

EVALUACIÓN SANITARIA DEL LAGO COCIBOLCA Y DE LOS TRIBUTARIOS OCHOMOGO Y PAPATURRO

Autor: Lic. Carmen Chacón Mayorga

Institución: Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, CIRA-UNAN

Palabras claves:

Coliformes totales, termotolerantes, *Escherichia coli*, Estreptococos fecales, *Salmonella spp.*, *Vibrio cholerae*, bacterias totales y Bacterias Saprófitas.

Resumen

El reconocimiento del agua como vehículo de dispersión de enfermedades data de hace mucho tiempo. Las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, son causadas por bacterias, virus, protozoarios y helmintos. Estos organismos causan enfermedades que van desde ligeras gastroenteritis hasta enfermedades graves y fatales de carácter epidémico. En vista de lo antes expuesto se pretende con este trabajo evaluar la calidad sanitaria y los riesgos que puedan representar la presencia de organismos indicadores y patógenos en las aguas de los ríos Ochomogo, Papaturro y del lago Cocibolca, además de generar información bacteriológica básica. Las concentraciones bacterianas de coliformes termotolerantes en el río Ochomogo, Papaturro y Lago Cocibolca oscilaron entre $1,00E+01$ y $2,30E+03$, $8,00E+01$ y $2,20E+05$ NMP/100 ml, no se detectaron, respectivamente. *Escherichia coli* presentó concentraciones entre < 2 y $1,70E+03$, < 2 y $7,00E+02$, no se detectaron, respectivamente. Los Estreptococos fecales oscilaron entre < 2 y $5,00E+02$, $3,30E+01$ y $5,00E+02$, no se detectaron, respectivamente. La bacteria *Vibrio cholerae* no se detectó en ninguno de los sitios estudiados. *Salmonella spp.* se detectó en el Lago Cocibolca y en el río

Papaturro. Las concentraciones de bacterias totales en los ríos Papaturro y lago Cocibolca oscilaron entre $1,16E+06$ y $3,30E+07$ respectivamente. El coeficiente de Razumov para el río Ochomogo fluctuó entre 166.31 y 32727.

Introducción

La mayoría de los cuerpos de agua superficiales del país reciben descargas de aguas residuales sin tratamiento, lo que ocasiona distintos niveles de contaminación en prácticamente todos los ríos y lagos.

Este impacto del deterioro de las aguas en Nicaragua no sólo amenaza el turismo sino también el habitat limnológico y la salud humana. Enfermedades como la hepatitis, cólera y diarrea, así como muchas de las afecciones de la piel están directamente vinculadas a la contaminación de las aguas. De ahí la importancia de evaluar la calidad de las aguas de los ríos Papaturro, Ochomogo y del Lago Cocibolca.

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos. Una persona adulta viene a excretar unos 2.000.000.000 de bacterias coliformes al día (Moreno,1991) por consiguiente, la presencia de bacterias coliformes en el agua es un indicio de que ésta puede estar contaminada con aguas

negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

Los *coliformes termotolerantes (fecales)*, que se encuentran en los intestinos de los humanos y otros animales de sangre caliente, son un tipo de bacterias coliformes. La presencia de coliformes fecales en lagos y ríos es un buen indicador de que las aguas negras han contaminado el ecosistema y por tanto, puede contener también bacterias patógenas.

Escherichia coli abunda en las heces de origen humano y animal, alcanzando en las heces recientes concentraciones de 10^9 por gramo, se halla en las aguas residuales, los efluentes tratados y todas las aguas y suelos naturales que han sufrido una contaminación fecal reciente, ya sea procedentes de seres humanos, de operaciones agrícolas o de animales y pájaros salvajes (OMS, 1995) y su presencia en el agua evidencia contaminación de origen fecal (Csuros, 1999).

Las bacterias *Streptococos fecales* son aquellas que están generalmente presentes en las heces de origen humano y animal. Los *estreptococos fecales* rara vez se multiplican en el agua contaminada y son más persistentes que *E. coli* y las bacterias coliformes. Por lo tanto, en los exámenes de la calidad del agua, sirven sobre todo como indicadores suplementarios. (OMS, 1995)

Además de los indicadores antes mencionados, se estudiaron las bacterias enteropatógenas *Salmonella spp.* y *Vibrio cholerae*, cuya presencia en agua sugiere un potencial riesgo sanitario para la salud.

