

DIATOMEAS COMO INDICADORES BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL LAGO COCIBOLCA

Silvia Elena Hernández González y Marta Guerrero Avilés

RESUMEN

Se aplicó el modelo matemático DAIPo (Índice de Asociación de Diatomeas para la Contaminación Orgánica) para evaluar la calidad del agua en el Lago Cocibolca en dos tipos de hábitats, plancton y sedimento; utilizando a las diatomeas como indicadores biológicos de la contaminación orgánica. Se identificaron 43 especies en las muestras del plancton y 51 especies en el sedimento. Las especies encontradas con mayor abundancia y frecuencia pertenecen al género *Aulacoseira* con las siguientes especies: *A. ambigua*, *A. granulata*, *A. distans* y *A. islandica*. *A. ambigua* demostró ser una especie dominante en ambos hábitats, por el contrario *A. granulata* fué dominante en el sedimento. Subdominaron con estas especies *Cyclotella pseudostelligera* y *Navicula cryptotenella*, aunque su frecuencia de aparición no fué constante en todos los sitios de muestreo. Los resultados en base al DAIPo reflejan que el grado de contaminación del lago se encuentra entre alfa y betamesosapróbico, lo cual revela la existencia de una contaminación orgánica progresiva en el Lago Cocibolca.

INTRODUCCION

Cuando se produce una alteración en el medio acuático se origina un cambio en la dominancia de especies, que condiciona la presencia o ausencia de algunas de ellas. Este cambio de especies ocurre cuando un cuerpo de agua recibe una descarga de aguas residuales procedentes de vertidos urbanos, agrícolas e industriales. El impacto de esta contaminación altera la composición de especies, provocando un descenso en la diversidad de especies.

Los organismos vivos son utilizados como indicadores biológicos y son verdaderos elementos integradores de la calidad del agua. Los indicadores biológicos son utilizados para detectar la existencia de condiciones que son complejas de interpretar y resultan de una multitud de factores difíciles de medir directamente.

La dominancia cuantitativa de un grupo de especies puede dar buenas indicaciones de las características naturales del agua en una estación de muestreo (Descy, 1979). Por lo tanto la estimación del grado de polución del agua puede ser calculado en base a la abundancia relativa numérica de las especies.

El Lago Cocibolca presenta pocos estudios sobre la comunidad de diatomeas. El primer trabajo lo realizó Swain (1966), en el cual reportó 9 géneros. Posteriormente INPESCA (1986), en su evaluación para los recursos pesqueros identifica 13 especies de diatomeas.

El objetivo de este estudio es utilizar la presencia y abundancia relativa de las especies de diatomeas para establecer comparaciones entre dos tipos de hábitats plancton y sedimento del lago Cocibolca, basado en el Índice de Asociación de Diatomeas para la Contaminación Orgánica (DAIPo) modelo matemático desarrollado por Watanabe *et al.* 1988, con el fin de determinar la calidad del agua.

Para evaluar la calidad del agua se establecieron cuatro zonas biológicas de evaluación según (Kolkwitz y Marsson, 1908).

Zona polisapróbica: es la zona intensamente poluta ó de más reciente polución.

Zona mesosapróbica alfa: (mesosapróbica aguda) caracterizada por aguas mediamente polutas o que ya han experimentado un cierto grado de autodepuración.

Zona mesosapróbica beta: (mesosapróbica blanda) constituida por aguas débilmente polutas o que ya han experimentado un grado acentuado de estabilización de los compuestos orgánicos a consecuencia de la autodepuración.

Zona oligosapróbica: zona no poluta o que ya ha pasado por todo el proceso de autodepuración.

Las diatomeas fueron clasificadas dentro de 3 grupos ecológicos; taxa tolerante, taxa indiferente y taxa intolerante, los cuales fueron cambiados posteriormente por los siguientes grupos:

- taxa tolerante - especies saprófilas
- taxa indiferente - especies eurysapróbicas
- taxa intolerante - especies saproxenas

