



Conciencia Tecnológica
ISSN: 1405-5597
contec@mail.ita.mx
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
México

Coliformes Totales en Malecón Turístico

Hernández-Morales, Shirley Guadalupe; Poot-Delgado, Carlos Antonio

Coliformes Totales en Malecón Turístico

Conciencia Tecnológica, núm. 55, 2018

Instituto Tecnológico de Aguascalientes, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94455712006>

Coliformes Totales en Malecón Turístico

Total Coliforms in Tourist Boardwalk

Shirley Guadalupe Hernández-Morales ¹
shirleylupe16@hotmail.com

TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Champotón, México

Carlos Antonio Poot-Delgado ²

TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Champotón, México

Resumen: Debido a que el malecón con vocación turística de Champotón, Campeche cuenta con actividades productivas antrópicas en su franja, se propuso detectar la presencia y cuantificación de los coliformes totales (CT), como parámetro indicador de la calidad del agua. Para ello se seleccionaron tres días en octubre con un intervalo de 24 h y en 3 estaciones de muestreo con conocida actividad antrópica, mercado principal (E1), hospital (E2) y bodega pesquera (E3). La determinación de los CT fue de acuerdo con la norma NOM-112-SSA1-1994 que consiste en una prueba presuntiva y una confirmativa. Se detectó la presencia de CT en los tres sitios de muestreo, durante los tres días. Durante el periodo de muestreo y todos los sitios, los horarios de 7 y 12 h, estuvieron por debajo de límites máximos permitidos, que de acuerdo con los lineamientos de calidad del agua para la protección a la vida acuática en aguas costeras es de 240 NMP/100 ml. Se registraron valores máximos en el horario de 18 h en todas las estaciones, con un máximo en la E2 de 9200 NMP/100 mL.

Palabras clave: Champotón, coliformes totales, contaminación.

Abstract: Because the boardwalk with tourist vocation, Champotón Campeche has productive anthropic activities in its fringe, it was proposed to detect the presence and quantification of total coliforms (TC), as an indicator parameter of water quality. For this, three days were selected in October with an interval of 24 h and in 3 sampling stations with known anthropogenic activity, main market (E1), hospital (E2) and fishing winery (E3). The determination of the TC was in accordance with the norm NOM-112-SSA1-1994 which consists of a presumptive and a confirmatory test. The presence of TC was detected in the three sampling sites during the three days. During the sampling period and all sites, the hours of 7 and 12 h, were below the maximum permitted limits, which, according to the guidelines of water quality for the protection of aquatic life in coastal waters is 240 MPN/100 ml. Maximum values were recorded in the 18 h schedule at all stations, with a maximum in E2 of 9200 MPN/100 ml.

Keywords: Champotón, total coliform, pollution.

Conciencia Tecnológica, núm. 55, 2018

Instituto Tecnológico de Aguascalientes,
México

Recepción: 13 Septiembre 2017

Aprobación: 06 Enero 2018

Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94455712006>

Financiamiento

Fuente: CAPD

Nº de contrato: CoSDAC-SEP 022.16-P04

Introducción

Las bacterias coliformes son un grupo de microorganismos que habitan en el agua, suelo, incluyendo al humano en forma de bacilos facultativamente aerobios gram negativos, que fermentan la lactosa [1].

El origen de estos microorganismos se encuentra en las excretas de animales, en las descargas domésticas y en aguas residuales; una consecuencia posible es la contaminación microbiológica de los diferentes cuerpos de agua entre ellos el agua de mar [2]. La contaminación del agua de mar ocurre mediante la descarga de fuentes puntuales: como plantas de tratamientos de agua residual, drenajes y fábricas [3, 4].

Las playas con áreas de recreación presentan problemas ecológicos y sanitarios ocasionados por el derrame de sustancias provenientes

de las zonas urbanas, con presencia de elevados contaminantes y microorganismos patógenos [5, 6, 7]. Además, estas aguas contienen microorganismos patógenos tales como bacterias coliformes, estreptococos, *Vibrio* [8, 9, 10], que provocan enfermedades gastrointestinales, infecciones cutáneas, entre otras, mismas que dañan la salud significativamente [11, 12, 13, 14].

