

Evaluación microbiológica del arroyo San Roque de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Mónica Ivonne Mendoza Orozco, Gabriela de Jesús Díaz Marina, Karen Gabriela Martínez Ochoa, Misraim Edivaldo Rodríguez López, José Norman González Sánchez, Javier Gutiérrez Jiménez.

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, correo electrónico: javier.gutierrez@unicach.mx

RESUMEN

Se evaluó la presencia de bacterias coliformes totales en el arroyo San Roque localizado en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, como indicador de contaminación fecal de este efluente. Asimismo, el impacto de su presencia sobre la diversidad de protozoarios en el arroyo. Los coliformes se cuantificaron en agua de un sitio contaminado y otro no contaminado del arroyo; también se determinó la presencia de protozoarios en ambos tipos de agua. El agua no contaminada presentó una media de 0.19×10^3 coliformes/ml, sin embargo, la zona contaminada presentó medias de 4; 650 y 0.8×10^3 coliformes/ml durante principio, mediado y al finalizar septiembre de 2012, respectivamente. En la porción no contaminada se documentó la presencia de *Paramecium*, *Synura*, *Vorticella*, *Astylozoon* y *Euglena*; el agua contaminada mostró sólo presencia de *Paramecium* y espiroquetas. Nuestros resultados muestran que el elevado número de coliformes aunado a la disminución de protozoarios encontrados en la zona contaminada del arroyo San Roque, reflejan el efecto de la descarga de desechos hacia este arroyo; esto eleva el riesgo de que las familias adquieran infecciones por utilizar el agua de este efluente. Es necesario implementar una planta de tratamiento de los desechos que se vierten al arroyo San Roque, para disminuir el impacto negativo en la salud y en el medio ambiente.

Palabras clave: coliformes, protozoarios, Arroyo San Roque, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

ABSTRACT

The presence of total coliforms (TC) as well as the free-living protozoa was investigated at the San Roque stream located in Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Mexico. TC was quantified in a contaminated and non-contaminated area of the San Roque stream; protozoa were also determined at those stream zones mentioned above. We found 0.19×10^3 TC/ml in non-contaminated water, and mean values of 4; 650 and 0.8×10^3 TC/ml at the beginning, half and the end of September, 2012, respectively, in contaminated water. We also found several genera of Protozoa at the non-contaminated stream zone, such as *Paramecium*, *Synura*, *Vorticella*, *Astylozoon*, *Euglena*; we only found *Paramecium* spp and spirochetes at the stream contaminated zone. Our results showed high levels of TC and scarce Protozoa at the contaminated stream zone, maybe due to the discharge of wastewater directly to the San Roque stream. People, who live next to the San Roque stream and use this water source for domestic purposes, are in risk of suffering several kinds of infections. In order to diminish the negative impact on health and milieu, it is necessary to treat this wastewater before to discard it into the San Roque stream.

Keywords. coliforms, protozoa, San Roque stream, Tuxtla Gutierrez, Chiapas.

INTRODUCCIÓN

Los arroyos son torrentes variables de agua, estacionales o permanentes, con volumen menor a los ríos (Manahan, 2007). Estos cuerpos de agua albergan una gran diversidad de microorganismos tales como algas, bacterias, hongos y protozoarios, de gran importancia para los ecosistemas. En los arroyos estos microorganismos forman biopelículas, un amalgamado complejo de estos seres imbuidos en una matriz de mucílago, que recubre el lecho del río (Elosegui y Sabater, 2009). Estas comunidades microbianas tienen

gran importancia en la dinámica de sustancias disueltas, tanto de nutrientes inorgánicos como de materia orgánica (Elosegui y Sabater, 2009). Por otro lado, los protozoarios son un eslabón en la cadena alimentaria, ya que regulan las poblaciones bacterianas (Rosas *et al.*, 2004).

Lamentablemente, los arroyos son cauces que se han utilizado para transportar los desechos de las ciudades o las fábricas, y por eso, se requiere de normas de calidad del agua para evitar que las sustancias tóxicas u organismos como las bacterias que transmiten enfermedades perjudiquen los arroyos (Herbst *et al.*, 2001). En este sentido, los protozoarios son

microorganismos saprobios que juegan un papel importante en la degradación de las aguas negras, ya que controlan la sobrepoblación de bacterias (García Cortés, 2012).

