistema marino en los lugares adyacentes a las descargas (Foyn, 1971). Por ello, en 2002 la Organización Mundial de la Salud publicó las enfermedades a las que se enfrentan los bañistas en aguas recreativas contaminadas por microorganismos, resaltando las gastrointestinales y de la piel.

Para evaluar la calidad bacteriológica del agua se utilizan organismos como indicadores bacteriológicos, ya que su sola presencia revela contaminación, el tipo de organismo superior que la produjo y si ésta es reciente. 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 (Noble *et al.* 2003).

Por décadas, el grupo de bacterias coliformes fecales se ha empleado en nuestro país como el indicador de contaminación de origen fecal. Sin embargo, a partir del 2003, la Secretaría de Salud incluyó a los enterococos fecales como indicador bacteriológico para aguas marinas o salobres de uso recreativo con contacto primario, debido a que es más resistente a las condiciones del agua marina, a la temperatura y tiene mejor relación con las enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dermatológicas (Barcinas *et al.* 1990, Bordalo 2003 y Secretaría de Salud 2003).

La calidad bacteriológica de las aguas que bañan las playas de Manzanillo ha sido poco estudiada. En 1986, Velasco-Alvarado reportó que en la zona de

rompiente se encontraba la mayor contaminación, y sostuvo que los meses de mayor afluencia turística presentaban la mayor abundancia de coliformes en la desembocadura del río Salagua y en las dársenas portuarias, siendo esta concentración mayor a los límites permitidos para aguas de uso recreativo con contacto primario.

Cacho-Cruz (1995) dio a conocer concentraciones máximas de 3,469 NMP de bacterias coliformes fecales/100 ml en las playas de San Pedrito, Salagua y Olas Altas durante el otoño de 1988 y durante la época de lluvias y el periodo vacacional del verano de 1989.

La Comisión Nacional del Agua (CNA), llevó a cabo durante 2003 el Diagnóstico de la situación actual de las playas de Manzanillo, estado de Colima, donde se reporta una mayor contaminación bacteriológica para el año 2000, durante los meses de marzo, noviembre y diciembre en las estaciones de muestreo del puerto interior, cerca de la zona centro de Manzanillo y en el arroyo Salagua así como en San Pedrito, y en menor concentración en las Brisas.

En la última década la industria turística en el estado de Colima creció hasta posicionarse como uno de los sectores más competitivos, contribuyendo a la generación de empleos (9 mil 500 empleos formales actualmente). La derrama económica generada por el sector turismo en el 2001 fue de 2 mil 016 millones de pesos, incrementando 12% en relación al año del 2000 (Secretaría de Fomento Económico 2002).

Aunado a lo anterior, es vital que las playas de arena fina en costas soleadas y con aguas calidas, como es el caso de la Boquita de Miramar, mantengan sus aguas limpias, ya que esta característica constituye uno de los elementos fundamentales en la elección del sitio donde vacacionar por los turistas; de allí la gran importancia de conocer la calidad sanitaria en la playa antes mencionada. Sin olvidar que la buena gestión del recurso natural playa condiciona la captación de visitantes al destino turístico que es Manzanillo y su conservación.

Tomando en consideración lo anterior, el objeto de este estudio fue el determinar la calidad bacteriológica del agua en la playa la Boquita de Miramar antes, durante y después un periodo de máxima afluencia turística.

EL ÁREA DE ESTUDIO

La playa la Boquita se ubica dentro de la Bahía de Santiago que tiene una forma de media luna, y colinda al noroeste con punta Juluapan y al noreste con la playa de Miramar; la extensión promedio de la playa de interés es de aproximadamente 1.4 km (figura 1).