Los coliformes totales son ampliamente reconocidos como indicadores bacteriológicos y su presencia en sistemas acuáticos es evidencia de contaminación fecal. La evaluación de dichos indicadores biológicos es relativamente simple y directa, su crecimiento es rápido sobre medios relativamente simples y su cultivo en laboratorio debe ser sencillo [2, 15].

Durante muchas décadas se utilizaron coliformes totales (CT) y fecales (CF) para determinar la calidad del agua de las playas recreativas de las costas de México, por lo que el valor de los datos históricos registrados por la autoridad sanitaria (Secretaría de Salud) es incuestionable. Sin embargo, no se tiene el registro de la hora de toma de muestras, por lo que los datos pueden presentar sesgo en los valores.

Considerando lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo valorar la contaminación microbiológica, para identificar en qué horario y zona de influencia existe la presencia de coliformes totales en el malecón con vocación turística de la localidad de Champotón.

Fundamentos teóricos

El incremento de la población que se encuentra cercana a la zona costera y las actividades de origen doméstico, industrial y agrícola son elementos determinantes para disminuir la calidad del agua, debido al mal manejo de desechos de origen industrial, tóxico y orgánico que afectan significativamente este ecosistema provocando su deterioro [16].

El Instituto Nacional de Ecología ha realizado un trabajo de síntesis donde se muestra que un factor constante en todo tipo de cuerpos de agua y zonas costeras de México es la contaminación por CF y CT, ya sea ríos, bahías, lagunas, frente a las playas. Esta contaminación es importante en ciudades costeras y de desarrollo [17].

Los niveles de contaminación microbiológica en algunas regiones costeras del Golfo de México, principalmente en Veracruz, Tabasco y Campeche rebasan frecuentemente los límites permisibles de CT en agua. Investigaciones realizadas por Rodríguez y Romero et al [18] en lagunas costeras en Campeche y Tabasco detectaron presencia de CT en aguas residuales, las cuales son descargadas sin recibir tratamiento previo [19].

Asimismo, estudios realizados en Campeche, para evaluar la calidad sanitaria de concentraciones de CT en la laguna de Términos, señalan que existen registros que exceden los números permisibles de la norma, mencionando que esta situación se debe a los aportes de descargas residuales presentes en la zona [2].

Otro análisis, realizado en Campeche y en el Rio Champotón en el 2014 [20] establece que es una zona costera expuesta a contaminación

microbiología por CT, debido a las actividades pesqueras constantes y a las descargas urbanas existentes en ese lugar.

Por lo anterior, en esta investigación se plantea, la necesidad de conocer la presencia de CT en el agua de mar, del malecón con vocación turística de la Ciudad de Champotón, en zonas donde la población es activa y se tiene influencia turística.

Materiales y métodos

Área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Champotón, Campeche (Figura 1). El municipio se localiza en el centro del estado de Campeche (Camp). Se encuentra geográficamente situado a los 89°32' y 91°08' longitud oeste y entre los paralelos 17°49' y 19°41' latitud norte. Su población es de 83, 021 habitantes, de los cuales 41, 760 son hombres y 41, 261 mujeres [21].

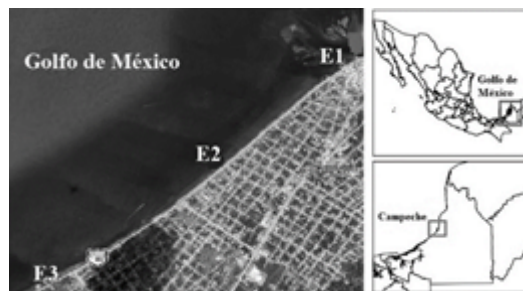


Figura 1

Mapa de localización de las estaciones de muestreo en el malecón de la ciudad de Champotón, Campeche.