Uno de los microorganismos utilizados como indicadores para estimar el grado de contaminación del agua son las bacterias coliformes. Estos son bacilos Gram negativos, no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos, que a 35 °C fermentan la lactosa con la producción de gas (NOM-112). Las técnicas comúnmente empleadas para determinarlos son la del número más probable (NMP) y la de filtración con membrana (FM). Aunque la técnica de NMP es más laboriosa, la técnica de FM no es adecuada para muestras de agua que contienen sólidos, algas u otros materiales, ya que su presencia interfiere con el proceso de filtración y el desarrollo de colonias (Lim, 1998).

Así, el propósito de este trabajo fue conocer el estado que guarda el ecosistema microbiano en el arroyo San Roque, de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, específicamente en una zona que no presenta contaminación y otra contaminada por la descarga de aguas negras. Se cuantificaron los coliformes en muestras de agua recolectadas de estas zonas del arroyo "San Roque" de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y se documentó la presencia de protozoarios para evaluar el impacto de los coliformes sobre estos eucariontes.

METODOLOGÍA

Zona de estudio

El arroyo San Roque es uno de los afluentes que convergen en la cuenca del río Sabinal, de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Colinda al norte con el Libramiento Sur, al sur con el Cristo de Copoya y al oeste, con la carretera de Villaflores. Los puntos de muestreo fueron una zona no contaminada localizada en las coordenadas latitud norte 16°43'21.8" y longitud oeste 93°07'09.5"; para la zona contaminada las coordenadas fueron latitud norte 16° 43' 51.4" y longitud oeste 93° 06' 43.7", en este punto se encuentra ubicada la colonia Dos de Febrero, cuyos habitantes utilizan el agua de este arroyo. La vegetación aledaña es de tipo selva mediana subcaducifolia, comprendida por especies como *Taxodium mucronatum*, *Piper auritum* y *Adiantum capillus-veneris* (Palacios Espinosa, 2000).

Pruebas de laboratorio

A partir de las zonas contaminada y no contaminada del arroyo, se recolectaron 425 ml de agua en frascos estériles de boca ancha, a principio, mediado y al finalizar el mes de septiembre de 2012 y en horarios de 7 am y 14 pm. Se determinó el pH y la temperatura, en tanto que los coliformes totales se midieron con la técnica de número más probable (NMP) (NOM-112). Para identificar a los

protozoarios en los sedimentos recolectados en ambas zonas del arroyo, se construyeron columnas de Wynogradsky (Gamazo *et al.*, 2005).

RESULTADOS

Las determinaciones fisicoquímicas de las muestras de agua mostraron que el pH fue de 7 y 8, en tanto que la media de temperatura fue de 23 y 24 °C, para las zonas no contaminada y contaminada, respectivamente. Durante el mes de septiembre, la zona contaminada del arroyo presentó niveles elevados de coliformes totales: 4×10^3 coliformes/ml (DE ± 989) a principios; 650×10^3 coliformes/ml (DE $\pm 88,388$) a mediados y 0.8×10^3 coliformes/ml (DE ± 112) a finales del mes. En contraste, la zona no contaminada tuvo una media de 0.19×10^3 coliformes/ml (DE ± 0) (figura 1).

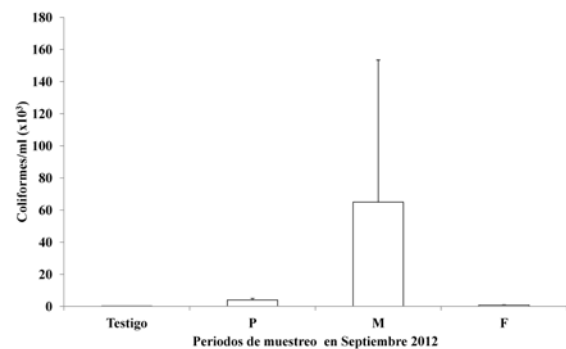


FIGURA 1

Coliformes totales durante tres periodos de septiembre del 2012. P= principios; M= mediados; F= finales.

