

Niveles de coliformes fecales en el lago de Coatepeque

Enrique Barraza

Investigador asociado ICTI-UFG

Ph.D. en Ciencias Biológicas, Universidad Santiago de Compostela y Master of Science, Zoología (Beca Fullbright)

Universidad de Texas A&M

jebarraza@ufg.edu.sv

Resumen

Un muestreo de niveles de bacterias coliformes fecales termotolerantes de aguas superficiales del lago de Coatepeque presentó valores que oscilaron entre < 1.8 a 170.0 NMP/100 ml, entre mayo y junio de 2017, con medias geométricas de $6.2 + 53.3$ y $1.8 + 0.1$ NMP/100 ml, respectivamente.

Palabras clave: coliforme fecal, lago de Coatepeque, media geométrica.

Abstract

A survey on surface water thermotolerant fecal coliform bacteria at Coatepeque lake presented levels that comprises < 1.8 to 170.0 MPN/100 ml, between May and June 2017, and geometric means: $6.2 + 53.3$ y $1.8 + 0.1$ NMP/100 ml, respectively.

Keywords: fecal coliform, Coatepeque lake, geometric mean.

Introducción

La contaminación por aguas residuales generada por asentamientos humanos y actividades productivas es un problema ambiental muy antiguo (Day *et al.*, 1989). Esta práctica presenta riesgos sanitarios a la población humana que utiliza los ecosistemas acuáticos aledaños (Sivaraja y Navarajan, 2014; Cho *et al.*, 2016), así como a la vida silvestre asociada (Couceiro *et al.*, 2007). Uno de los organismos indicadores de contaminación fecal por aguas residuales domésticas en un ecosistema acuático es el grupo de bacterias coliformes fecales termotolerantes (Ashbolt *et al.*, 2001).

En El Salvador se han realizado algunos estudios en los que se relacionan a las bacterias coliformes fecales como indicadores de contaminación por material fecal, en agua dulce, estuarina y marina, así como bivalvos estuarinos (Melara, 2006; Campos-Machado, 2007; Barraza *et al.*, 2011; Barraza, 2012; MARN, 2011).

Uno de los principales lagos de El Salvador es el lago de Coatepeque con una superficie acuática aproximada de 2,400 hectáreas y profundidad superior a los 100 metros. Alberga una importante riqueza de especies asociadas, incluyendo varias de peces de las familias *Atherinidae*, *Cichlidae*, *Poeciliidae*, *Synbranchidae*, principalmente. Recientemente se han realizado estudios sobre la ictiofauna (McMahan *et al.*, 2013, 2014; Barraza, 2016), cianofíceas, microalgas y calidad de aguas, a cargo del LAB-TOX de la Universidad de El Salvador y del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales que se publican en boletines o comunicados, y otros de índole geológico (Siebert *et al.*, 2004). Sin embargo, no se pudo determinar algún trabajo relacionado con la determinación de niveles de bacterias coliformes fecales.

Debido a la ausencia de información mencionada anteriormente, en coordinación con la Fundación

Coatepeque, se realizó una evaluación preliminar para cuantificar la ocurrencia de las bacterias mencionadas en el lago de Coatepeque e inferir la calidad del agua.

Materiales y métodos

Los muestreos se realizaron en dos épocas: transición de estación seca a lluviosa y lluviosa. La primer recolecta de muestras de agua se hizo el 4 de mayo de 2017; la segunda, el 7 de junio de 2017. Para ello, se utilizaron frascos estériles de plástico facilitados por el laboratorio de calidad integral de la Fundación para el Desarrollo Económico y

Social de El Salvador (FUSADES). Las coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo se detallan en la Figura n.º 1 y en la Tabla n.º 1. Las muestras de agua superficial se recolectaron en duplicado en cada estación y se colocaron inmediatamente en hieleras a una temperatura aproximada de 4 oC. Se trasladaron al laboratorio mencionado para el análisis de bacterias coliformes fecales termotolerantes, según los “Métodos Estándar para el examen de agua y agua residual” (Rice et al., 2012). Para efectos de cálculos estadísticos, los resultados menores a 1.8 NMP/100 ml se tomaron con el valor absoluto de ese límite (1.8).



Figura n.º 1. Mapa de Google Earth, donde se ubican las estaciones de muestreo detalladas en la Tabla n.º 1. N: Norte.

Tabla n.º 1

Coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo. N: Norte, W: Oeste.

ESTACIÓN	N			W		
	G	M	S	G	M	S
1. FRENTE A CARDEDEU	13	53	271	89	32	28.0
2. LA BENDICIÓN	13	52	57.6	89	31	36.4
3. EL ENCANTADO	13	51	7.7	89	31	42.8
4. TEOPÁN	13	50	47.6	89	33	51.8
5. DESAGÜE	13	51	4.3	89	34	2.5
6. PEDRERO HONDO	13	52	54.9	89	33	31.1
7. CENTRO	13	53	11.6	89	33	27.9

Resultados y discusión

Los niveles de bacterias coliformes fecales termotolerantes (CF) en agua superficial del lago de Coatepeque oscilaron entre <math><1.8</math> a 170.0

NMP/100 ml (Tabla n.º 2). La media geométrica total del primer período de muestreo (mayo) que corresponde a la época de transición entre época seca y lluviosa fue $53.3 + 6.2$ NMP/100 ml, y en la lluviosa (junio): $1.8 + 0.1$ NMP/100 m.

