

CALIDAD SANITARIA EN CUATRO TRANSECTOS DEL LITORAL OESTE DEL LAGO COCIBOLCA

Chacón, M. Carmen

RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante los meses de Junio, Noviembre de 1995 y Abril – Mayo de 1996 para llevar a cabo una evaluación sanitaria en cuatro transectos del Lago Cocibolca incluyendo la zona costera de la ciudad de Granada (zona de gran incidencia turística) con el fin de conocer los índices de contaminación fecal del Lago y generar la información básica necesaria que permitirán tomar las medidas necesarias para proteger y conservar este cuerpo de agua. Se realizaron muestreos en cuatro transectos del Lago denominados Zacate Ligue, Aduana, Laguna de oxidación y Santa Rita, con estaciones de 0, 100, 300, 600 y 900 mts. cada uno, además se muestreo un punto denominado control localizado a 9 kms. hacia el este del muelle.

Las concentraciones de estreptococos fecales variaron de < 2 a 4250, de 5 a 30000 y de < 2 a 11000. Las de coliformes fecales fueron de <2 a 57000, de 7 a 59000 y de 4 a 110000 NMP/100 ml para el 1^{ro}, 2^{do} y 3^{er} período de muestreo respectivamente. Según el coeficiente de Razumov la calidad del agua mejora significativamente a partir de las estaciones 600 metros en todos los transectos estudiados. Se determinó que el punto control mostró una excelente calidad de agua desde el punto de vista bacteriológico. Se detectó la presencia de bacterias enteropatógenas del género *Salmonellas* spp. De los grupos serológicos B, C1, C2 y E, además se aislaron bacterias *Vibrio cholerae* del serogrupo O1 (serotipos Ogawa e Inaba) y del serogrupo no O1. éstos hallazgos representan un peligro latente para la salud pública.

INTRODUCCION

En Nicaragua se ha deteriorado la calidad de las aguas continentales a tal grado que ello ha representado la pérdida de fuentes de agua potable, la eliminación de fuentes de proteínas, la introducción de agentes productores de enfermedades (patógenos, mercurio, plaguicidas, etc.) como ha ocurrido en el Lago Xolotlán. Un buen ejemplo de la degradación ambiental es el Lago Nejapa, el cual se ha secado por completo, lo que nos da una idea de la forma en que se está acelerando el desecamiento de los cuerpos de agua en nuestro país.

El Lago Cocibolca tiene indudable valor económico. Aunque todavía no existe una política estatal definida para el aprovechamiento, protección y la conservación de este Lago, se ha considerado en diferentes momentos su aplicación en muchos de los proyectos a gran escala y planes de desarrollo económico y nacionales, como por ejemplo: riego, agua potable, generación hidroeléctrica, suministro de agua para mejorar la calidad del agua en el Lago Xolotlán, construcción del canal interoceánico, pesca turismo. (Montenegro, 1994).

Este Lago no está siendo aprovechado para alguno de los usos más elementales y en cambio se está acelerando su deterioro con alguno de los usos a los que se le somete. En nuestros días, el Lago está siendo utilizado para el desarrollo de diversas actividades de producción y servicios de bajo perfil.

En los asentamientos urbanos costeros se está usando a las costas del Lago como receptores de desechos sólidos y líquidos tanto de origen domiciliar como industrial. Un caso muy grave es la descarga de las aguas negras provenientes de la ciudad de Granada y las aguas residuales de las diversas industrias asentadas en esa ciudad. Moyogalpa, Altagracia, San Jorge y otros asentamientos siguen los mismos pasos de Granada. (Montenegro, 1994)

Por lo que consideramos que las aguas del Lago Cocibolca contienen no sólo la flora bacteriana propia, sino también flora intestinal humana junto con cualquier otro microorganismo patógeno que puede ser expulsado en las heces de personas infectadas y transmisores, lo que, pudiera dar lugar a la aparición de infecciones y brotes epidémicos. A pesar de ello, se carece de la información necesaria que permita evaluar con seguridad el estado actual del Lago. Este estudio pretende determinar cual es la situación higiénica actual de la costa del Lago Cocibolca en la ciudad de Granada, así como evaluar la calidad del agua a través del coeficiente de Razumov el que se puede definir como un indicador de reacción a las sustancias orgánicas alóctonas (CIRA,1997). Además se pretende determinar a que distancia de la costa da inicio el proceso de autopurificación.