Materiales y Métodos

Se realizaron muestreos en la desembocadura del río Ochomogo, (

Febrero, Marzo, Mayo y Junio) y en el río Papaturo y Lago Cocibolca (Desembocadura hacia el Río San Juan) durante los meses de Marzo y Abril de 2003. Las muestras de aguas fueron analizadas inmediatamente después de su recolección, según la metodología de APHA, Standard Methods (1999), aplicando la técnica de tubos de fermentación múltiple para la estimación de bacterias coliformes termotolerantes y *estreptococos fecales*. El conteo de bacterias saprófitas y conteo directo de bacterias fue determinado según APHA, Standard Methods (1999). Las bacterias enteropatógenas de los géneros *Salmonella spp.* y *Vibrio cholerae* fueron analizadas de acuerdo con la metodología de OPS/CIRA (1994).

Resultados y Discusión

Bacterias Indicadoras de Contaminación

Las concentraciones bacterianas de coliformes termotolerantes (gráfico 1) oscilaron entre $1,00E+01$ y $2,30E+03$ NMP/100 ml, alcanzando valores máximos de $2,30E+03$ y $1,10E+03$ NMP/100 ml para los meses de Mayo y Junio respectivamente, estos valores exceden la norma de contacto primario para coliformes fecales. Según normas del ministerio de salud Colombiano, las cuales coinciden con las normas de la EPA de EE UU, definieron que para el contacto directo y prolongado denominado técnicamente “contacto primario” como es el caso de la natación el límite es de 200 bacterias fecales por cada 100 ml.

Según OPS (1988), la medición de los coliformes fecales en forma específica constituye un mejor indicador de la contaminación por materia de origen fecal,

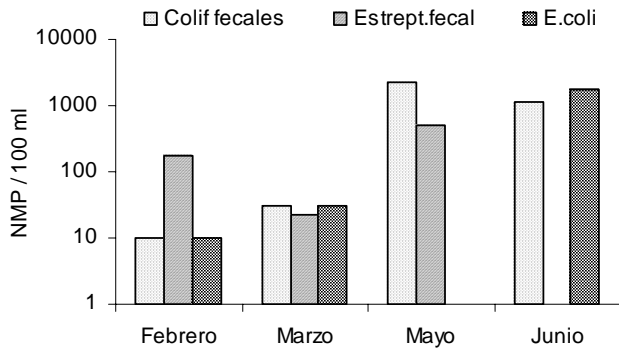


Gráfico 1. Indicadores bacterianos de contaminación en el Río Ochomogo

de tal manera, que la estimación de tales organismos brinda una indicación indirecta del riesgo que puede provenir de organismos enteropatógenos transmitidos por el agua.

Escherichia coli presentó concentraciones entre $1,00E+01$ y $3,00E+01$ NMP/100 ml para la época seca y <2 -- $1,70E+03$ NMP/100 ml para la época lluviosa.

La especie *Escherichia coli* es la más importante dentro del grupo coliformes y su presencia es indicativo de polución fecal y la posible presencia de bacterias entéricas Csuros (1999).

Los Estreptococos fecales presentaron concentraciones máximas de $1,70E+02$ y $5,00 E+02$ NMP/100 ml para los meses de

Febrero y Mayo, respectivamente. Estos valores no cumplen con el valor normal establecido para aguas de uso recreacional. La EPA refiere como valor normal 100 estreptococos fecales/ 100 ml para aguas con fines recreacionales incluyendo baño.

Los resultados bacteriológicos obtenidos en el Río Ochomogo evidencia que éste está siendo influenciado por actividades humanas y que existe una contaminación de origen fecal.

Las concentraciones de coliformes termotolerantes en el río Papaturro fluctuaron entre $8,00E+01$ y $2,20E+05$, *Escherichia coli* osciló entre <2 - $7,00E+02$, Los estreptococos fecales fluctuaron entre $3,30E+01$ y $5,00E+02$ (tabla1). Valores que exceden las normas establecidas para aguas de uso recreacional.

En el Lago Cocibolca no se detectaron los organismos indicadores de contaminación fecal. En cuanto a los Estreptococos fecales éstos no se detectaron en la salida del Lago, lo que indica que no hay una contaminación generada por residuos de origen animal. Papaturro presentó una máxima de $5,00E+02$ NMP/100 ml para el mes de Abril.