Fuente: Google Maps (2017).

El estudio se realizó del 13 al 15 de octubre de 2016, se tomaron muestras cada 5 horas, en el malecón de la ciudad de Champotón, comprendiendo una longitud de 3.7 km desde el parque Moch-Cohuo hasta las instalaciones de la Cruz Roja (Figura 1). Se describen tres estaciones de muestreo con actividad antrópica: mercado (E1), hospital (E2) y bodega pesquera (E3). Las muestras de agua de mar se tomaron por triplicado en cada estación y fueron tomadas superficialmente a una profundidad de aproximadamente 50 cm, en tres horarios diferentes 7, 12 y 18 h. Las muestras fueron colectadas en recipientes de plástico previamente esterilizados y se transportaron bajo condiciones de refrigeración para su análisis. La determinación de CT fue realizada de acuerdo con la norma NOM-112-SSA1-1994 [22] que incluye una prueba presuntiva y una confirmativa. De cada muestra de agua y de cada horario se inocularon 0.1, 1 y 10 mL de la muestra por triplicado en tubos de 25 mL con 10 mL de caldo lactosado con tubos Durham invertidos en su interior y fueron incubados a 36°C durante 24 h. Los tubos que resultaron positivos fueron resembrados en tubos con caldo de verde bilis brillante al 2% con tubos Durham invertidos en su interior y fueron

incubados a 36°C durante 24 h. Lo anterior con la finalidad de cuantificar los (CT). Los resultados fueron contrastados con los lineamientos que establecen los límites máximos permitidos de calidad del agua para la protección a la vida acuática en aguas costeras que es de 240 NMP/100 ml [23].

El análisis estadístico se realizó a través de la prueba de Shapiro-Wilk ($P < 0.05$) con el programa estadístico STATISTICA 7.1, para establecer diferencias entre estaciones de muestreo y los horarios en los que se realizó la toma de muestras.

Resultados y discusión

En la figura 2 se observa que en la estación de muestreo E1, que se encuentra influenciada por la existencia de un mercado público en el cual existen actividades comerciales que generan aguas residuales. Asociado a esto, se tiene referencia que existe cerca de la zona de estudio un muelle, en el cual existen actividades de compra, venta, transporte, limpieza y desecho de especies marinas que pudieran estar provocando la presencia de CT en esta estación.

Con respecto al horario, podemos observar que en los horarios de 7 y 12h se tuvieron registros entre 30 NMP/100 mL por debajo de los lineamientos de calidad del agua [23]. Esta situación puede deberse a una acumulación de contaminantes en el agua, debido a que a partir de las 15h cierran el mercado y ya no existen más actividades y descargas en esta zona. Con respecto al horario de 18 h se encontraron valores de 1600 NPM/100 mL muy por arriba establecidos en la norma (Figura 2). Se observan diferencias significativas entre las fechas de muestreo ($P < 0.05$). Esta dinámica puede deberse a los cambios de corrientes de flujo de compuestos depositados en el agua, que tardan mucho en disolverse y se concentran en mayor proporción, como lo menciona la investigación realizada en San Francisco de Campeche en los sitios siguientes; canal de drenaje de centro de convenciones y la ría, en el 2014 [20].

En relación con la estación de muestreo E2, se encuentra localizada una bodega de compra, venta, desembarque y almacenamiento de especies marinas, la cual se encuentra en funcionamiento de las 5 a 18 h todos los días; cerca de este lugar se encuentra el depósito y desembarque de lanchas pertenecientes a esta bodega, pudiendo generar aceites que desechan. Otro dato importante es la existencia de un hospital donde se generan aguas residuales que desembocan hacia la estación de estudio. Sin embargo, se observó que a las 7 y 12h la presencia de CT de 30 NPM/100 mL por debajo de los límites máximos permitidos. En tanto que a las 18 h se registraron 1500 NPM/100 mL, por encima de los límites máximos permitidos en la norma (Figura 2). Se observan diferencias significativas entre las fechas de muestreo ($P < 0.05$). Este comportamiento puede ser debido a que en el desembarque de lanchas a partir de las 17h en esta zona se tiene contaminación del lugar generando severos problemas ambientales a su alrededor [3, 4].