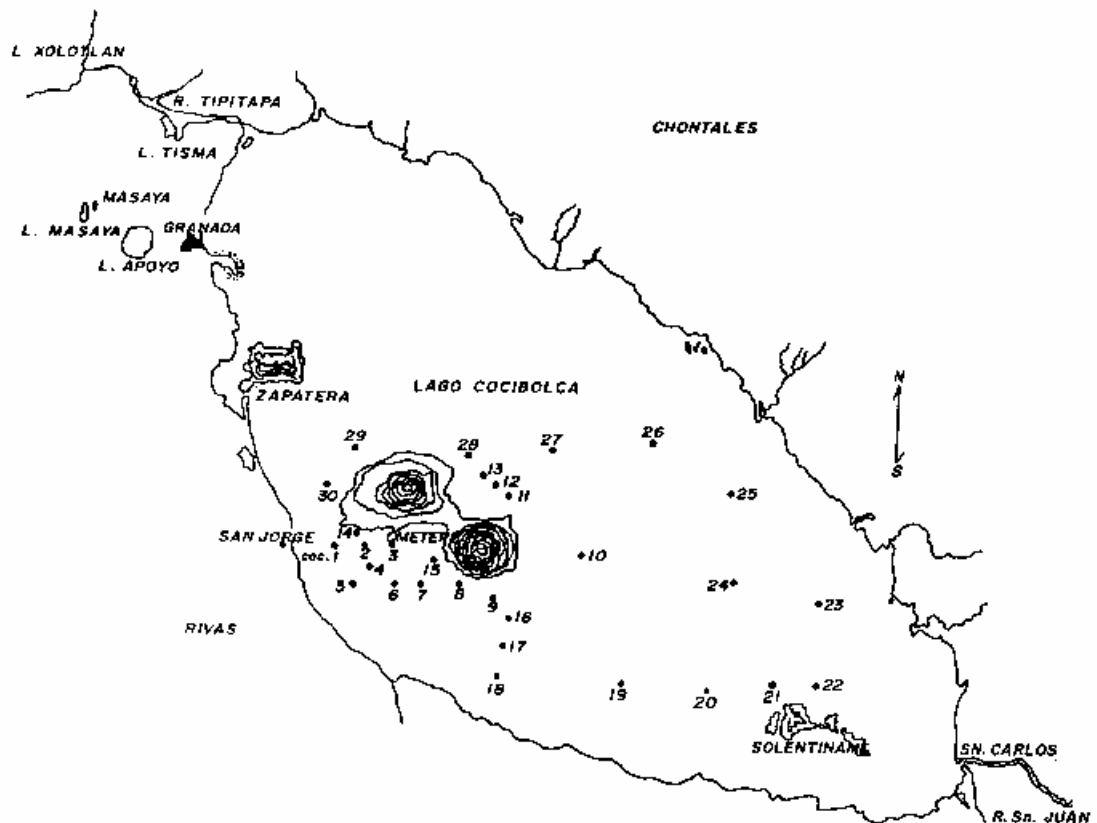


Fig. 1 ESTACIONES DE MUESTREO EN EL LAGO COCIBOLCA

METODOS

Se muestrearon 30 estaciones del Lago Cocibolca entre el 17 y 19 de Mayo de 1994 (Fig. 1). El área de estudio representa la zona afectada por la aparición de peces muertos en esta fecha.

Las muestras de fitoplancton fueron tomadas con una red de 25µ de luz de malla en 26 puntos. Cada muestra fue concentrada por centrifugación a 1500 rpm, posteriormente fueron digeridas con peróxido de hidrógeno a 100°C.

Las muestras de sedimento se tomaron con una draga Van Veen con una área de captura de 305.8 cm², a excepción del punto 9 donde debido al tipo de sedimento, se utilizó una draga Ponar con un área de captura de 565.02 cm². Para la oxidación de las diatomeas se utilizó el método según Barber & Haworth, 1981. La cantidad de sedimento utilizado fue entre 20 y 40 gr. de cada muestra.

Para el montaje de las placas fijas se utilizó naphrax como medio de inclusión. Los organismos fueron contados en un microscopio compuesto Leitz, modelo Diaplan.