Tabla n.º 2

Niveles de coliformes fecales registrados en los dos períodos de muestreo. ES: estaciones de muestreo, MG: media geométrica, NMP: número más probable, ST: desviación estándar, R: repetición de muestra

ES	CF (NMP/100 ml) MAYO 2017		MG	ST	CF (NMP/100 ml) JUNIO 2017		MG	ST
	R1	R2			R1	R2		
1	2.0	<math><1.8</math>	1.9	0.1	<math><1.8</math>	<math><1.8</math>	1.8	0.0
2	130.0	170.0	148.7	28.3	<math><1.8</math>	<math><1.8</math>	1.8	0.0
3	7.8	<math><1.8</math>	3.7	4.2	<math><1.8</math>	<math><1.8</math>	1.8	0.0
4	4.5	13.0	7.6	6.0	<math><1.8</math>	<math><1.8</math>	1.8	0.0
5	2.0	<math><1.8</math>	1.9	0.1	2.0	<math><1.8</math>	1.9	0.1
6	13.0	13.0	13.0	0.0	<math><1.8</math>	<math><1.8</math>	1.8	0.0
7	<math><1.8</math>	<math><1.8</math>	1.8	0.0	<math><1.8</math>	<math><1.8</math>	1.8	0.0
		TOTAL (n=14)	53.3	6.2		TOTAL (n=14)	1.8	0.1

En la Figura n.º 2, se presenta una comparación entre las medias geométricas por cada estación en mayo y junio. La aparente diferencia es evidente en las estaciones 2 (La Bendición) y 6 (Pedrero Hondo). Sin embargo, al realizar la comparación estadística entre datos de mayo y junio se determinó primero si las varianzas eran homogéneas mediante el test de Levine ($p=2.95$), porque al comparar mediante la prueba T-Student de dos colas, se determinó que no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$, $gl= 13$).

Esto indica que en general los niveles de estas bacterias son bajos, posiblemente por efecto de dilución del lago (An et al., 2002). Sin embargo, se requiere mayor cantidad de monitoreos para establecer una tendencia general. Los mismos autores también sostienen que las bacterias coliformes pueden ubicarse en sedimentos de fondos de lagos y que en aguas superficiales, otros depredadores como protozoos, pueden alimentarse de estas bacterias.

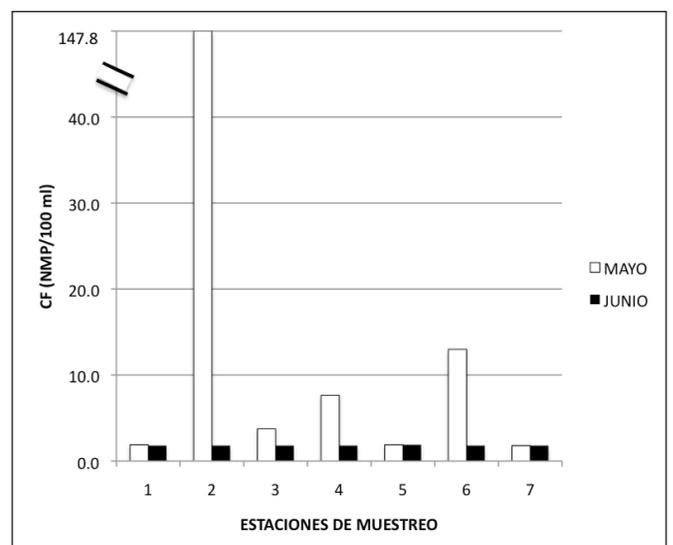


Figura n.º 2. Medias geométricas de cada estación de muestreo en los meses de mayo y junio de 2017. Las estaciones se ubican en la Figura n.º 1 y en la Tabla n.º 1.

Los valores que se presentan en la Figura n.º 2 se encuentran por debajo del límite máximo de 200 NMP/100 ml que en Ecuador se requiere para que se implementen actividades recreativas en un ecosistema acuático, según la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua (Ministerio del Medio Ambiente, 2012). De esta manera se refleja que el agua del lago de Coatepeque es apta para la recreación en los meses que se desarrolló este estudio. La misma figura indica que los sitios que presentaron los menores valores (<1.8 NMP/100 ml) de bacterias coliformes fecales en ambos meses fueron: 1, 5 y 7, reflejando escasas fuentes de contaminación por aguas residuales en esas áreas. La última en particular es la menos probable, debido a que se encuentra alejada de la orilla del lago (Figura n.º 1).