La playa La Boquita de Miramar se considera muy segura y es de las más frecuentadas por el turismo local, nacional e internacional. Esta seguridad se debe en gran medida a que no se presentan corrientes de retorno, es una playa amplia con pendiente muy ligera, sin oleaje el mayor tiempo y cuando éste se presenta es menor a un metro. La poca basura costera se puede encontrar allí no es peligrosa para los usuarios ya que predominan objetos de plástico y papel como bolsas,

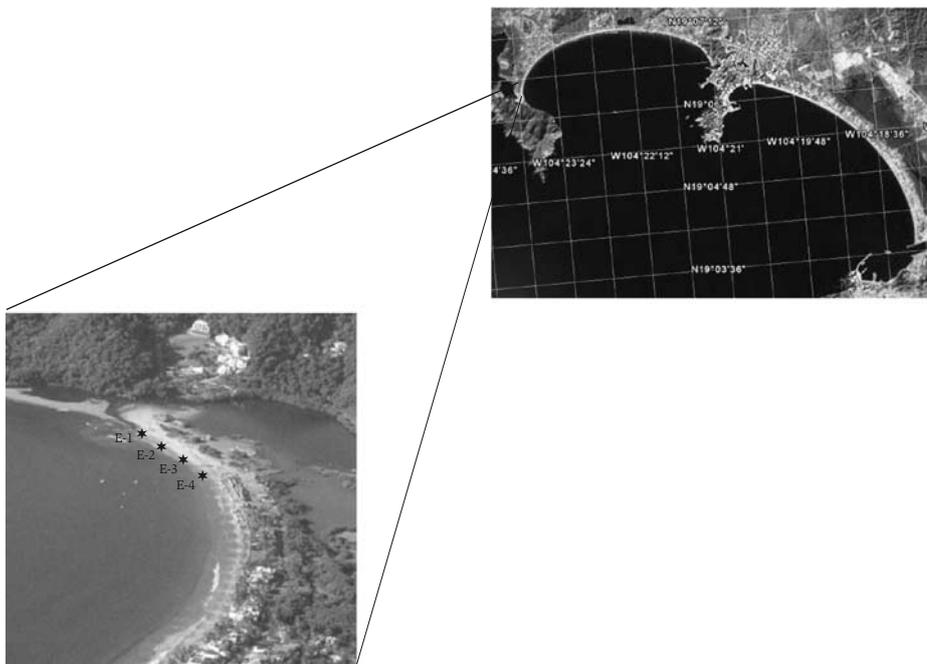
popotes, vasos, servilletas, cajetillas de cigarros, entre otros. Sin embargo, es importante resaltar que cuenta con vigilancia municipal de la "Policía turística"

METODOLOGÍA

Se realizaron 14 muestreos en cuatro estaciones a lo largo de la playa La Boquita, durante el periodo del 2 de abril al 5 de mayo del 2004. La periodicidad de los muestreos fue la siguiente:

- Semana previa al periodo vacacional (*antes*), se realizó únicamente un muestreo donde se colectaron cuatro muestras de agua de mar (una en cada estación).
- En el periodo vacacional (*durante*), se hicieron siete muestreos (uno cada tercer día), tres de ellos en Semana santa y cuatro durante la semana de Pascua, lo que arrojó un total de 28 muestras; y por último
- la semana posterior al periodo vacacional (*des-*

FIGURA 1. ÁREA DE ESTUDIO Y ESTACIONES DE MUESTREO



pués), se realizaron seis muestreos, colectándose un total de 24 muestras.

Las estaciones de muestreo se fijaron en función de la afluencia o uso de bañistas; presencia o descarga de drenajes pluviales y/o de aguas residuales; asentamientos irregulares y/o áreas sin infraestructura de saneamiento y alcantarillado y sitios donde se realizan actividades de comercio informal y fileteo.

Las muestras de agua se colectaron en frascos estériles de 100 ml, en puntos donde la profundidad del agua era aproximadamente un m, se tomaron en total 56 muestras contracorriente a 30 centímetros de profundidad y posteriormente se transportaron al laboratorio de la Facultad de Ciencias Marinas en hielo para mantenerlas a 4°C para su ulterior análisis.