	Papaturro		Salida del Lago	
	Marzo	Abril	Marzo	Abril
Coliformes totales	$3,00E+02$	$1,60E+06$	$4,00E+00$	$1,60E+06$
Coliformes fecales	$8,00E+01$	$2,20E+05$	< 2	< 2
Estreptococos fecales	$5,00E+02$	$3,30E+01$	< 2	< 2
<i>Escherichia coli</i>	< 2	$7,00E+02$	< 2	< 2

Tabla 1. Indicadores bacterianos de contaminación en el Río Papaturro y Desembocadura del lago Cocibolca hacia el río San Juan (Salida del Lago)

Bacterias Enteropatógenas

Las bacterias patógenas llegan a los cuerpos de aguas principalmente por las descargas de aguas residuales domésticas. Pero, éstas no pueden permanecer ahí por mucho tiempo y eventualmente mueren; sin embargo, dependiendo de la clase de agua y de las condiciones que prevalezcan, varios patógenos pueden sobrevivir por un tiempo y conservar su virulencia, por lo que, los lagos, ríos y regiones del océano pueden ser peligrosas fuentes de infección. En vista de lo antes expuesto se realizaron ensayos bacteriológicos para detectar la presencia de *Salmonella spp.* y *Vibrio cholerae*.

La bacteria *Vibrio cholerae* no se detectó en ninguno de los sitios estudiados.

Salmonella spp. fue detectada en el punto denominado Salida del Lago para el mes de Abril y en el Río Ochomogo para el mes de Mayo, lo que coincide con altas concentraciones de coliformes fecales. Freeman (1983) señala que los bacilos entéricos constituyentes del gran grupo *Salmonella*, son todos patógenos en mayor o menor grado, por lo tanto los resultados nos sugieren un riesgo elevado para la salud de la población que entre en contacto con el agua del Lago en este sitio de muestreo; según la EPA (Agencia de Protección Ambiental) para aguas con fines recreacionales y baño el valor guía para *Salmonella* por cada 100 ml debe ser de cero (ausencia en 100 ml).

Salmonella spp. se aisló en ambos sitios, en ausencia de *Escherichia coli* al igual que lo reportado por (Thomson, 1981 y Wright, 1982)

Bacterias saprófitas y Bacterias totales

La mayoría de ríos, lagos y algunas áreas del océano están continuamente expuestos a la polución por basura y aguas residuales por lo que, la natural auto purificación de las aguas es extremadamente importante.

Este proceso mantiene en movimiento las sustancias contaminantes del agua para que, por ejemplo, los ríos estén razonablemente limpios nuevamente algunos kilómetros después de la ubicación de la descarga de aguas residuales. Los procesos físicos y químicos como la sedimentación y oxidación juegan un papel importante, pero el rol decisivo debe ser atribuido a procesos biológicos. Numerosos organismos vivos toman parte en este proceso, desde los pájaros, peces, larvas de insectos y protozoos, sin embargo el rol decisivo es jugado por las bacterias y hongos. Estos organismos pueden degradar los compuestos orgánicos hasta los compuestos originales que los conformaron, por lo consiguiente son capaces de llevar a cabo una completa remineralización de algunas sustancias orgánicas contaminantes Rheinheimer (1985), partiendo de esto se estudiaron las concentraciones bacterianas de bacterias totales y de bacterias saprófitas en el río Ochomogo.

Se relacionaron los valores de bacterias totales y bacterias saprófitas para obtener el coeficiente de Razumov y conocer la calidad del agua durante los diferentes periodos de muestreos.

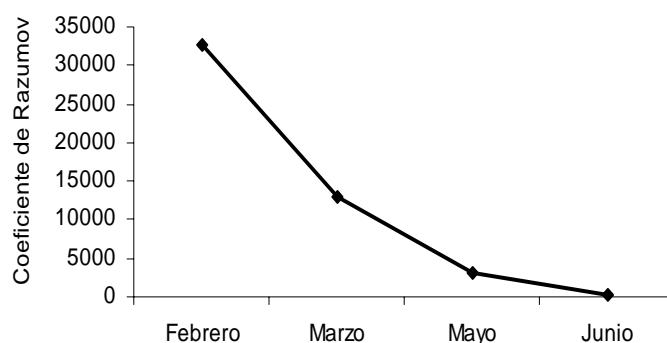


Gráfico 2. Coeficiente de Razumov del Río Ochomogo

Se denomina Coeficiente de Razumov a la relación del conteo directo de bacterias totales dividido entre el conteo de bacterias saprófitas, cuanto más alto es el coeficiente de Razumov la calidad del agua mejora significativamente. El gráfico 2. muestra que los valores de coeficiente en la época seca oscilaron entre 32727 y 12897, lo que se puede traducir como una buena calidad de agua para esta época. Estos valores coincidieron con bajas concentraciones de organismos coliformes.

