

# IMPORTANCIA ECOLOGICA DE LA COMUNIDAD ALGAL EN EL LAGO COCIBOLCA

Rivas Navarrete, Karla Patricia

## RESUMEN

Con el fin de conocer la importancia ecológica de la comunidad algal en cuanto al estado trófico del Lago Cocibolca se estudió la composición, abundancia y distribución del fitoplancton. Las muestras fueron colectadas de 49 estaciones, en dos expediciones: 30 puntos en Mayo 1994 y 19 puntos en Junio 1997. Los grupos dominantes, con un aporte de más del 50% a la biomasa peso fresco fueron: Chlorophyta en 9 estaciones y Cyanophyta en 15. Los principales representantes de Chlorophyta fueron: *Staurastrum sp* y *Pediastrum simplex* y por Cyanophyta: *Chroococcus turgidus* y *Microcystis aeruginosa*. Una clara prevalencia de esta última se observó en todas las estaciones de la expedición de 1997. Los valores de biomasa peso fresco oscilaron entre 0.95 - 6.94 mg L<sup>-1</sup> para Mayo 1994 y 2.06 y 5.19 mg L<sup>-1</sup> para Junio 1997. Los máximos y mínimos de biomasa clorofila-a fueron: 23.67 y 11.81 µg L<sup>-1</sup> en Mayo 1994; 28.86 y 11.1 µg L<sup>-1</sup> en Junio 1997. La distribución horizontal del fitoplancton fue homogénea. Se notó un incremento en la carga de nutrientes entre el primer y segundo muestreo. El fósforo en Mayo 1994 varió entre 6 y 42 µg L<sup>-1</sup> y 51 y 165 µg L<sup>-1</sup> en Junio 1997. Igual comportamiento tuvo el nitrógeno total con concentraciones más altas en Junio 1997 con un valor promedio de 224 µg L<sup>-1</sup>, en comparación con 1994 con un promedio de 94.8 µg L<sup>-1</sup>. La baja diversidad de especies y la prevalencia de algas verde azules, ubican al ecosistema en un nivel II Mesotrófico a Eutrófico.

## INTRODUCCIÓN

Bajo condiciones estables de los ecosistemas, especialmente en ecosistemas tropicales, las comunidades fitoplanctónicas tienden a alcanzar un rango de fluctuación muy bajo, tanto en su composición y abundancia como en su distribución y variación estacional. Cualquier cambio en los parámetros que afectan el ecosistema acuático o que son parte de él, pueden producir cambios en el comportamiento del fitoplancton. Una causa importante que produce cambios evidentes y pronunciados en las comunidades algales es el aporte de nutrientes en niveles anormales, llevados al sistema por la descarga de aguas residuales domésticas, industriales y agrícolas. Los conocimientos adquiridos a través del estudio del comportamiento del fitoplancton contribuye a definir una imagen del estado trófico de un cuerpo de agua. En el Lago Cocibolca la comunidad algal, como en todo sistema acuático, juega un rol fundamental, no solo en la producción piscícola sino también en la dinámica de las condiciones ambientales del lago. Un incremento en la producción piscícola tiene que ser el resultado de una mayor disponibilidad de alimento proveniente de la comunidad algal. Sin embargo, un aumento descontrolado de las densidades poblacionales del fitoplancton puede provocar graves inconvenientes para el equilibrio trófico del lago. En los peces produce obstrucción de las agallas que impiden el intercambio gaseoso; enrarecimiento del oxígeno en las proximidades del fondo afectando directamente la

comunidad béntica y mortalidad de peces por la putrefacción de las algas después de una floración algal, son algunos de los eventos que podrían suceder en este cuerpo de agua. En el presente estudio se pretende examinar la importancia ecológica de la comunidad algal en el Lago Cocibolca a través del análisis de la composición taxonómica, la determinación cuantitativa, expresada como biomasa, el aporte porcentual por división y la distribución horizontal del fitoplancton.

## METODOS

Para estudiar el comportamiento del fitoplancton del Lago Cocibolca se recolectaron muestras de 49 estaciones, en dos expediciones. Las muestras de la primera expedición se colectaron en 30 estaciones durante los días 17, 18 y 19 de Mayo de 1994, entre la Isla de Ometepe y el Archipiélago de Solentiname. En la segunda expedición se tomaron muestras en 19 estaciones en los días 12, 13 y 14 de Junio de 1997, entre los Departamentos de Chontales y Granada Fig.1.