Las muestras se analizaron utilizando el método

de Sustrato Cromogénico Definido Enterolert® de IDEXX (American Society for Testing and Materials # D-6503-99), para enterococos fecales, el cual consiste en agregar a 100 ml de muestra el reactivo Nutriente-Indicador Enterolert® y se agita para diluirlo, después se vacía al dispositivo Quanta-Tray para sellarlo e incubarlo a 4°C por 24 horas. Finalmente, se determina el número más probable de bacterias de tablas después de pasar sobre el dispositivo Quanta-Tray luz UV y se contabilicen las celdas pequeñas y grandes que sean fluorescentes o positivas.

Para determinar la calidad bacteriológica y el riesgo sanitario en la playa la Boquita de Miramar se comparó el NMP de bacterias enterococos fecales/100 ml obtenido con los valores establecidos por la Secretaría de Salud (Secretaría de Salud 2003), para agua mar de uso recreativo con contacto primario (cuadro 1).

CUADRO 1. CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE AGUA DE MAR PARA USO RECREATIVO CON CONTACTO PRIMARIO CONSIDERANDO LAS BACTERIAS ENTEROCOCOS FECALES COMO INDICADOR BACTERIOLÓGICO (SECRETARÍA DE SALUD 2003)

Rango (NMP/100)	Calidad bacteriológica del agua de mar
0-40	Limpio sin riesgo sanitario
41-200	Aceptable
201-500	No recomendable
> 500	Riesgo sanitario

CUADRO 2. CANTIDAD DE ENTEROCOCOS FECALES (NMP/100 ML) DURANTE EL PERIODO DE MUESTREO EN LA PLAYA LA BOQUITA DE MIRAMAR

PERIODO ESTACIÓN	DURANTE SEMANA SANTA Y PASCUA													
	ANTES			DURANTE SEMANA SANTA Y PASCUA						DESPUÉS				
E1	1	3.1	770.1	241.5	186	360.9	224.7	328.2	272.3	307.6	179.3	56.1	> 2419.6	686.7
E2	39.1	31.5	1732.9	> 2419.6	372.4	1553.7	686.7	1203.3	913.9	1046.2	1046.2	727	344.1	179.3
E3	12.1	12.2	1203.3	290.9	93.8	1299.7	1932.9	1119.9	960.6	980.4	> 2419.6	290.9	328.2	365.4
E4	3	6.2	145.8	461.1	58.4	172.6	> 2419.6	547.5	> 2419.6	920.8	> 2419.6	195.5	193.5	172

Resultados

La concentración máxima de enterococos fecales fue > 2419.6 NMP/100 ml en las cuatro estaciones al menos en un muestreo, excepto en la estación 4 que en tres muestreos registró dicho valor (durante y después del periodo de máxima afluencia). La menor concentración de bacterias enterococos fecales registrada en este

estudio fue de 1.0 NMP/100 ml en la estación 1 antes del periodo de máxima afluencia turística (cuadro 2).

Antes del periodo de máxima afluencia, la calidad bacteriológica del agua en las cuatro estaciones de la playa la Boquita fue limpia sin riesgo sanitario (LSRS), esto es, que estaba en condiciones óptimas para llevar a cabo actividades de uso recreativo con contacto primario —no existía riesgo sanitario para los usuarios— (cuadro 1).

Durante el periodo de máxima afluencia turística, Semana santa y Pascua, únicamente en el primer muestreo (5 de abril), la calidad bacteriológica se mantuvo LSRS en las cuatro estaciones y a partir del segundo muestreo (7 de abril) y hasta terminar este periodo (17 de abril) la calidad del agua disminuyó en todas las estaciones variando desde aceptable, no recomendable hasta riesgo sanitario. En las cuatro estaciones los tres últimos muestreos (13, 15 y 17 de abril) la calidad estética fue de No recomendable hasta Riesgo sanitario, lo que significa que el agua no estaba apta para que se llevaran a cabo actividades recreativas de contacto primario porque existía riesgo sanitario para los usuarios de dicha playa (cuadro 1).