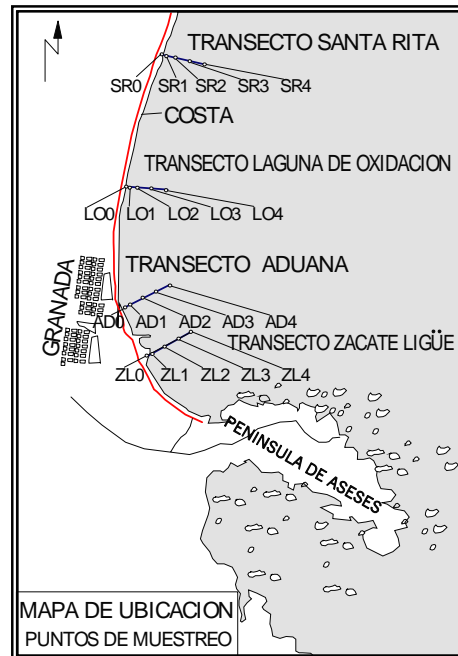
Para cumplir los objetivos del estudio se utilizaron indicadores bacteriológicos (coliformes fecales y estreptococos fecales), los cuales proveen evidencia definitiva de polución fecal (Barbas,1986)

También se utilizó el conteo de colonias saprófitas y el conteo total de bacterias, las cuales juegan un papel importante en el proceso de degradación de sustancias orgánicas y por tanto para el potencial de autopurificación en las aguas. (Razumov,1932)

AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en el litoral Oeste del Lago Cocibolca en cuatro transectos de muestreo denominados Zacate Lique (ZL), Aduana (AD), estos dos transectos constituyen los desagües de los arroyos hacia el Lago que llevan el mismo nombre. Laguna de Oxidación (LO) y Santa Rita (SR) con 5 estaciones de muestreos cada uno ubicadas a 0, 100, 300, 600 y 900 metros y codificadas como ZL0, ZL1, ZL2, ZL3 y ZL4 para todos los transectos.

Por razones de comparación se seleccionó un punto de control (CTL) alejado de la zona costera ubicado a 9.4 Kms. al Este del muelle de granada, durante los meses de Junio, Noviembre de 1995 y Abril- Mayo de 1996.



MATERIALES y METODOS

Las muestras de agua fueron analizadas inmediatamente después de su recolección según la metodología de APHA, Standard Methods (1992), aplicando la técnica de tubos de fermentación múltiple para la estimación de bacterias coliformes fecales y estreptococos fecales.

El conteo de bacterias saprófitas y conteo directo de bacterias fue determinado según APHA, Standard Methods (1992).

Las bacterias enteropatógenas de los géneros *Salmonella* spp. y *Vibrio cholerae* fueron analizadas de acuerdo con la metodología de CIRA, 1994.

Para el aislamiento de *Salmonella* spp. se utilizaron Caldos peptona bufferada para el preenriquecimiento y caldos de Rappaport Vassiliadis y Selenito para el enriquecimiento, además se utilizaron medios selectivos de Agar BPLS, Hektoen y Bismuto Sulfito en los que se seleccionaron las colonias sospechosas de pertenecer al género *Salmonella* y se sometieron a pruebas bioquímicas y estudio antigénico.

Para el aislamiento de *Vibrio cholerae* se utilizó caldo de peptona alcalino como medio de enriquecimiento y medios selectivos de Agar TCBS y Agar de extracto alcalino en los cuales se seleccionaron las colonias sospechosas de pertenecer a la especie *Vibrio cholerae* y se sometieron a pruebas de diferenciación primaria en AH Kligler Y AHL (Agar con hierro y lisina), pruebas de oxidasa, cordón. A todas las colonias que dieron una reacción positiva se les practicó pruebas bioquímicas y estudio antigénico.

RESULTADOS Y DISCUSION:

Estreptococos fecales

Según la United State Environmental Protection Agency (EPA), 1986 el valor máximo de estreptococos fecales en aguas dulces que puedan tener uso recreacional es de 33 bacterias enterococos fecales /100 ml. La (fig.1) mostró que el transecto Zacate Ligue para el mes de Junio de 1995 presentó las concentraciones más altas en las estaciones 0 metros con 1500 y la estación 100 mts con 4250 NMP/100 ml. mejorando la calidad del agua a partir de la estación 600 metros

A excepción del transecto ZL en los demás se observaron densidades dentro del rango de 2 a 72 NMP/100 ml.