Para los meses de Mayo y Junio se observa una disminución drástica del coeficiente, por consiguiente se deduce que en esta época hubo un deterioro considerable de la calidad del agua del río. Estos valores coinciden con altas concentraciones de organismos coliformes, de bacterias saprófitas y con la presencia de *Salmonella spp.*

Bacterias totales

En el gráfico 3. se observan que las concentraciones de bacterias totales en los ríos Papaturre y Salida del Lago presentan sus máximas (1.03×10^7 - 3.3×10^7) en el mes de Abril respectivamente, en general las concentraciones bacterianas oscilaron

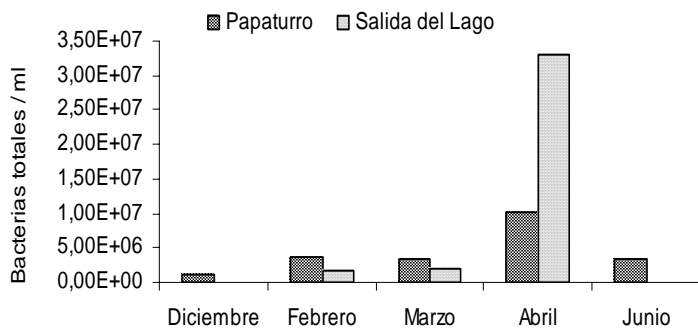


Gráfico 3. Bacterias totales en el Río Papaturre y Lago Cocibolca (Salida del Lago)

entre 1.16×10^6 y 3.53×10^6 estos valores coinciden con los reportados por Rodina (1951) y Daukshta (1967) ($2.3 - 8.2 \times 10^6$ bacterias /ml) para cuerpos de agua

eutróficos, excepto para las concentraciones bacterianas obtenidas en el mes de Abril en ambos sitios de muestreos.

Conclusiones

Los resultados bacteriológicos obtenidos en los Ríos Ochomogo, Papaturre y en el punto denominado salida del Lago evidencian que éstos están siendo influenciados por actividades humanas y que existe una contaminación de origen fecal.

La presencia de *Salmonella spp.* en el punto denominado Salida del Lago y en el Río Ochomogo, significan un riesgo a la salud de las personas que usualmente utilizan éstos sitios con fines diversos.

Salmonella spp. se aisló, en ausencia de *Escherichia coli* al igual que lo reportado por (Thomson,1981 y Wright,1982)

Según valores de coeficiente de Razumov durante la época de lluvias se observó un deterioro considerable de la calidad del agua del río Ochomogo, cuyos valores coinciden con altas concentraciones de organismos coliformes, de bacterias saprófitas y con la presencia de *Salmonella spp.*

Las concentraciones de bacterias totales en los ríos Papaturre y Salida del Lago presentaron valores que coinciden con los reportados para cuerpos de agua eutróficos.

Bibliografía

- EPA, 1976. Quality Criteria for Water, U.S. Environmental Protection Agency, Office Water Regulations and Standards, EPA 440/5-86-001, Washington DC.
- Rodina, A.G. 1951. : On the Role of some groups of bacteria in the productivity of bodies of water. Trudy Problemykh i Tematicheskikh Soveshchaniy Zod. Inst. Akad. Nauk SSSR, 1:23-33.

- Daukshta, A.S. 1976. : Data on Microbiological Investigation of some lakes in the Larvian SSR-Biol. Vnuutr. Vod, inform. Byul. No. 1:20-22 .
- Thomson, J.A. 1981. Inadecuacy of Escherichia coli as an indicator of water pollution in a tropical climate: a preliminary Study in Bostwana. S. Afr. J. Sci. 77: 44-45.
- Wright, R.C. 1982. a comparison of the levels of faecal indicator bacteria in water and human faeces in a rural area of a tropical developing country (Sierra leone).
- OPS, 1988. Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 3. Control de la Calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades. Organización Panamericana de la salud. Washington DC.
- Csuros, M.,y Csuros, S., 1999. Microbiological Examination of water and Wastewater . CRC/Lewis Publishers.
- Rheinheimer, G. 1985. Aquatic Microbiology. 13^{ra} . Ed. John Wiley and Sons. New York.
- Freeman, B.A. 1983. Tratado de Microbiología de Burrows 21^a. Ed. México D.F Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V.