Para obtener la abundancia relativa de las diatomeas del plancton y sedimento, se contó el número de individuos de cada especie y se dividió entre el número total de individuos de la muestra. Para estimar la calidad del agua se aplicó el DAIPo (Índice de Asociación de Diatomeas para la Contaminación Orgánica) basado en la abundancia relativa numérica de las especies. La ecuación utilizada fue la siguiente:

$$DAIPo = 100 - \sum S(i) - \frac{1}{2} \sum E(j)$$

S(i) : Abundancia relativa de las especies saprófilas

E(j) : Abundancia relativa de las especies eurysapróbicas

RESULTADOS Y DISCUSION

Diatomeas del plancton

Se encontraron cuarenta y tres especies de diatomeas fitoplanctónicas en el Lago Cocibolca, dominando las diatomeas centrales. La tabla 1 muestra el total de las especies encontradas. Las especies con mayor frecuencia de aparición en los 26 puntos de muestreo pertenecen al género *Aulacoseira*, entre ellas están: *A. ambigua*, *A. granulata*, *A. distans* y *A. islandica*.

Aulacoseira ambigua, fue la especie dominante, la cual presentó mayor abundancia relativa en los puntos 9 (66%), 23 (50.5%) y 26 (61.33%).

Aulacoseira granulata, especie muy común, presentó valores mayores al 20 % de abundancia relativa en los puntos 7 (21.86%), 12 (29.9%), 13 (26.04%), 17 (26%), 18 (20.51%) y 19 (20.1%).

Otras especies importantes fueron: *Cyclotella pseudostelligera*, *Nitzschia palea*, *Fragilaria crotonensis*, *Surirella biseriata*, *Achnanthes minutissima* y *Navicula cryptotenella*. Según Michels (1998), reporta esta última especie tolerante a la contaminación.

Hooker (1994), reporta a *Cyclotella meneghiniana* y *Aulacoseira islandica* como las especies más comunes, coincidiendo con este reporte en que *A. islandica* fue una especie muy común.

C. meneghiniana y *Fragilaria pinnata* var. *trigona* fueron también dos especies muy frecuentes en este lago, aunque se encontraron en menor grado de dominancia.

ESPECIES	PLANCTON	SEDIMENTO	
<i>Achnanthes exigua</i>	*	*	
<i>Achnanthes inflata</i>	a	*	
<i>Achnanthes minutissima</i>	***	*	
<i>Achnanthes sp.</i>	a	*	
<i>Amphora ovalis</i>	*	*	
<i>Amphora veneta</i>	a	*	
<i>Amplipleura lindheimeri</i>	a	*	
<i>Aulacoseira ambigua</i>	****	****	
<i>Aulacoseira distans</i>	****	****	
<i>Aulacoseira granulata</i>	****	****	
<i>Aulacoseira islandica</i>	****	****	
<i>Aulacoseira italica</i>	a	*	
<i>Biddulphia laevis</i>	a	*	
<i>Caloneis sp.</i>	*	a	
<i>Cocconeis placentula</i>	*	*	
<i>Coccinodiscus sp.</i>	a	*	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	**	***	
<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	***	***	
<i>Cymbella sp.</i>	a	*	
<i>Cymbella tumida</i>	a	*	
<i>Ephitemia zebra</i>	*	*	
<i>Eunotia sp.</i>	a	*	
<i>Fragilaria brevistriata</i>	*	a	
<i>Fragilaria capucina</i>	**	**	
<i>Fragilaria construens</i>	*	a	
<i>Fragilaria crotonensis</i>	***	**	
<i>Fragilaria leptostauron</i>	*	***	
<i>Fragilaria leptostauron var. dubia</i>	*	**	
<i>Fragilaria pinnata var. trigona</i>	*	***	
<i>Fragilaria ulna</i>	**	*	
<i>Gomphonema affine</i>	*	*	
<i>Gomphonema brasiliense</i>	*	*	
<i>Gomphonema parvulum</i>	*	*	
<i>Gyrosigma sp.</i>	*	*	
<i>Navicula confervacea</i>	a	*	
<i>Navicula cryptotenella</i>	***	***	
<i>Navicula cuspidata</i>	a	*	
<i>Navicula geoepertiana</i>	a	*	
<i>Navicula meneghiniana</i>	a	*	
<i>Navicula pupula</i>	*	*	
<i>Navicula sp.</i>	*	*	
<i>Nitzschia acicularis</i>	**	**	
<i>Nitzschia amphibia</i>	**	*	
<i>Nitzschia claussi</i>	*	a	
<i>Nitzschia denticula</i>	a	*	
<i>Nitzschia dissipata</i>	*	a	
<i>Nitzschia fonticula</i>	**	*	
<i>Nitzschia palea</i>	**	**	
<i>Nitzschia sp.</i>	a	*	
<i>Nitzschia tryblionella</i>	*	a	
<i>Opehora sp.</i>	*	*	
<i>Pinnularia sp.</i>	*	a	
<i>Plagiotropis lepidoptera var. proboscidae</i>	*	*	
<i>Pleurosira laevis</i>	*	a	**** Dominante
<i>Rhopalodia parallela</i>	*	a	*** Subdominante
<i>Surirella biseriata</i>	***	**	** Escasa
<i>Surirella biseriata var. constricta</i>	**	*	* Muy escasa
<i>Surirella robusta</i>	*	*	a Ausente
<i>Terpsinoe musica</i>	a	*	