APHA, 1992 sugiere que la presencia de estreptococos fecales en aguas es evidencia de polución fecal.

Según valor guía para los indicadores estreptococos fecales los valores detectados en las estaciones 0 y 100 mts del transecto Zacate Ligue lo califican como no apto para uso recreacional, lo mismo sucede para la estación 0 metros en Aduana, la que presentó un valor de 72 NMP/100 ml.

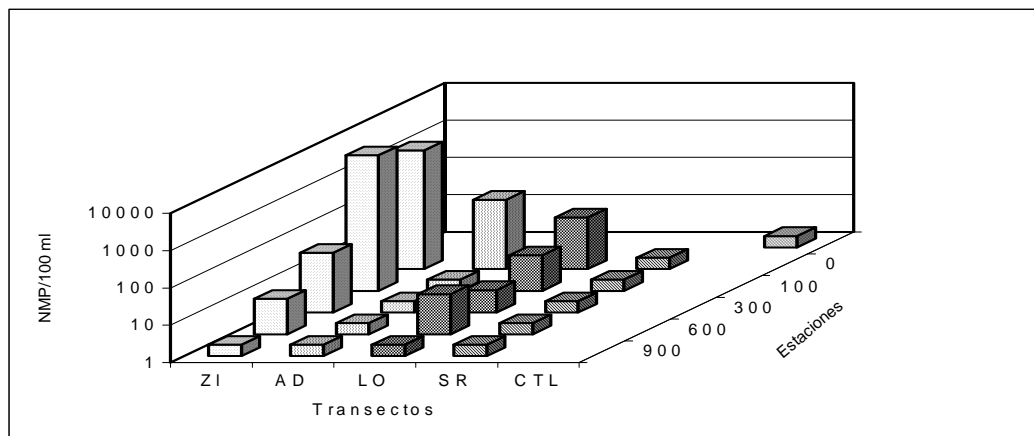


fig.1 Estreptococos fecales del Lago Cocibolca I muestreo (Junio 1995)

La (fig. 2) mostró valores sumamente altos para el mes de Noviembre de 1995 en las estaciones 0, 100 y 300 metros en todos los transectos estudiados, los que oscilaron entre 30000 y 55 NMP/100 ml.

Es evidente que la calidad del agua mejoró a partir de la estación 600 metros a excepción del transecto Zacate Ligue el cual aún a 900 mts mostró valores de 74 NMP/ 100 ml. Las densidades bacterianas de estreptococos fecales detectadas para este segundo muestreo entre las estaciones 0 y 100 mts estuvieron entre 1.3×10^3 y 1.0×10^4 las que se encuentran en el rango $10^4 - 10^7$ Según Moreno, 1991 estos valores son coincidentes con la composición típica de aguas residuales urbanas.

Los estreptococos fecales al igual que los coliformes fecales, son los testigos de la contaminación fecal, de tal manera que la detección constante de estos organismos en el Lago Cocibolca confirman un alto grado de contaminación de origen fecal.

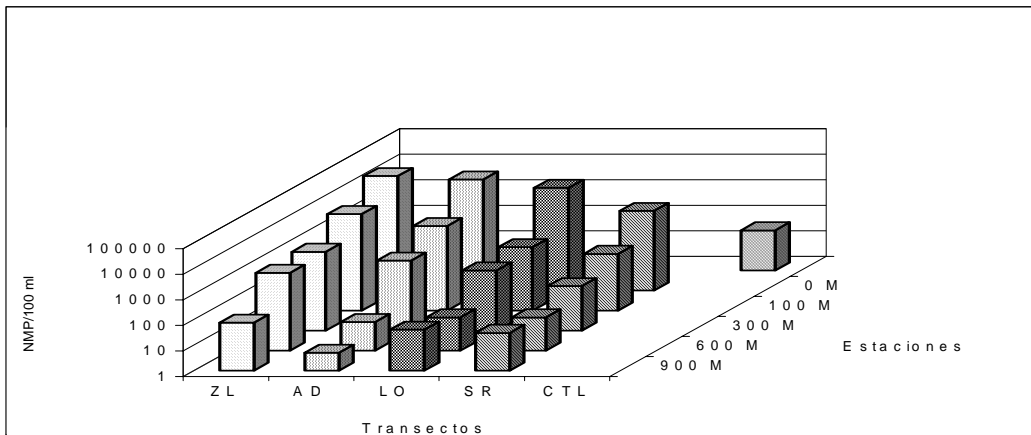


fig. 2 Estreptococos fecales del Lago Cocibolca II muestreo (Noviembre 1995)