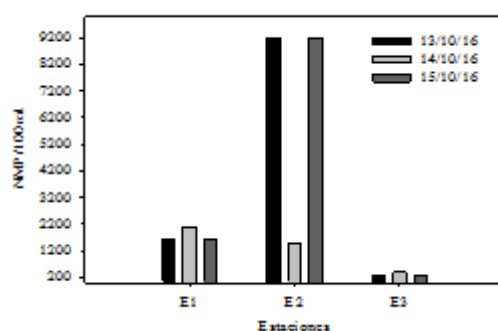


Figura 2

Concentración de CT a las 18 h, en las tres estaciones del malecón de la ciudad de Champotón, Campeche

En la estación de muestreo E3 se encuentra una bodega de procesamiento y almacenamiento de especies marinas, misma que se encuentra en funcionamiento de 5 a 21h todos los días. Se tiene referencias que cerca de este lugar se realizan descargas de aguas residuales, pudiendo ser la causa de la presencia de CT en esta estación. En cuanto al horario se tuvieron registros de 30 NMP/100 mL de CT a las 7 y 12h por debajo de los lineamientos de la norma. Con relación al horario de las 18 h se tuvieron registros de 300 NMP/100 mL, estos valores estuvieron por encima de lo permitido por la norma (Figura 2). Se observan diferencias significativas entre las fechas de muestreo ($P < 0.05$). Esta dinámica puede deberse a que cerca existe descargas de aguas residuales y contaminantes empleados en el procesamiento del producto que pudieran ser la causa de la concentración de CT en esta zona [3].

Con respecto a la presencia de CT en las tres estaciones (E1, E2 y E3) en las tres fechas de muestreo (13 al 15 de octubre del 2016), los resultados muestran que en las estaciones E1 y E3 se observaron valores altos de CT, a diferencia de la E2. Por lo que no se observaron diferencias significativas entre las estaciones ni entre las fechas ($F = 0.30$; $P > 0.05$).

Lo anterior puede deberse a los cambios o flujos o intensidad de las corrientes, que pudieran arrastrar la materia fecal a la desembocadura del río por la noche y de ahí los valores altos [15]. En Campeche se han realizado estudios, para evaluar la calidad sanitaria en la zona costera, que tiene gran impacto por sus actividades pesqueras y su influencia de contaminantes por los desechos tóxicos de los habitantes. Una zona más cercana a esta área de estudio es la Laguna de Términos donde se indica que hay un excedente en los límites permisibles; se han reportado variaciones de concentraciones principalmente de junio a octubre respectivamente, esto debido a los aportes de agua residual [24]. En otro estudio realizado se ha detectado la presencia de coliformes en los meses de septiembre y octubre sugiriendo que en esos meses aumentan los vientos y la suspensión de sedimentos. Algunos estudios realizados en el sitio indican mala calidad del agua costera provocada por el vertimiento de aguas municipales sin tratamiento lo que ocasiona problemas sanitarios [25, 26].

En Campeche el problema principal de contaminación se asocia a los mantos freáticos, sumideros y pozos en las zonas costeras. Muchos municipios no cuentan con drenajes y alcantarillado; el río Champotón, la laguna Pom y la península de Atasta tienen problemas por estas situaciones, también por los desechos de Ciudad de Carmen que llega a la costa [27]. Con referencia a la presencia de coliformes en el horario diurno se pudo notar que en las 3 estaciones presentaron indicios de éstos, ya que existen descargas de aguas residuales y descargas de desechos de bodegas que almacenan diversos tipos de especies marinas. Los cuerpos de agua tienen capacidad de autodepuración y diversos factores influyen en esta acción como los factores físicoquímicos y biológicos. Esta capacidad de oxidación y mineralización tiene un movimiento enérgico favoreciendo la descomposición de la materia orgánica; estas condiciones también existen en la mayoría de los ríos, arroyos y en las aguas costeras con pronunciados movimientos de mareas o fuertes corrientes inducidas por el viento. Sin embargo, la concentración de materia orgánica por aportes de agua residual produce un denso crecimiento de bacterias anaerobias, ciliados y virus. Otro factor de importancia es que hay áreas donde hay poco movimiento por lo que el agua residual se estanca y puede provocar escasez de oxígeno, generando un desequilibrio en la autodepuración [28].