Tabla 1. Lista de las especies encontradas en el plancton y sedimento del Lago Cocibolca.

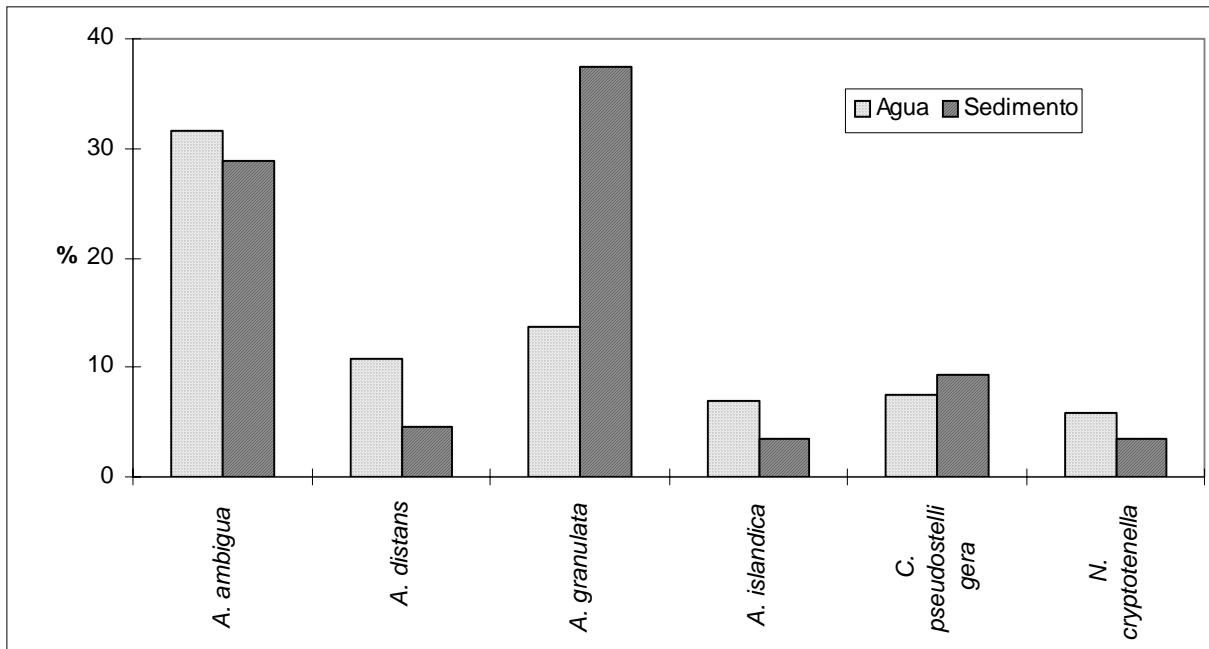


Fig. 2 Aporte porcentual de las especies de diatomeas mas abundantes en 30 puntos del Lago Cocibolca, 1994.

Diatomeas del sedimento

Un total de cincuenta y una especies de diatomeas se encontraron en el sedimento del Lago Cocibolca. Las especies más abundantes al igual que en el plancton pertenecen al género *Aulacoseira*, entre ellas: *A. ambigua* y *A. granulata*. Igualmente *C. pseudostelligera* le siguió en dominancia a estas dos especies. Otras especies presentes en menor frecuencia fueron *A. islandica*, *C. meneghiniana* y *N. cryptotenella*.