La (fig. 3) durante el muestreo de Abril – Mayo de 1996 mostró los valores más altos en las estaciones 0 metros con densidades bacterianas de 11000 y 1600 NMP/100 ml para los transectos LO y SR respectivamente y concentraciones de 5000 y 220 NMP/100 ml para LO y SR respectivamente en la estación de muestreo 100 mts.

Los demás transectos analizaron presentaron valores entre 2 y 20 NMP/100 ml.

En conclusión se puede decir que las densidades bacterianas de estreptococos fecales detectadas en las estaciones 0 y 100 metros de los transectos ZL, AD, LO y SR sobrepasan los límites recomendados por la United State Environmental Protection Agency, presentando una condición no apta para el uso recreacional.

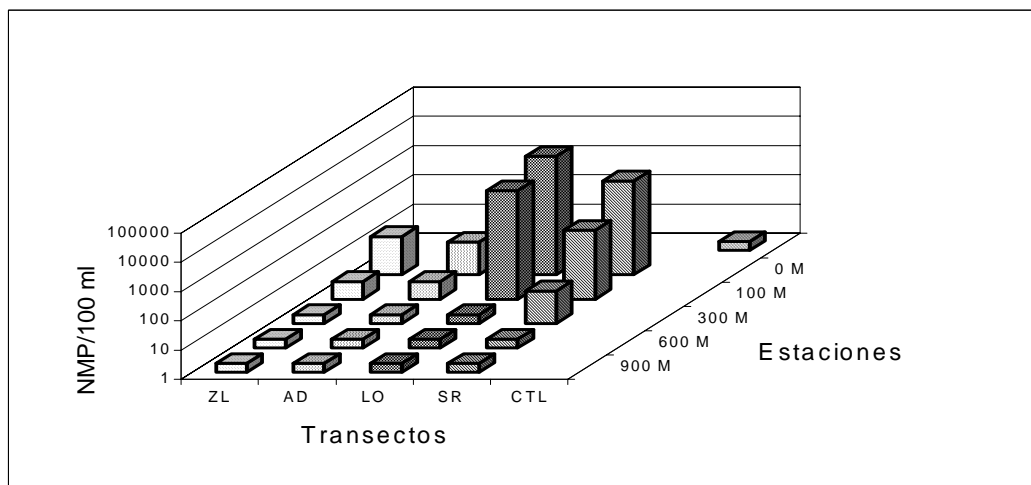


fig.3 Estreptococos fecales del Lago Cocibolca III muestreo (Abril-Mayo1996)

Coliformes fecales

Según Hammer, 1975 en aguas para uso que tendrán contacto con el cuerpo y recreación en general los valores de coliformes fecales como límite máximo deben ser de 200 coliformes fecales/100 ml.

La (fig. 4) mostró durante el muestreo de Junio de 1995 que el transecto AD a 0 metros presentó el valor más alto con 57000 NMP/100ml.

En el transecto ZL desde 0 a 900 metros, se observaron valores altos entre 2300 y 130 NMP/100 ml respectivamente, en cuanto al transecto LO éste presentó valores entre 650 y 275 desde 0 a 600 metros. respectivamente, Santa Rita mostró valores entre 2 y 29 NMP/100 ml.

OPS, 1988 sugiere que la medición de los coliformes fecales en forma específica constituye un mejor indicador de la contaminación por materia de origen fecal.