Después del periodo de máxima afluencia turística la calidad bacteriológica fue muy variable en



cada estación. En los tres primeros muestreos (2, 5 y 7 de abril), las estaciones 2, 3 y 4 continuaron presentando riesgo sanitario y solamente la estación 1 en los dos primeros presentó calidad bacteriológica no recomendable y en los dos siguientes mejoró pasando a recomendable. Sin embargo, para los dos últimos muestreos (1° y 5 de mayo) las estaciones 1 y 3 presentaron riesgo sanitario y no recomendable respectivamente en cambio para las estaciones 2 y 4 la calidad bacteriológica fue recomendable y aceptable (cuadro 1).

La densidad de enterococos fecales mostró una gran variación con respecto al tiempo. Antes de la temporada de mayor afluencia turística, la calidad bacteriológica del agua era limpia sin riesgo sanitario registrándose en las cuatro estaciones valores menores a 40 NMP/100 ml (figura 2). Sin embargo, durante y después del periodo vacacional la calidad bacteriológica del agua de mar en promedio en las cuatro estaciones fue de riesgo sanitario (710 y 827 NMP/100 ml, respectivamente), lo que ocasionó que el agua de la playa no fuera apta para que se realizaran actividades recreativas con contacto primario (bañarse o sumergirse), por el alto riesgo a enfermarse.

Las estaciones centrales (2 y 3) fueron las más afectadas ya que en el 78.6% de los muestreos, respectiva-

FIGURA 2. CALIDAD BACTERIOLÓGICA EN LA PLAYA LA BOQUITA DE MIRAMAR DURANTE EL PERIODO DE MÁXIMA AFLUENCIA TURÍSTICA DEL 2004

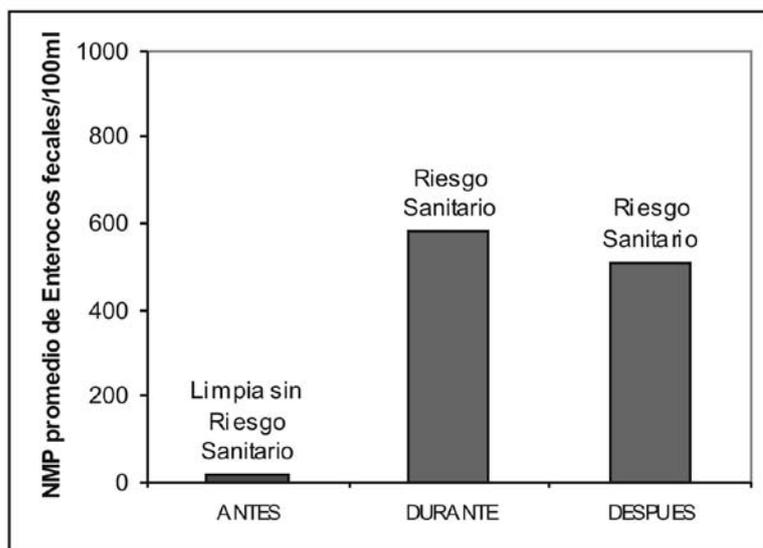
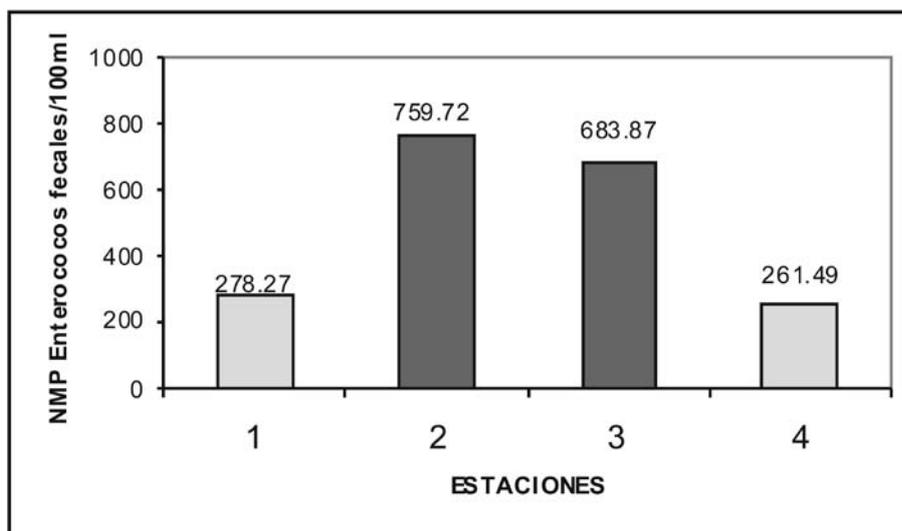