Al comparar estos resultados con los observados en los humedales continentales Embalse Cerrón Grande; lagunas Apaneca, El Jocotal y Olomega; lago de Güija (MARN, 2011), se determina que estos presentaron niveles de bacterias coliformes fecales termotolerantes que alcanzaron más de 1,100 NMP/100 ml, que son niveles superiores al máximo detectado en el lago de Coatepeque: 170 NMP/100 ml, indicando condiciones sanitarias superiores en este último ecosistema léntico, y también que la influencia antropogénica por aguas residuales en los humedales mencionados es más intensa.

Conclusiones

Se detectó la presencia de bacterias coliformes fecales termotolerantes en un rango entre menos de 1.8 a 170.0 NMP/100 ml en agua superficial del lago de Coatepeque, cumpliendo normas ambientales de Ecuador para uso recreativo.

Se determinó ausencia de diferencias significativas al comparar los niveles de coliformes fecales entre mayo y junio de 2017. El nivel más bajo se determinó en los sitios conocidos como El Desagüe, Frente a Cardedeu, centro del lago; el que presentó los niveles más elevados en la época de transición de seca a lluviosa fue el área conocida como La Bendición; en período lluvioso bajó a menos de 1.8 NPM/100 ml.

Al menos tres factores pueden estar asociados al descenso de los niveles de las bacterias

mencionadas en época lluviosa: manejo apropiado de aguas residuales, efecto de dilución durante época lluviosa, incluyendo posible depredación por parte de microorganismos planctónicos, así como distribución de algún posible contaminante en zonas profundas. En general, se requiere un monitoreo permanente de la calidad del agua del lago de Coatepeque.

Referencias

- An, Y., D.H. Kampbell, G.P. Breidenbach. 2002. *Escherichia coli* and total coliforms in water and sediments at lake marinas. *Environmental Pollution* 120 (3): 771-778.
- Ashbolt, N.J., W.O.K. Grabow y M. Snozzi. 2001. Indicators of microbiological water quality. In: *Water Quality: Guidelines, Standards and Health*. Ed: Lorna Fewtrell y Jamie Bartram. IWA Publishing, London, UK. 290-316.
- Campos-Machado, S. 2007. Determinación de Bacterias Coliformes Fecales en Ejemplares de *Protothaca asperrima* en Cuatro Ecosistemas Estuarinos de la Zona Oriental de El Salvador. Tesis de Licenciatura. Universidad de El Salvador. 82 pp.
- Couceiro, S.R., N. Hamada, S.L.B. Luz, B.R. Forsberg, T.P. Pimentel. 2007. *Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil*. *Hydrobiologia* 575 (1): 271-284
- Cho, K.H., Y.A. Pachepsky, M. Kim, J. Pyo, M. Park, Y.M. Kim, J. Kim, J.H. Kim. 2016. *Modeling seasonal variability of fecal coliform in natural surface water using the modified SWAT*. *Journal of Hydrology* 535: 377-385.
- McMahan, C.D., W.A. Matamoros, F.A. Álvarez-Calderón, W.Y. Henríquez, H.M. Recinos, P. Chakrabarty, E. Barraza, N. Herrera. 2013. *Checklist of Inland Fishes of El Salvador*. *Zootaxa* 3608 (6): 440-456.
- McMahan, C.D., W.A. Matamoros, E. Barraza, J. Kutz, P. Chakrabarty. 2014. *Taxonomic status of the lago de Coatepeque endemic convict Cichlid Amatitlania coatepeque (Teleostei: Cichlidae)*. *Copeia* 4: 633-638.

Barraza, J.E. 2016. Censo de peces mediante buceo en el lago de Coatepeque, El Salvador. XV Congreso Nacional de Ictiología, V Simposio Latinoamericano de Ictiología, I Simposio Internacional de Genómica de Peces (FIGIS, 2016). Aguas Calientes, México. Compendio de Resúmenes Orales y Carteles, p. 82.

Melara, V.E. 2006. Contaminación por Coliformes Fecales en *Anadara similis* y *A. tuberculosa* en los Estuarios Barra de Santiago, Jaltepeque y El Tamarindo. Tesis de Licenciatura. Universidad de El Salvador. 66 pp.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2011. Catálogo de Mapas de Zonas Críticas Prioritarias en Humedales Ramsar de El Salvador. 33 pp.

Ministerio del Medio Ambiente. 2012. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes. Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. República del Ecuador.
(<http://www.industrias.ec/archivos/CIG/file/CARTELERA/Reforma%20Anexo%2028%20feb%202014%20FINAL.pdf>)

Rice, E.W., R.B. Baird, A.D. Eaton y L.S. Clesceri. 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. American Public Health Association, American Water Works Association, Waster Environment Federation. 1496 pp.

Sivaraja, R., K. Nagarajan. 2014. *Levels of indicator microorganisms (total and fecal coliforms) in surface Waters of Rivers Cauvery and Bhavani for circuitously predicting the pollution load and pathogenic risks*. International Journal of Pharm Tech Research 6 (2): 455-461.