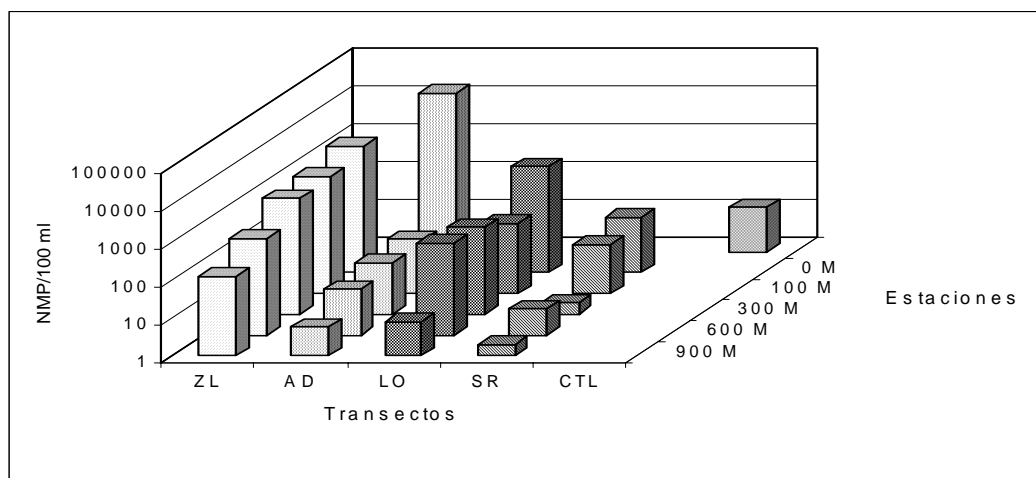


fig. 4 Coliformes fecales del Lago Cocibolca I muestreo (Junio 1995)

La (fig.5) mostró que todos los transectos de muestreo y en sus diferentes estaciones presentaron concentraciones bacterianas sumamente altas que oscilaron entre (59000 – 200 NMP/100 ml) a excepción del transecto Aduana a 600 y 900 metros que presentó concentraciones de 82 y 7 NMP/100 ml respectivamente.

AWWA, 1978 sugiere que en aguas polutas, las bacterias coliformes son encontradas en densidades proporcional al grado de polución fecal, cuando miembros del grupo coliforme están presentes, otras clases de microorganismos capaces de causar enfermedades también pueden estar presentes.

Es evidente que para esta fecha de muestreo la zona más frecuentada representó un peligro eminente para la salud, por cuanto los valores obtenidos no coinciden con los establecidos para aguas destinadas al uso recreacional.

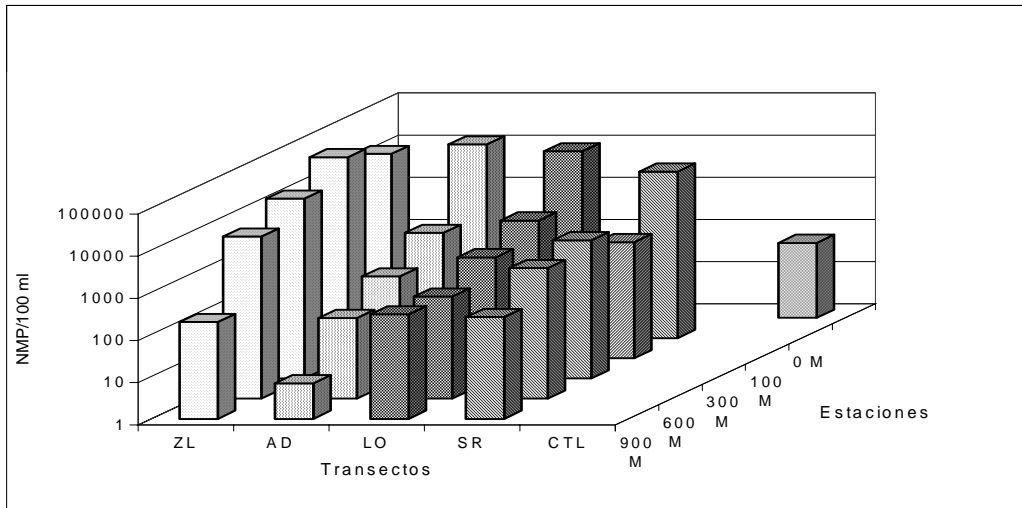


fig. 5 Coliformes fecales del Lago Cocibolca II muestreo (Noviembre 1996)

La (fig.6) mostró en Abril – Mayo de 1996 que todos los transectos estudiados en las estaciones 0 metros presentaron concentraciones entre 300 y 110000 NMP/100 ml, éstos valores evidencian una fuerte contaminación de origen residual en la costa del Lago.