FIGURA 3. NMP PROMEDIO DE ENTEROCOCOS FECALES/100ML EN CADA ESTACIÓN DURANTE EL PERIODO ABRIL A MAYO DEL 2004 EN LA PLAYA LA BOQUITA DE MIRAMAR



mente, su calidad bacteriológica fue de riesgo sanitario (RS) o no recomendable (No-R). La figura 3 muestra el valor promedio de enterococos fecales presentes en cada estación durante el periodo muestreado. Siendo las estaciones centrales de la playa las que presentaron

la mayor abundancia (705.45 y 635.45 NMP 100⁻¹ ml, respectivamente). En cambio las estaciones de los extremos (1 y 4) que son menos visitadas, registraron menores concentraciones de estas bacterias (258.39 y 205.46 NMP/100 ml, respectivamente).

DISCUSIÓN

La abundancia de enterococos fecales en promedio fue menor en las estaciones externas (1 y 4). Esto puede deberse, en la estación 1, al mayor movimiento del agua a pesar de la poca profundidad que se incrementa rápidamente cerca de la zona rocosa, lo cual no la hace una área cómoda para niños, jóvenes ni adultos y generalmente se utiliza para actividades de contacto indirecto o secundario, como caminar, recoger conchas, pedazos de coral y observar peces, en otras palabras, son actividades que no requieren que el cuerpo del usuario se sumerja completamente en el agua.

En cambio en la estación 4 la poca afluencia de usuarios se debe a que no hay acceso directo por las edificaciones y la distancia que necesitan recorrer para llegar hasta allí desde el estacionamiento, restaurantes y palapas (al menos 500 m). También es la más alejada de los servicios sanitarios. Además, en esta zona la presencia de pequeñas olas, la profundidad y el vaivén del agua son más fuertes o marcados.

Las estaciones centrales presentaron la mayor cantidad de enterococos fecales posiblemente debido a la mayor afluencia de visitantes, uso y permanencia de los bañistas en el agua, como recientemente lo han reportado en Mar de Plata, Argentina (Pérez-Guzzi *et al.* 2006). Además, en esta área es donde se encuentran la mayoría de los prestadores de servicios fijos como son restauranteros, palapas, sombrilleros y tiangeros.

Por otro lado, la cantidad de enterococos fecales mostró una clara variación en el tiempo. Antes de la temporada de mayor afluencia turística la cantidad fue muy baja (menor a 39.2 NMP/100 ml). Sin embargo, durante y después del periodo de máxima afluencia turística, la abundancia de estas bacterias entéricas se fue incrementando hasta llegar a la máxima cantidad de enterococos fecales registrados, debido posiblemente a la utilización excesiva de la



playa, ya que es evidente que la afluencia turística a ella provoca un incremento en la densidad de bacterias y por lo tanto contaminación de origen fecal que se puede atribuir a la inadecuada, insuficiente e ineficiente infraestructura sanitaria en la zona de estudio.

