

## Evolución Trófica del Lago Cocibolca

**Ramón E. García Galán**, Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, CIRA-UNAN, Managua. TEL. 2786981-2. [ergal1@hotmail.com](mailto:ergal1@hotmail.com).  
**Silvia Hernández**. CIRA-UNAN. [silvaniaelena@hotmail.com](mailto:silvaniaelena@hotmail.com).

**Palabras claves:** Estado trófico, nutrientes, fitoplancton, clorofila-a, biomasa, lagos.

### Resumen

Se realizaron análisis de datos fisicoquímicos y biológicos del fitoplancton de muestreos realizados en 1994, 1997, 2002 y 2003 por investigadores del CIRA-UNAN en diferentes puntos del Lago Cocibolca. Los resultados revelan un incremento en los niveles de nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno a partir de 1994 y hasta el 2003. El progresivo enriquecimiento orgánico del Lago Cocibolca está produciendo cambios cuantificables en su condición trófica expresada en un aumento de la biomasa algal (Clorofila-a), una disminución en el número de taxa y una evidente dominancia de especies fitoplanctónicas tolerantes a los cambios tróficos. Una conclusión importante de este análisis es que, de acuerdo a la aplicación del Índice de Estado Trófico de Carlson, el lago Cocibolca se cataloga, actualmente, como un lago eutrófico. Esta condición podría llevar a este importante cuerpo de agua a un deterioro de la calidad de sus aguas.

### Introducción

El “estado trófico” de los lagos es un concepto fundamental en la ordenación y aprovechamiento de estos. Expresa la relación entre la cantidad de nutrientes en un lago y el crecimiento de la materia

orgánica en el mismo. El enriquecimiento de las aguas con nutrientes inorgánicos que son importantes para el crecimiento del fitoplancton y otras plantas acuáticas se conoce como Eutrofización. Eutrofización es, entonces, el proceso de cambio de un estado trófico a otro de nivel superior por adición de nutrientes. El enriquecimiento de nutrientes de las aguas produce un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los cuerpos de agua, generando residuos orgánicos que, al descomponerse, consumen gran parte del Oxígeno disuelto y de esta manera pueden afectar la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la flora y la fauna. Si bien la eutrofización se produce de forma natural, normalmente está asociada a fuentes antropogénicas de nutrientes.

El lago Cocibolca recibe una radiación solar promedio de 1500  $\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}/\text{d}$ . El rango de profundidad máxima de visión observado en el Lago Cocibolca, utilizando un disco Secchi, durante 2002-3 fue de 0,60 a 0,80 m, lo cual sugiere que la zona eufótica es reducida. En la última década, investigaciones realizadas por el CIRA han demostrado que las aguas del Lago Cocibolca han recibido cantidades excesivas de nutrientes, específicamente nitrógeno y fósforo en forma de  $\text{NO}_2$

y  $P_2O_5$  (Fig. 2), con respecto del aporte natural, por los vertidos urbanos e industriales y el arrastre de abonos agrícolas. El enriquecimiento progresivo de las aguas del Cocibolca, está produciendo un crecimiento cada vez más alto de la biomasa fitoplanctónica, una menor diversidad de especies de algas y la dominancia de especies de cianofíceas, en este caso, *Cylindrospermopsis raciborskii*, conocida como tolerante a las condiciones derivadas del enriquecimiento orgánico en los lagos.

En el presente documento se analiza la situación trófica del Lago Cocibolca con énfasis en los cambios producidos en la calidad de sus aguas por el incremento de nutrientes, producto de las actividades humanas en su cuenca.

### Métodos.

La metodología utilizada para la medición de los parámetros físico – químicos se llevo a cabo según el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20<sup>th</sup> ed. 1999, Rodier, J. (1981) Análisis de las aguas Naturales, Residuales y Agua de mar, Jonsson, E. (1966). The determination of kjeldahl nitrogen in natural water. Vattenhygien pp 10-14, Kolthoff, I.M. and Sandell, E.B. 1963. Textbook of quantitative inorganic analysis. 3<sup>rd</sup> ed. New York, p 597. (Anexos Tabla 1). El balance de los aniones y cationes fue analizado con menos del 5 % de error.

El análisis cualitativo del fitoplancton se realizó por el método de observación directa utilizando un microscopio compuesto Laborlux D.

El fitoplancton fue identificado de acuerdo a claves. La biomasa del fitoplancton fue calculada como clorofila-a (Método de Nusch y Palme, 1975) y peso húmedo (método de Utermoethl, 1958).