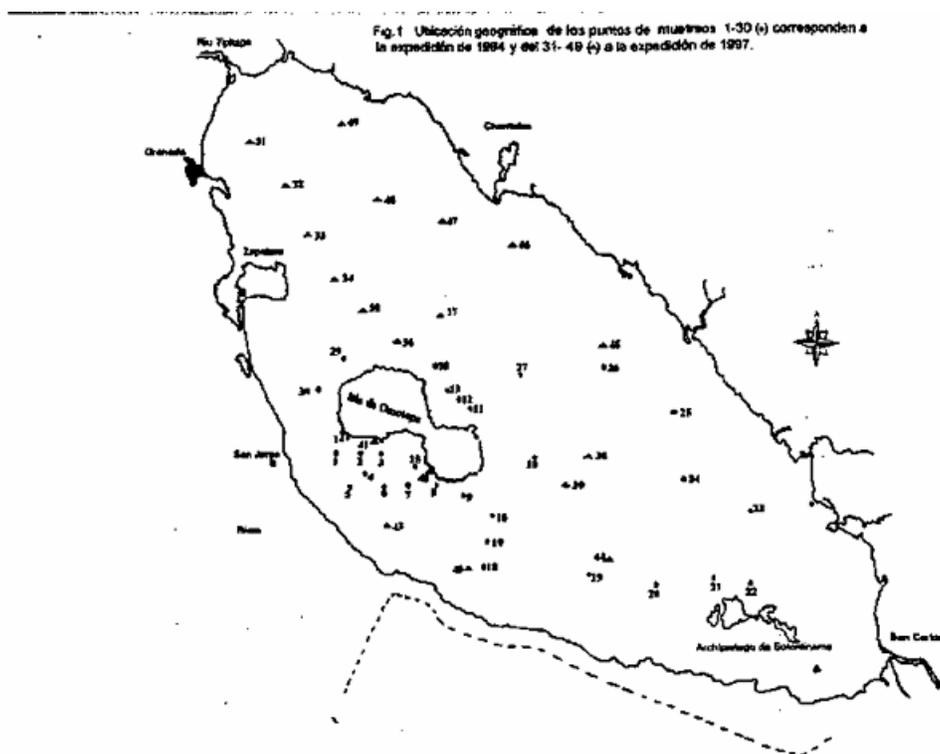


Fig. 1 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo: 1-30 corresponden a la expedición de 1994 y del 31-49 a la expedición de 1997.

Las muestras para el análisis cualitativo del fitoplancton, se captaron con una red de plancton de 25 $\mu$  de luz de malla. Los organismos se clasificaron hasta el nivel de especie siempre que fue posible, se realizó utilizando un microscopio compuesto Leitz a 40 y 100x de magnificación y de acuerdo con las claves taxonómicas de Huber-Pestalozzi 1961, 1982, 1983 y Bourelly 1985. Para el análisis de biomasa Peso Fresco y Clorofila-a, se colectaron las muestras con un captador Van Dorn de 2.5 litros de capacidad a 0.5 y 3 metros de profundidad. Se utilizó una muestra integrada de 300ml (150ml de cada profundidad), para obtener los resultados de

biomasa de la primera expedición. Los datos utilizados para la segunda expedición, fueron los promedios de los resultados obtenidos a 0.5 y 3 metros de profundidad. La abundancia del fitoplancton fue estimada por conteo directo en cámaras de sedimentación (Uthermöhl 1958). La biomasa peso-fresco fue calculada utilizando la técnica de biovolumen. Los pigmentos fotosintéticos (clorofila-a) se extrajeron con etanol 95% según el método de Nusch & Palme (1975).

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **Composición y Distribución del fitoplancton**

Se identificó un total de 104 especies pertenecientes a 59 géneros (Tabla 1).

La División Chlorophyta aportó el 50 % de las especies encontradas, 28% pertenecen a la División Bacillariophyta, 15% fue aportado por la División Cyanophyta; la Clase Dinophyceae y las Divisiones: Cryptophyta y Euglenophyta solamente aportaron en conjunto el 7%. La riqueza de especies del Lago Cocibolca fue ligeramente menor que la encontrada en el Lago Xolotlán, del cual se reportaron 120 especies (Hooker y col. 1991). Estos resultados soportan la teoría de que la diversidad de las especies del fitoplancton no aumenta con el área, sino que por el contrario disminuye (Hutchinson 1967).