Además, durante el periodo de máxima afluencia turística se incrementan los servicios como: renta de toldos y sombrillas, permisos a prestadores de servicio y vendedores ambulantes, así como establecimiento de zonas de acampar lo que ocasiona que los servicios públicos de agua, sanitarios y de recolección de basura sean mayores y se requiera instalar sanitarios portátiles, cuya limpieza, en muchas ocasiones, es inadecuada y origina una fuente de contaminación fecal continua y un gran riesgo de enfermedades para los bañistas, especialmente gastroenteritis, la cual se ha relacionado directamente con contaminación de aguas recreativas por fuentes puntuales y con el tiempo de exposición de los usuarios (Cabelli 1983, Dufour 1984).

CONCLUSIÓN

La abundancia de bacterias enterococos fecales mostró un rápido y marcado incremento durante el periodo de máxima afluencia turística, disminuyendo ligeramente la cantidad de bacterias después de dicho periodo. Esto ocasionó que la calidad bacteriológica del agua en la playa fuera no recomendable y de riesgo sanitario. Por lo tanto, no apta para actividades recreativas con contacto primario. Afortunadamente, la playa la Boquita de Miramar podrá mejorar la calidad bacteriológica si se invierte en infraestructura sanitaria acorde a las necesidades reales y se realizara un programa adecuado de recolección y transporte de desechos.

Bibliografía

- Barcinas I., J. M. González, J. Iriberry y L. Egea. 1990. Survival strategy of *Escherichia coli* and *Streptococcus fecalis* in illuminated fresh and marine systems. *Journal of Applied Bacteriology* 68:189-198
- Bordalo, A. A. 2003. Microbiological water quality in urban coastal beaches: The influence of water dynamics and optimization of the sampling strategy. *Water Research* 37: 3,233-3,241.
- Cabelli, V. J. 1983. *Health effects criteria for marine recreational waters*. US Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, EPA.600/1-80-031.
- Cacho-Cruz, A. 1995. Análisis de datos sobre la contaminación bacteriológica, en el área de bañistas de las Bahías de Manzanillo y Santiago, Col. (Noviembre de 1988-1989). Tesis. FACIMAR, Universidad de Colima, México.
- Comisión Nacional del Agua (CNA) 2003. Diagnóstico de las playas de Manzanillo, estado de Colima, Colima. CNA, México
- Dufour, A. P. 1984. *Health Effects Criteria for Fresh Recreational Waters*. US Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, EPA 600/1-84-004.
- Foyn, E. 1971. Municipal wastes. En: D.W. Hood (ed.). *Impingements of man on the ocean*. John Wiley & Sons. Inc., Nueva York.
- Noble, R. T., D. F. Moore, M. K. Leecaster, C. D. McGee y S. B. Weisberg. 2003. Comparison of total coliform, fecal coliform, and enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing. *Water Research* 37: 1637-1243
- Organización Mundial de la Salud (OMS) 2002. *Guía para ambientes seguros en aguas recreativas*. Vol.1. México.
- Pérez-Guzzi, J. I., A. S. Zamora, A. M. Folabella, F. Isla y A. Escalante. 2006. Situación Sanitaria de la zona Balnearia de la Ciudad de Mar del Plata, Argentina. 1^{er} Congreso Internacional del Agua. Córdoba, Argentina.
- Secretaría de Fomento Económico (SEFOME) 2002. *Colima, México. La oportunidad por descubrir*. Gobierno del Estado de Colima, Colima, Col.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2004. *El saneamiento de las playas turísticas mexicanas. Una perspectiva ambiental*. SEMARNAT, México.
- Secretaría de Salud. 2003. *Lineamientos para determinar la calidad del agua de mar para uso recreativo con contacto primario*. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. Secretaría de Salud, México.
- Velasco-Alvarado, J.C. 1986. Estudio bacteriológico en la zona de las Bahías de Manzanillo y Santiago, Col. durante el periodo verano-otoño de 1984. ESCM, México.

Artículo aceptado: el 04 del 06 de 2007.

Imágenes: Istockphoto.com.