### Área de Estudio

El Lago Cocibolca (Fig.1), es el depósito de agua dulce más grande de la región y uno de los veinte lagos más grandes del planeta. Es de origen tectónico y tiene una superficie de 8264 Km<sup>2</sup> y un volumen de 94 Km<sup>3</sup>. Drena al Océano Atlántico a través del Río San Juan el cual recorre 200 Km desde su origen. El lago Cocibolca tiene una profundidad media de 12.5 m y su cuenca tiene una extensión de 15,844 Km<sup>2</sup>. Este lago forma parte de la cuenca nominada como cuenca 69 que incluye al Lago Xolotlán y el Río San Juan. Sobre los suelos de su cuenca, muchas actividades económicas y sociales se han desarrollado durante la última centuria produciendo grandes cambios en el uso del suelo.

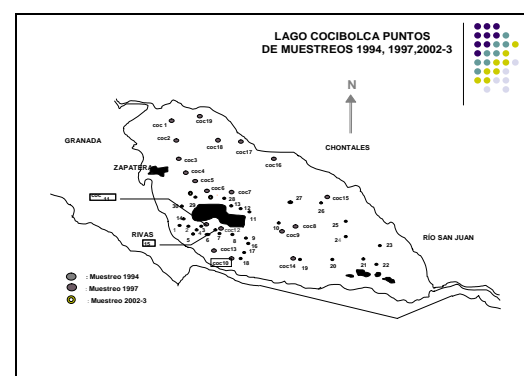


Fig.1 Mapa del lago Cocibolca, mostrando los puntos de muestreo en 1994, 1997 y 2002-3.

### Resultados y Discusión

#### Nutrientes

El flujo de los nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno,

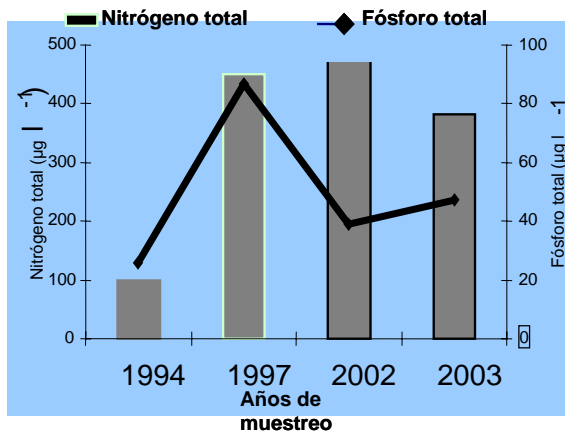


Fig. 2. Valores de Nitrógeno Total y Fósforo Total reportados en el Lago Cocibolca. 1994-2003

hacia el Lago Cocibolca, en el tiempo, desde 1994 hasta el 2003, experimentó un incremento según se refleja en la gráfica No. 2

Los parámetros más importante y responsables de la condición actual del lago son los niveles de nitrógeno total y fósforo total. El registro de los últimos 9 años, muestra que la concentración de nitrógeno total ha incrementado tres veces (1994:  $100 \mu\text{g l}^{-1}$ ; 2003:  $382 \mu\text{g l}^{-1}$ ) y la concentración de fósforo total se ha duplicado (1994:  $26 \mu\text{g l}^{-1}$ ; 2003:  $47 \mu\text{g l}^{-1}$ ) Fig. 2. En los años 2002-2003, la concentración media del fósforo total en la columna de agua del Lago Cocibolca vario entre 12 y  $67 \mu\text{g l}^{-1}$  (Mejía, com.per., 2003). Concentraciones de fósforo total, con valores por encima de  $0.030 \text{ mg. l}^{-1}$  ( $30 \mu\text{g l}^{-1}$ ) califican este cuerpo de agua como un lago eutrófico (Wetzel, 1983). En este mismo período se encontró que la forma del fósforo asimilable por el fitoplancton, el ortofosfato, no se encontró en cantidades detectables por los métodos aplicados. Estos resultados sugieren que los nutrientes que entran al sistema son utilizados por el fitoplancton tan pronto como éstos están disponibles (alta tasa de asimilación). Las variaciones en la

concentración de nutrientes parecen explicar, los cambios en la composición y abundancia de las especies fitoplanctónicas en el Lago Cocibolca.

### Consecuencias del Enriquecimiento orgánico.

Como una consecuencia directa del enriquecimiento orgánico se han sucedido cambios en la estructura de la comunidad fitoplanctónica del Lago Cocibolca. Los resultados indican que se ha producido un incremento de la biomasa algal (expresada como clorofila-a y peso húmedo) a partir del año 1994 hasta el presente. El incremento continuo de la biomasa del fitoplancton ha ido acompañado de una reducción en la riqueza de especies (Fig.3), y en la dominancia de especies resistentes a los cambios fisicoquímicos generados por la eutrofización (Fig, 4).