Tabla 1 Aporte porcentual de los grandes grupos del fitoplancton y la especie dominante en las 49 estaciones.

Pto.	Grupo	Aporte %	Especie dominante	Pto.	Grupo	Aporte %	Especie dominante
1	Bacillariophyta	34 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	13	Cyanophyta	44 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Chlorophyta	33 %	<i>Staurastrum sp.</i>		Bacillariophyta	31 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
	Cyanophyta	30 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>		Chlorophyta	19 %	<i>Dictyosphaerium sp.</i>
2	Chlorophyta	35 %	<i>Tetraedron sp.</i>	14	Cyanophyta	55 %	<i>Chroococcus sp.</i>
	Cyanophyta	32 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>		Chlorophyta	26 %	<i>Staurastrum sp.</i>
	Bacillariophyta	28 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Bacillariophyta	17 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
3	Chlorophyta	42 %	<i>Pediastrum simplex</i>	15	Chlorophyta	57 %	<i>Pediastrum duplex</i>
	Bacillariophyta	32 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Cyanophyta	19 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Cyanophyta	22 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>		Bacillariophyta	13 %	<i>Aulacoseira islandica</i>
	Chlorophyta	67 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>	16	Chlorophyta	38 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>
	Cyanophyta	18 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>		Cyanophyta	34 %	<i>Chroococcus sp.</i>
	Bacillariophyta	13 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Bacillariophyta	24 %	<i>Aulacoseira islandica</i>
5	Bacillariophyta	57 %	<i>Aulacoseira islandica</i>	17	Chlorophyta	71 %	<i>Pediastrum duplex</i>
	Cyanophyta	19 %	<i>Chroococcus sp.</i>		Cyanophyta	19 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Chlorophyta	18 %	<i>Staurastrum sp.</i>		Bacillariophyta	8 %	<i>Aulacoseira ambigua</i>
6	Chlorophyta	60 %	<i>Pediastrum simplex</i>	18	Chlorophyta	62 %	<i>Pediastrum duplex</i>
	Cyanophyta	21 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>		Cyanophyta	17 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Bacillariophyta	13 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Bacillariophyta	10 %	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>
7	Cyanophyta	52 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>	19	Bacillariophyta	35 %	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>
	Chlorophyta	22 %	<i>Gymnodinium sp.</i>		Cyanophyta	32 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Bacillariophyta	15 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Chlorophyta	13 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>
8	Chlorophyta	48 %	<i>Pediastrum simplex</i>	20	Chlorophyta	48 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>
	Cyanophyta	31 %	<i>Chroococcus sp.</i>		Cyanophyta	31 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Bacillariophyta	12 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Bacillariophyta	13 %	<i>Aulacoseira ambigua</i>
9	Cyanophyta	44 %	<i>Chroococcus sp.</i>	21	Cyanophyta	46 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Chlorophyta	42 %	<i>Gymnodinium sp.</i>		Chlorophyta	43 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>
	Bacillariophyta	9 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Bacillariophyta	4 %	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>
10	Chlorophyta	55 %	<i>Pediastrum simplex</i>	22	Chlorophyta	48 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>
	Cyanophyta	32 %	<i>Chroococcus sp.</i>		Cyanophyta	28 %	<i>Chroococcus sp.</i>
	Bacillariophyta	9 %	<i>Aulacoseira islandica</i>		Bacillariophyta	18 %	<i>Aulacoseira ambigua</i>
11	Bacillariophyta	36 %	<i>Aulacoseira islandica</i>	23	Chlorophyta	51 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>
	Chlorophyta	31 %	<i>Pediastrum duplex</i>		Cyanophyta	36 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Cyanophyta	28 %	<i>Chroococcus sp.</i>		Bacillariophyta	11 %	<i>Aulacoseira ambigua</i>
12	Cyanophyta	40 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>	24	Chlorophyta	35 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>
	Chlorophyta	40 %	<i>Tetraedron sp.</i>		Cyanophyta	34 %	<i>Chroococcus sp.</i>
	Bacillariophyta	16 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Bacillariophyta	16 %	<i>Aulacoseira ambigua</i>