Los niveles de coliformes totales encontrados en la zona contaminada del arroyo San Roque estuvieron por encima del límite de 2 UFC/mL, que establece la NOM-127-SSA1-1994. Sin embargo, en la zona en la que aparentemente no se observó contaminación, también se superó el límite establecido. Esto revela la contaminación en la que se encuentra este arroyo, probablemente por la descarga de agua negra que recibe proveniente de Copoya, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Las concentraciones diferentes de coliformes encontradas durante septiembre probablemente obedezcan a las variaciones en el vertido de agua negra al arroyo. La abundancia de coliformes determinada en la zona contaminada del arroyo también se documentó cualitativamente con la presencia de biopelículas bacterianas, donde se apreciaron bacterias en forma de espiral o espiroquetas (figura 2). Otros autores han señalado la contaminación de la cuenca del río Sabinal, a la que

desemboca el arroyo San Roque. Castañón-González y Abraján-Hernández (2009) encontraron alta concentración de coliformes totales desde 1.04×10^2 hasta 2×10^8 coliformes /100 ml a lo largo de cinco puntos de muestreo de este río. De manera similar, Rivera-Vázquez et al. (2007) señalaron también la contaminación por coliformes totales y fecales de ríos del valle de México, además encontraron presencia de huevos de helmintos, teniendo este hallazgo un impacto en la salud pública, ya que el uso que se da al agua en estos lugares es sobre todo agrícola.

En cuanto a los protozoarios, el agua no contaminada exhibió diversidad de estos organismos tales como: *Paramecium*, *Synura*, *Vorticella*, *Astylozoon* y *Euglena*; el agua contaminada mostró solo presencia de *Paramecium* spp. y formación de biopelículas bacterianas (figura 2). La presencia de *Paramecium* en la zona contaminada quizá obedezca a la mayor presencia de desechos orgánicos en esta zona del arroyo; esto fue documentado por Nomdedeu y López-Ochoterena (1987), quienes encontraron mayor presencia de *Paramecium aurelia* y *P. caudatum* (402 y 662 individuos/ml, respectivamente) en una zona del río La Magdalena de México, D.F con gran cantidad de materia orgánica.

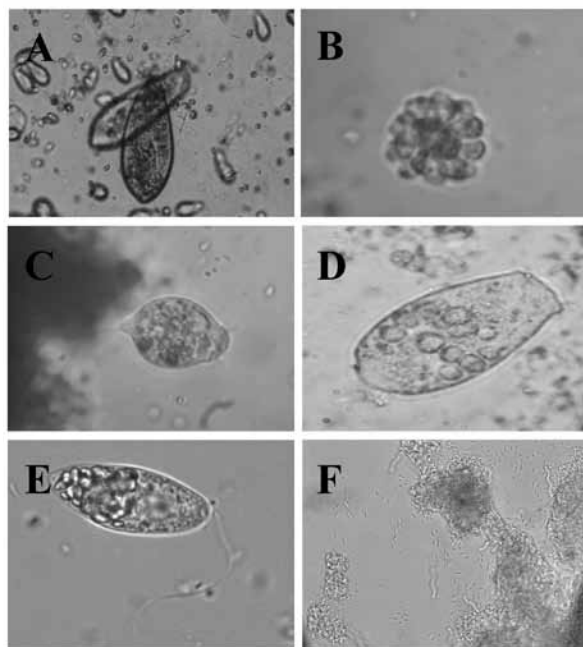


FIGURA 2

Protozoarios y biopelículas bacterianas encontradas en el arroyo San Roque, Chiapas. A. *Paramecium* sp.; B. *Synura* sp.; C. *Vorticella* sp.; D. *Astylozoon* sp.; E. *Euglena* sp.; F. Biopelícula de espiroquetas.

Por otro lado, la escasa presencia de protozoarios en la zona contaminada, quizá obedezca a la disminución del oxígeno disuelto resultante de la presencia de compuestos orgánicos, lo que conlleva a perturbaciones indeseables del medio y de la biota en ella asentada, como la abundante proliferación de coliformes, organismos que pueden vivir en medios anóxicos (Ramalho *et al.*, 1996; Negroni, 2009). Un hallazgo interesante fue observar biopelículas bacterianas, sistemas biológicos adheridos a superficies constituidas de superpoblaciones microbianas, que generan escasez de nutrientes para otros microorganismos como los ciliados (Tortora *et al.*, 2007); esto probablemente explique también el desplazamiento de protozoarios en la zona contaminada del arroyo San Roque.