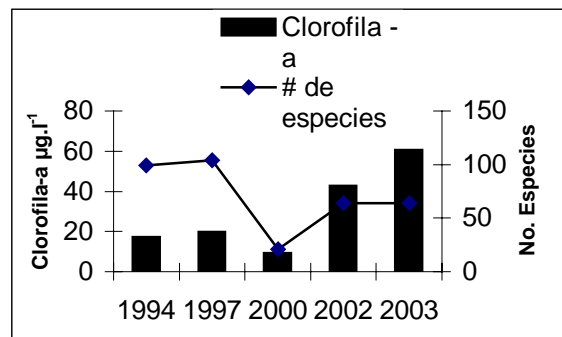


Fig. 3. Valores de Clorofila-a y número de especies del Fitoplancton en el Lago Cocibolca.

En el año 1994 la comunidad algal del lago Cocibolca, estuvo conformada por 99 especies (Hernández, com.per., 1994) y en el año 1997 se reportaron 104 especies (Rivas, K. 1997). En los años 1994 y 1997 no se encontró evidencia de dominancia específica. Estos resultados contrastan con los encontrados en los años 2002 y 2003 en los cuales se reportó un menor número de especies (64), (Chow, com.per. 2003), lo que

sugiere una creciente reducción de la diversidad específica del fitoplancton con un predominio de la Cyanophyta.

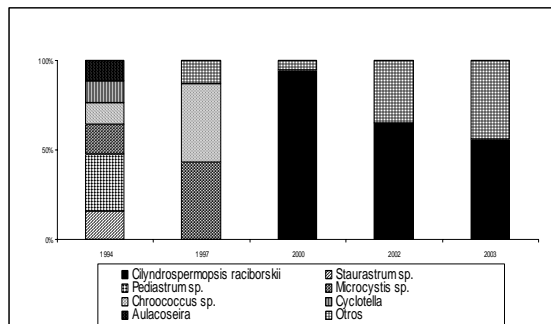


Fig.4. Porcentaje de especies del fitoplancton en el Lago Cocibolca.

En los años 2002-2003 es fácil identificar la existencia de una dominancia numérica de una especie en particular, *Microcystis aeruginosa* del grupo de las Cyanophyta que también fue el grupo Fig. 4. Aporte porcentual de especies fitoplanctónicas a la biomasa total en el L. Cocibolca predominante con respecto de las Bacillariophyta y Chlorophyta. Un elemento importante es que la biomasa algal ha experimentado un aumento excesivo en los últimos años (Fig.3). La especie reportada como responsable de este aumento fue *Cylindrospermopsis raciborskii*.

La presencia dominante de especies como *Microcystis aeruginosa* y *Cylindrospermopsis raciborskii* en el Lago Cocibolca podría producir efectos nocivos a la calidad del agua, dado su potencial tóxico para el ser humano y otros seres vivos.

### Estado Trófico del lago Cocibolca.

Análisis llevados a efecto en 1994 y 1997 por investigadores de CIRA-UNAN, concluyen que en ese momento se consideraba como un ecosistema de nivel II Mesotrófico-eutrófico, basado en la baja

prevalencia de algas verde-azules y una relativa mayor diversidad de especies con respecto de otros sistemas lacustres.

Como consecuencia de los cambios que el sistema ha venido experimentando a través de los últimos años, el Lago Cocibolca fue clasificado para el año 2003 como un lago eutrófico, basado en el Índice de Estado Trófico de Carlson ,TSI>50, (Tabla 1).

### Conclusión

El Lago Cocibolca ha recibido cantidades excesivas de nutrientes orgánicos (Fósforo y Nitrógeno) en los últimos diez años, pasando de un estado Mesotrófico-Eutrófico en el año 1994, a un estado eutrófico de elevada productividad para el año 2003. Este cambio trófico se ve reflejado en los cambios en la estructura de las comunidades biológicas y el incremento de la biomasa.

### Bibliografía

- Hernández, S. 2001. Fluctuaciones de cianobacterias en lagos nicaragüenses y posibles implicaciones ecológicas por presencia de toxinas. Documento no publicado, disponible en el CEDOC del CIRA-UNAN.
- Jonsson, E. (1966). The determination of kjeldahl nitrogen in natural water. Vattenhygien pp 10-14,
- Kolthoff, I.M. and Sandell, E.B. 1963. Textbook of quantitative inorganic analysis. 3<sup>rd</sup> ed.

Rodier, J. (1981) Análisis de las aguas Naturales, Residuales y Agua de mar

Rivas, K.1997.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20<sup>th</sup> ed. 1999 York, p 597.

Wetzel R.G., 1983. Limnology 2<sup>a</sup>. Edition. Philadelphia: Saunders Collage Publishing.