Aulacoseira granulata, fué la especie dominante en el 67% de los puntos muestreados, ocupando el primer lugar. Esta presentó su menor porcentaje de abundancia en el punto 1 (16%) y su mayor valor en el punto 8 (58%). El género *Aulacoseira* es planctónica, el cual por sedimentación desaparece de la columna de agua y se deposita en el sedimento.

Aulacoseira ambigua, fué una especie muy importante, dominando en el plancton y sedimento, ocupó el segundo lugar en importancia, presentando los valores más altos de abundancia relativa en los puntos 1 (49%) y 5 (44%). Posiblemente esto se debe a que estos puntos son los más cercanos a la costa en donde la incidencia de los desechos orgánicos que llegan al lago, favorece el crecimiento de esta especie, como una respuesta a la alteración del medio. Trifonova & Davydova (1983), encontraron que la especie *Melosira ambigua* ahora *A. ambigua* dominó en los sedimentos del lago mesotrófico Krasnoya (Istmo de Karelian), subdominando con la especie *Melosira granulata* conocida actualmente como *A. granulata*.

La fig. 2 muestra los valores promedio de abundancia relativa de las especies más abundantes y frecuentes encontradas en ambos hábitats.

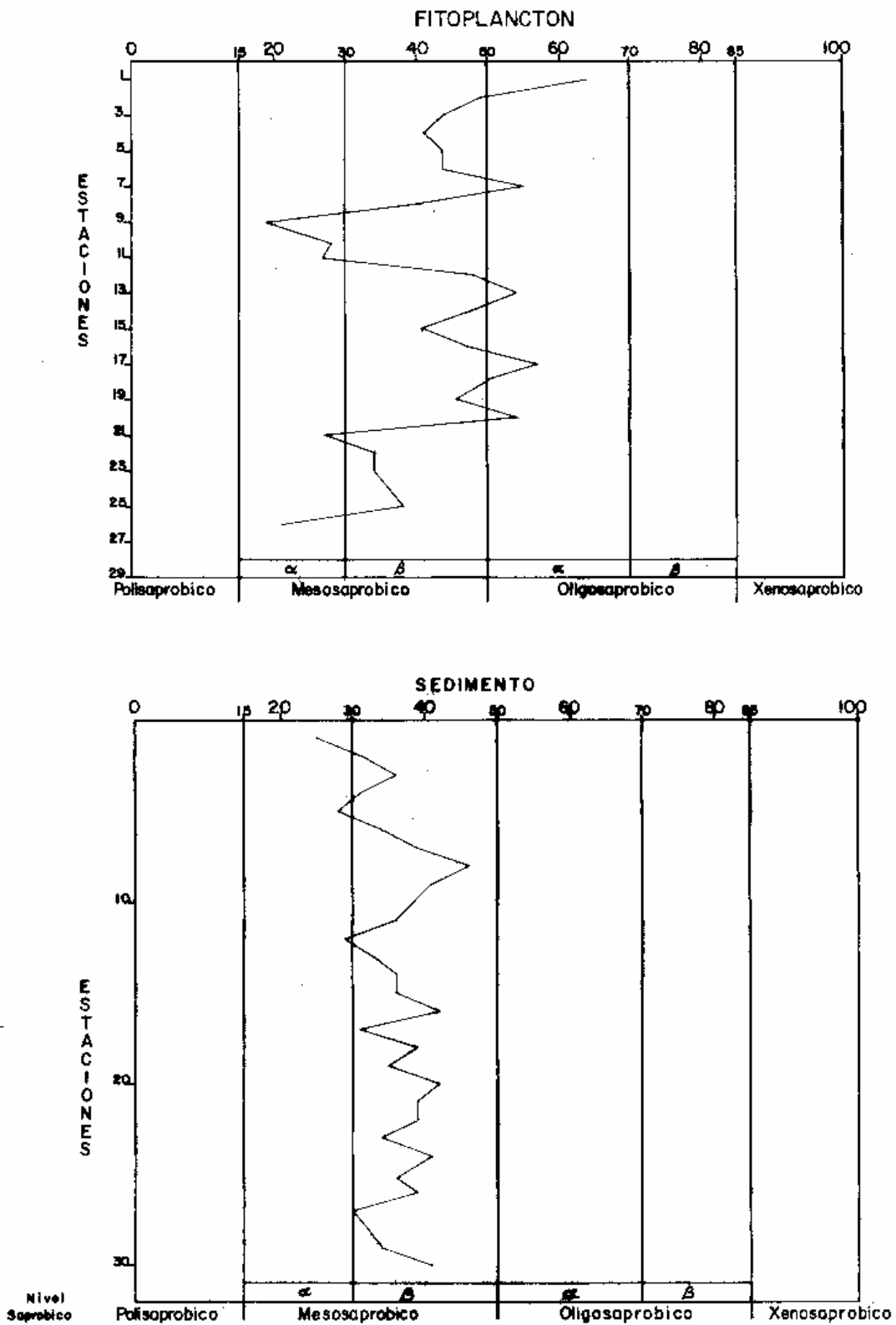


Fig. 2 La Calidad del Agua basado en los valores del DAIPo.

DAIPO Y NIVEL SAPROBICO

A través de la aplicación del DAIPo basado en la abundancia relativa de cada una de las especies, se determinó el nivel trófico del agua en el Lago Cocibolca. La fig.3 muestra la calidad del agua en base a los valores calculados por el DAIPo en cada una de las estaciones de muestreo.

Según la composición y abundancia relativa de las especies de diatomeas presentes en el fitoplancton, se observa que la calidad del agua se encuentra entre alfamesosaprobico y alfaoligosaprobico. En cambio según los valores calculados a través del DAIPo en base a la abundancia relativa de las diatomeas del sedimento, se observa claramente que la calidad del agua se encuentra entre alfa y betamesosaprobico, reportando los valores más bajos en el punto 1 y 5, lo cual demuestra que la mayor dominancia de un grupo de organismos en este caso *A. ambigua* y *A. granulata* refleja la baja calidad del agua, revelando la existencia de una contaminación orgánica progresiva en el Lago Cocibolca.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se encontró que el género *Aulacoseira* dominó en todos los sitios de muestreo con dos especies representativas *A. ambigua* y *A. granulata*.