Los transectos LO y SR presentaron valores de 30000 y 1700 NMP/100 ml respectivamente, en la estación 100 mts.

Las altas concentraciones de organismos coliformes fecales detectadas en las estaciones 0 y 100 mts sugieren la presencia de otras bacterias enteropatógenas las que representan un riesgo y una alta probabilidad de que se de la aparición de infecciones y brotes epidémicos.

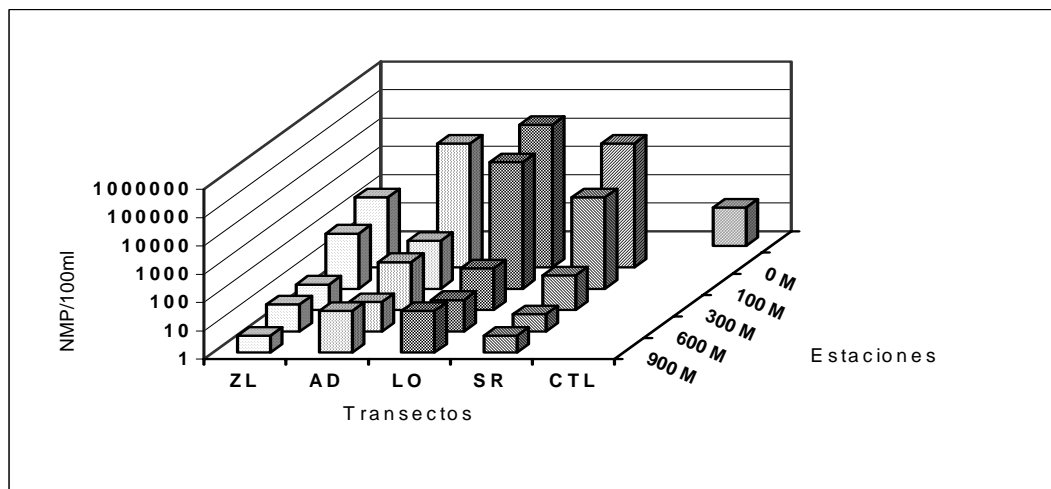


fig.6 Coliformes fecales del Lago Cocibolca III muestreo (Abril- Mayo 1996)

Coefficiente de Razumov

A la relación del conteo directo de bacterias totales dividido entre el conteo de bacterias saprófitas se ha denominado coeficiente de Razumov, cuanto más alto es el coeficiente de Razumov la calidad del agua mejora significativamente. La (fig.7) mostró al punto control con el coeficiente más alto, lo cual indica que la calidad del agua en comparación con los demás puntos estudiados es mejor, además se observa que en las estaciones de muestreo 600 y 900 metros para todos los transectos de muestreo el coeficiente de Razumov es mayor, lo que se puede traducir como una tendencia a mejorar la calidad del agua.

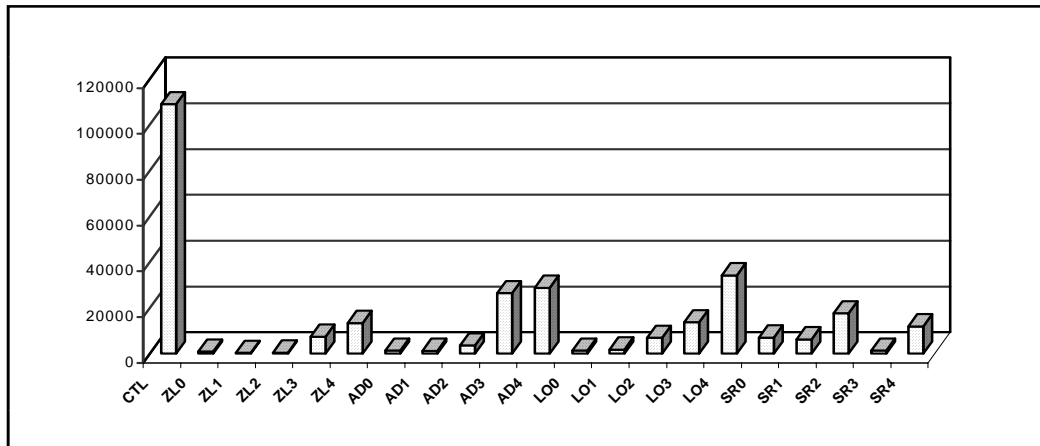


fig. 7 Coeficiente de Razumov Lago Cocibolca I muestreo (Junio 1995)

La (fig.8) mostró una tendencia muy similar a la presentada en la fig.7 el punto control mostró el coeficiente más alto en comparación con los demás transectos analizados, además se observa una tendencia a subir a partir de la estación 100 metros, sin embargo se aprecia una marcada irregularidad en los transectos AD, LO y SR en las diferentes estaciones de muestreo lo que pudo haber sido influenciado por las corrientes internas y el viento.