CONCLUSIONES

Este estudio mostró evidencia de la contaminación del arroyo San Roque, uno de los afluentes pertenecientes a la cuenca del río Sabinal, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Esta contaminación puede ser debida a la presencia de aguas negras proveniente de la zona urbana aledaña, que se vierten directamente al arroyo. La elevada cantidad de coliformes y la disminución de protozoarios en la zona contaminada, reflejan el aumento de la materia orgánica presente. Sin embargo, es deseable incrementar el análisis del agua del arroyo San Roque como la determinación de la concentración de la demanda química y bioquímica de oxígeno (DQO y DBO), para estimar cuantitativamente el impacto de la contaminación ambiental. Además, también pueden investigarse los episodios de diarrea y analizar la materia fecal de los pobladores que utilizan agua de este arroyo, en búsqueda de patógenos intestinales. Estos resultados preliminares permiten emitir por lo pronto una alerta sanitaria a los habitantes de la colonia Dos de Febrero, localizada en las inmediaciones del arroyo San Roque. Por otro lado, es deseable que los desechos urbanos que se vierten a este cuerpo de agua sean procesados con una planta de tratamiento, a fin de detener el deterioro del arroyo y minimizar el impacto negativo a la salud y al medio ambiente que se está generando, o bien sugerir la construcción de drenajes que conecten con el sistema de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

LITERATURA CITADA

- CASTAÑÓN-GONZÁLEZ, J.H. Y P. ABRAJÁN-HERNÁNDEZ, 2009.** Análisis de la calidad del agua. *Lacandonia, Rev. Ciencias UNICACH* 3 (2): 67-77.
- ELOSEGI, A. Y S. SABATER, 2009.** *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. 1ª ed. Fundación BBVA. 446 p.
- GAMAZO, C., LÓPEZ-GOÑI, I. Y R. DÍAZ, 2005.** *Manual práctico de microbiología*. 3ra. Ed. Elsevier, España. 231 p.
- GARCÍA CORTÉS, V., 2012.** *Introducción a la microbiología*. 2ª edición. EUNED. San José, Costa Rica. 243 p.
- HERBST D.B., FENG A.Y. Y D.E. GREGORIO, 2001.** *The California Streamside Biosurvey Bio-encuesta para los arroyos de California*. Clean Water Team Citizen Monitoring Program, California, USA. 20 p.
- LIM, D., 2002.** *Microbiology*. 3th ed. Kendall/Hunt Publishing Company. USA. 340 p.
- MANAHAN, S.E., 2007.** *Introducción a la química ambiental*. Reverté ediciones, México. 760 p.
- NEGRONI, M., 2009.** *Microbiología estomatológica*. Fundamentos y guía práctica. 2ª ed. Médica Panamericana. Buenos aires, Argentina. 656 p.
- NOMDEDEU, O.V. Y E. LÓPEZ-UCHOTERENA, 1987.** Protozoarios ciliados de México. XXXII. Estudio ecológico de algunas especies para estimar el grado de contaminación del río La Magdalena, México, D.F. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. UNAM, México, D.F. Disponible en <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1988-1/articulo297.html> (Fecha de consulta: 1/03/2013).
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-112-SSA1-1994, BIENES Y SERVICIOS.** Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. Disponible en <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/112ssa14.html> (Fecha de consulta: 01/03/2013).
- PALACIOS ESPINOSA, E., 2000.** *Vegetación y flora del Parque Ecológico y Recreativo El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Tesis (Lic. En Biología). Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. 108 p.
- RAMALHO R. S., D. JIMÉNEZ BELTRÁN Y F. DE LORA SORIA, 1996.** *Tratamiento de aguas residuales*. Reverté. España. 716 p.
- RIVERA-VÁZQUEZ, R., O. L. PALACIOS-VÉLEZ, J. CHÁVEZ MORALES, M. A. BELMONT, I. NIKOLSKI-GAVRILOV, M.I. DE LA ISLA DE BAUER, A. GUZMÁN-QUINTERO, I. TERRAZAS-ONOFRE Y R. CARRILLO-GONZALEZ, 2007.** Contaminación por coliformes y helmintos en los ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino tributarios de la parte oriental de la cuenca del valle de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 23: 69-77.
- ROSAS, I., CRAVIOTO, A. Y E. EZCURRA, 2004.** *Microbiología ambiental*. 1ª ed. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología UNAM. México. 134 p.
- CASTAÑÓN G., J. H., 2009.** Análisis de la calidad del agua superficial del río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Lacandonia, Rev. Ciencias UNICACH* 3: 67-77.
- TORTORA, G., B.R. FUNKE, Y C.L. CASE, 2007.** *Introducción a la microbiología*. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 988 p.