Conclusiones

El comportamiento de las concentraciones de CT en las estaciones de estudio presenta una relación evidente con las características del lugar donde fueron extraídas las muestras. Los valores de CT en las muestras tomadas a las 18h parecen estar asociados con los aportes de aguas residuales y la afluencia de la población cercana a cada estación. El estudio de contaminación por CT durante el mes de octubre en los tres sitios del Municipio de Champotón, Campeche, representa un indicador de alerta para implementar medidas de saneamiento y de protección de la zona costera. Se propone realizar más estudios de CT en diferentes sitios del Champotón, para determinar su caracterización en los sitios y poder establecer medidas de sanidad para la prevención de su crecimiento, principalmente en épocas donde la influencia turística es predominante.

Agradecimientos

Por el financiamiento otorgado al proyecto “Fitoplancton marino potencialmente nocivo de la costa central de Campeche, México”. CoSDAC-SEP 022.16-P04 (2016-2017), del cual fue responsable CAPD.

Referencias

- [1] Camacho, A., Giles, M., Ortegon, A., Palao, M., Serrano, B., y Velázquez, O. (2009), *Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos*. Segunda edición. UNAM. México, D.F. 17 pp.

- [2] Botello, A.V., Rendón-von Osten, J., Gold-Bouchot, G., y Agraz-Hernández, C. (Eds.). *Golfo de México contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*. 2ª ed. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología, México. pp. 475-486.
- [3] Abel, P.D. (1996), *Water pollution biology*. Taylor & Francis U.K. 286 pp.
- [4] Schmitz, R.J. (1995), *Introduction to "water" y "pollution" biology*. "Gulf" & "Publishing" Co. Houston, Tx. 320 pp.
- [5] Ramos, L.M., Vidal, L., Vilardy, S., Saavedra, L. (2011), Análisis de contaminación microbiológica coliformes totales y coliformes fecales en la bahía de Santa Martha, Caribe Colombiano. *Acta Biológica Colombiana* 13(3): 87-98.
- [6] REDCAM. (2002), *Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para protección y conservación de la calidad de las aguas marinas y costeras*. Diagnóstico Nacional y Regional 2002. INVEMAR. Santa Marta, Colombia. 235 pp.
- [7] Munn, C.B. (2004), *Marine microbiology: ecology and applications*. Bios Scientific Publisher New York, USA. 283 pp.
- [8] Figueroa-Zavala, B. (2007), Contaminación de origen fecal en el corredor costero barra de Tonameca-Bahía de Puerto Ángel, La Mina, Oaxaca, México. *Ciencia Mar*, 11(33): 15-28.
- [9] Fiksdal, L., Pommepuy, M., Caprais, M.P., y Midttun, I. (1994), Monitoring of fecal pollution in coastal waters by use of rapid enzymatic techniques. *Applied and Environmental Microbiology*, 60(5): 1581-1584.
- [10] Ronsón-Paulín, J.A., y Ortiz-Arellano, M.A. (1993), *Evaluación de coliformes totales, fecales y metales pesados en el tejido blando de Ostrea iridiscens (ostión de piedra) en la zona costera Holliday Inn y Cerritos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa (1992-1993)*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sinaloa. 85 pp.
- [11] Mallin, M.A. (1998), *A four-year environmental analysis of New Hanover County tidal creeks, 1993-1997*. University of North Carolina at Wilmington, North Carolina. 115 pp.
- [12] Fong, T., y Lipp, E.K. (2005), Enteric viruses of humans and animals in aquatic environments: Health risks, detection, and potential water quality assessment tools. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 69(2): 357-371.
- [13] Toze, S. (1997), *Microbial pathogens in wastewater. Literature review for urban water systems*. Multi divisional Research Program, CSIRO, Australia, Technical Report 1/97: 49 pp.
- [14] Benson, H.J. (1994), *Microbiological Applications: Laboratory Manual in General Microbiology*. 7th edition. William C Brown Pub. Iowa, USA. 384 pp.
- [15] Boyle, O.C., Masterson, B.F., y Stapleton, L. (1993), The use of Indicator organisms for the protection of recreational users of estuarine and coastal waters from risks to health. In: Jeffry, D.W., y Madden, B. (Eds.). *Bioindicators and Environmental Management*. Academic Press. N.Y. pp: 37-54
- [16] REDCAM. (2005), *Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano red de vigilancia para la conservación*