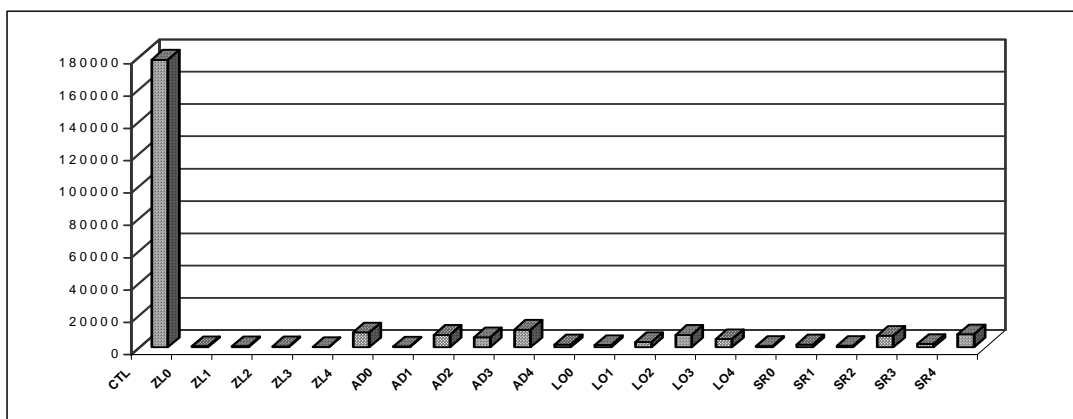


fig. 8 Coeficiente de Razumov Lago Cocibolca II muestreo (Noviembre 1995)

Enteropatógenos

Durante el primer período de muestreo se detectó la presencia de *Vibrio cholerae* del grupo serológico O1 (serotipo Inaba y Ogawa), (tabla 1). Según algunos autores dentro del serogrupo O1, la habilidad para producir toxina colérica (TC) es una determinante esencial de virulencia. Además se aislaron cepas del grupo NO O1 los que son ocasionalmente asociados con enfermedades diarreicas esporádicas, epidemias limitadas de diarreas e infecciones extra intestinales, de tal manera que la presencia de éstos organismos enteropatógenos representan un serio peligro para la salud pública. En cuanto a *Salmonella*, esta no se aisló, algunos investigadores sugieren que el agua no constituye un buen medio de cultivo, por lo tanto la multiplicación y supervivencia de los gérmenes patógenos es escasa, lo que explica que por lo general las epidemias hídricas sólo se producen cuando no media mucho tiempo entre el momento de la contaminación y el consumo del agua, pues en este caso los gérmenes están expuestos durante menos tiempo a los mecanismos naturales de depuración.

Durante el segundo período de muestreo no se detectó la bacteria *Vibrio cholerae*, lo cual no significa que esta bacteria no halla estado presente, algunos investigadores sugieren que las bacterias enteropatógenas en ambientes acuáticos pueden ser viables, pero no cultivables. En cuanto a *Salmonella spp.* Se aislaron cepas de los grupos serológicos B, C2 y E, (tabla 2). Según Freeman, 1983 los bacilos entéricos constituyentes del gran grupo *Salmonella*, son todos patógenos en mayor o menor grado

Para el tercer muestreo se aislaron cepas de *Salmonella* de los grupos C1, C2, B, E. y cepas de *Vibrio cholerae* del grupo serológico NO O1 (tabla3).