La dominancia de estas dos especies refleja la baja calidad del agua a consecuencia de la contaminación orgánica a que está sometido el lago.

Según la aplicación del DAIPo, el nivel de contaminación del lago se encuentra entre alfa y betamesosaprobico, revelando la existencia de una contaminación orgánica progresiva.

BIBLIOGRAFIA

- Barber, H. G. & E. Y. Haworth, 1981. A guide to the morphology of the Diatom Frustule. Freshwater Biological Association. Scientific Publication No. 44 England, p. 105 - 109.
- Descy, J. P. 1979. A New Approach to Water Quality Estimation Using Diatoms. Nova Hedwigia - Beiheft 64
- Guerrero, A. , M. 1993. Estudio comparativo de las Diatomeas del litoral en el Lago Cocibolca y Xolotlán. III Congreso Latinoamericano de Ficología en Mexico. Del 17 al 23 de octubre, 1993.
- Hooker, E. 1994. Informe Técnico CIRA. Composición de especies y distribución horizontal de la biomasa del fitoplancton en el Lago Cocibolca.
- INPESCA, 1986. Evaluación de los recursos pesqueros del Lago de Nicaragua. Taller Internacional sobre ecología y manejo de peces en lagos y embalses. COPESCAL. Documento técnico 4, Roma.
- Kolkwitz y Marsson, 1908. en Patrick, R. 1984. Diatom as Indicators of Changes in Water Quality. 8th Diatom Symposium.
- Michels, A. 1998. Effects of sewage water on diatoms (Bacillariophyceae) and water on diatoms streams in Costa Rica, Rev. Biol. Trop. 46 Suppl. 6: 153 - 175.
- Swain, F. M. 1966. Bottom Sediments of Lake Nicaragua and Lake Managua, Western Nicaragua. Investigación de la Ictyofauna or Nicaragua Lakes. Edited by Thomas B. Thorson. p. 53-71.
- Trifonova, Y. S. & N. N. Davydova. 1983. Diatoms in the plankton and sediments of two lakes of different trophic type. Hidrobiologia 103. 265-268.
- Watanabe, et al. 1986. Saprophilous and Eurysaprobic Diatom Taxa to Organic Water Pollution and Diatom Assemblage Index (DAIPo) Diatom, 2, 23–73.