- y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. Diagnóstico Nacional y Regional 2005. Santa Marta, Colombia. INVEMAR. 301 pp.
- [17] Silvia-Cazares, N.S. (2011), *Estudio comparativo de la calidad del agua de mar en playas de Acapulco*. (Tesis de Maestría). Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología. Querétaro, Qro. 88 pp.
- [18] Rodríguez, S.H., y Romero-Jarero, J. (1981), Niveles de contaminación bacteriana en dos sistemas-fluvio-lagunares asociados a la laguna de Término Campeche. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 8(1): 63-68.
- [19] Romero-Jarero, J., y Rodríguez, S.H. (1982), Niveles actuales de contaminación coliforme en el sistema lagunar del Carmen-Machona, Tabasco. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 9(1): 121-126.
- [20] Alpuche-Gual, L. (coord.). (2014), *Clasificación de playas campechanas para su manejo integral y desarrollo sostenible*. Universidad Autónoma de Campeche 156 pp.
- [21] INEGI. (2010), Información nacional, por entidad federativa y municipios. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=04>
- [22] NOM-001-SEMARNAT-1996, *Diario Oficial de la Federación*, 2018, Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5510140&fecha=05/01/2018
- [23] CNA. (2014), *Ley Federal de Derechos. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2014*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 102 pp.
- [24] Wong-Chang, I., y Barrera Escorcia, G. (2005), Estado actual de la contaminación microbiológica en el Golfo de México, En: Botello, A.V., Rendón-von Osten, J., Gold-Bouchot, G., y Agraz-Hernández, C. (Eds.). *Golfo de México contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*, 2da Edición. Univ. Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología. pp: 487-504.
- [25] Romero, J., y Rodríguez, S. (1981), Niveles actuales de contaminación coliforme en el sistema lagunar del Carmen y Machona, Tabasco. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología México* 45: 1243-1265.
- [26] Lizárraga-Partida, M.L., Carballo, R., Izquierdo-Vicuña, F.B., Wong-Chang, L. y Colwell, R.R. (1986), Bacteriología de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 13(3): 31-38.
- [27] Nava-Fuentes, J.C. (2008), *Diagnóstico para el manejo costero integrado para el saneamiento de la zona costera de la ciudad de San Francisco de Campeche* (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma de Campeche-EPOMEX. Campeche, Camp. 115 pp.
- [28] Comisión Nacional de Ecología (1999), *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento a diciembre de 1999*, México: Comisión Nacional del Agua. 106 pp.

Notas de autor

- 1 TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Champotón. Carretera Champotón-Isla Aguada Km. 2, Col. El Arenal. C.P. 24400. Champotón, Campeche, México, shirleylupe16@hotmail.com
- 2 TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Champotón. Carretera Champotón-Isla Aguada Km. 2, Col. El Arenal. C.P. 24400. Champotón, Campeche, México