Tabla 1

I muestreo Junio de 1995		
	<i>Salmonella spp</i>	<i>Vibrio cholerae</i>
K	No se aisló	No se aisló
ZL 0m	No se aisló	No se aisló
ZL 100m	No se aisló	6 NO O1
AD 0m	No se aisló	1 Inaba 1 NO O1
AD 100m	No se aisló	2 Ogawa
LO 0m	No se aisló	1 NO O1
LO 100m	No se aisló	2 NO O1 1 Ogawa
SR 0m	No se aisló	1 NO O1
SR 100 m	No se aisló	1 Ogawa

Tabla 2

II muestreo Noviembre de 1995		
	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Vibrio cholerae</i>
K	No se aisló	No se aisló
ZL 0m	1 Gpo. B, 1 C2, 8 E	No se aisló
ZL 100m	No se aisló	No se aisló
AD 0m	2 Gpo. B 1 C2	No se aisló
AD 100m	No se aisló	No se aisló
LO 0m	No se aisló	No se aisló
LO 100m	No se aisló	No se aisló
SR 0m	2 <i>Salmonella spp.</i>	No se aisló
SR 100m	No se aisló	No se aisló

Tabla 3

II muestreo Abril- Mayo 1996		
	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Vibrio cholerae</i>
K	No se aisló	No se aisló
ZL 0m	No se aisló	3 NO O1
ZL 100m	No se aisló	No se aisló
AD 0m	No se aisló	NO se aisló
AD 100m	No se aisló	3 NO O1
LO 0m	4 Gpo. C1, 1B, 1E	No se aisló
LO 100m	No se aisló	No se aisló
SR 0m	5 Gpo. E 1C2, 2 C1, 1spp.	No se aisló
SR 100m	2Gpo. C1, 1spp., 5C1	NO se aisló

CONCLUSIONES

Las concentraciones más altas tanto de coliformes fecales como de estreptococos fecales, fueron detectadas en las estaciones cero y cien metros (costa del Lago) en todos los transectos estudiados, lo que evidencian contaminación de origen fecal y califican la costa del Lago como no apta para el uso recreacional.

La calidad del agua, según coeficiente de Razumov mejora significativamente a partir de las estaciones 600 metros en todos los transectos estudiados.

Se detectó la presencia de *Vibrio cholerae* tanto del serogrupo O1 (serotipos Ogawa e Inaba) como del serogrupo no O1 en las estaciones 0 y 100 metros (costa del Lago).

Se detectó la presencia de *Salmonellas spp.* de los grupos B, C1, C2 y E En las estaciones 0 y 100 metros (costa del Lago).

El punto control mostró, según análisis bacteriológicos una excelente calidad de agua desde el punto de vista bacteriológico

La fuente principal de contaminación coliforme en la costa del Lago Cocibolca la constituyen las descargas de aguas residuales que drenan libremente a través de los arroyos sin ser sometidas previamente a tratamiento.

BIBLIOGRAFIA

- Apha, wef, awwwa, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18^{va} ed. Washington, D.C. American Public Health Association (APHA) American Water Works Association (AWWA) Water Environment Federation (WEF).
- Awwa, 1978. Simplified Procedures for Water Examination. Denver, Colo. American Water Works Association.
- Barbas, S. 1986. Monitoring Natural Waters for drinking Water Quality. WHO Statq. 39: 32-45
- Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA, 1994). Manual de procedimientos para el aislamiento e identificación de bacterias enteropatógenas en aguas naturales. Managua, Nicaragua.
- Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA, 1997). Informe Final. Proyecto de las bases científico-técnicas y sociales para la formulación de un plan de saneamiento de Granada y su área de influencia.
- Freeman, B.A. 1983. Tratado de Microbiología de Burrows 21^a. Ed. Mexico D.F. Nueva editorial Interamericana, S.A. de C.V.
- Hammer, M.J. 1975. Water and Waste – Water Technology. John Wiley & Sons, Inc.
- Kusnesow, S.I. 1959. Die Rolle der Mikroorganismen im Stoffkreislauf der Seen. Berlin, Deutscher Verlag d. Wissenschaften.
- Moreno, M.D. 1991. Depuración por lagunaje de Aguas Residuales. Manual de operadores. Madrid, España. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones Ministerio de Obras Públicas y Transporte.
- Montenegro, S. 1994. El Agua Origen de Vida. Características generales del Lago Cocibolca Granada, Nicaragua.
- Ops. 1988. Guías para la calidad del agua potable. Volumen 3. Washington. D C, 20037, EUA.
- Environmental Protection Agency. 1986. Ambient Water Quality Criteria for bacteria 1986. EPA -440/5-84-002, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.