Pto.	Grupo	Aporte %	Especie dominante	Pto.	Grupo	Aporte %	Especie dominante
25	Chlorophyta	63 %	<i>Pediastrum duplex</i>	38	Cyanophyta	58 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Cyanophyta	21 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>		Bacillariophyta	22 %	<i>Aulacoseira distans</i>
	Bacillariophyta	3 %	<i>Aulacoseira distans</i>		Chlorophyta	13 %	<i>Pediastrum simplex</i>
26	Cyanophyta	44 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>	39	Cyanophyta	54 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Chlorophyta	40 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>		Bacillariophyta	26 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
	Bacillariophyta	3 %	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>		Chlorophyta	11 %	<i>Öocystis lacustres</i>
27	Chlorophyta	55 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>	40	Cyanophyta	48 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Cyanophyta	25 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>		Bacillariophyta	25 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
	Bacillariophyta	11 %	<i>Aulacoseira distans</i>		Chlorophyta	15 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>
28	Chlorophyta	49 %	<i>Pediastrum duplex</i>	41	Cyanophyta	58 %	<i>Chroococcus turgidus</i>
	Cyanophyta	22 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>		Cryptophyta	14 %	<i>Cryptomonas sp.</i>
	Bacillariophyta	10 %	<i>Fragilaria ulna</i>		Chlorophyta	12 %	<i>Aulacoseira granulata</i>
29	Chlorophyta	52 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>	42	Cyanophyta	77 %	<i>Chroococcus turgidus</i>
	Bacillariophyta	19 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Bacillariophyta	11 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
	Cyanophyta	16 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>		Chlorophyta	6 %	<i>Pediastrum simplex</i>
30	Cyanophyta	41 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>	43	Cyanophyta	68 %	<i>Chroococcus turgidus</i>
	Chlorophyta	34 %	<i>Staurastrum leptocladium</i>		Bacillariophyta	16 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
	Bacillariophyta	21 %	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>		Chlorophyta	11 %	<i>Coellastrum microporum</i>
31	Cyanophyta	75 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>	44	Cyanophyta	77 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Chlorophyta	11 %	<i>Cosmarium sp.</i>		Bacillariophyta	16 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
	Cryptomonas	9 %	<i>Cryptomonas sp.</i>		Chlorophyta	15 %	<i>Pediastrum simplex</i>
32	Cyanophyta	44 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>	45	Cyanophyta	65 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Bacillariophyta	25 %	<i>Aulacoseira sp.</i>		Chlorophyta	14 %	<i>Micrasterias sp.</i>
	Cryptomonas	15 %	<i>Cryptomonas sp.</i>		Cryptomonas	12 %	<i>Cryptomonas sp.</i>
33	Cyanophyta	44 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>	46	Cyanophyta	77 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Chlorophyta	35 %	<i>Pediastrum simplex</i>		Chlorophyta	12 %	<i>Pediastrum simplex</i>
	Bacillariophyta	15 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Bacillariophyta	5 %	<i>Aulacoseira granulata</i>
34	Cyanophyta	42 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>	47	Cyanophyta	60 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Bacillariophyta	25 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		Bacillariophyta	21 %	<i>Aulacoseira italica</i>
	Cryptomonas	15 %	<i>Cryptomonas sp.</i>		Chlorophyta	11 %	<i>Botryococcus braunii</i>
35	Cyanophyta	51 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>	48	Cyanophyta	47 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Chlorophyta	20 %	<i>Pediastrum simplex</i>		Chlorophyta	21 %	<i>Pediastrum simplex</i>
	Cryptomonas	14 %	<i>Cryptomonas sp.</i>		Bacillariophyta	21 %	<i>Aulacoseira italica</i>
36	Cyanophyta	61 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>	49	Cyanophyta	57 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	Bacillariophyta	16 %	<i>Aulacoseira sp.</i>		Chlorophyta	21 %	<i>Pediastrum simplex</i>
	Cryptomonas	11 %	<i>Cryptomonas sp.</i>		Bacillariophyta	13 %	<i>Fragilaria crotonensis</i>
37	Cyanophyta	62 %	<i>Microcystis aeruginosa</i>				
	Bacillariophyta	18 %	<i>Cyclotella meneghiniana</i>				
	Cryptomonas	10 %	<i>Cryptomonas sp.</i>				

El comportamiento y aporte de los grandes grupos del fitoplancton a la biomasa total en cada uno de los puntos considerados durante la primera y segunda expedición se ilustra en la Fig. 2a y 2b.

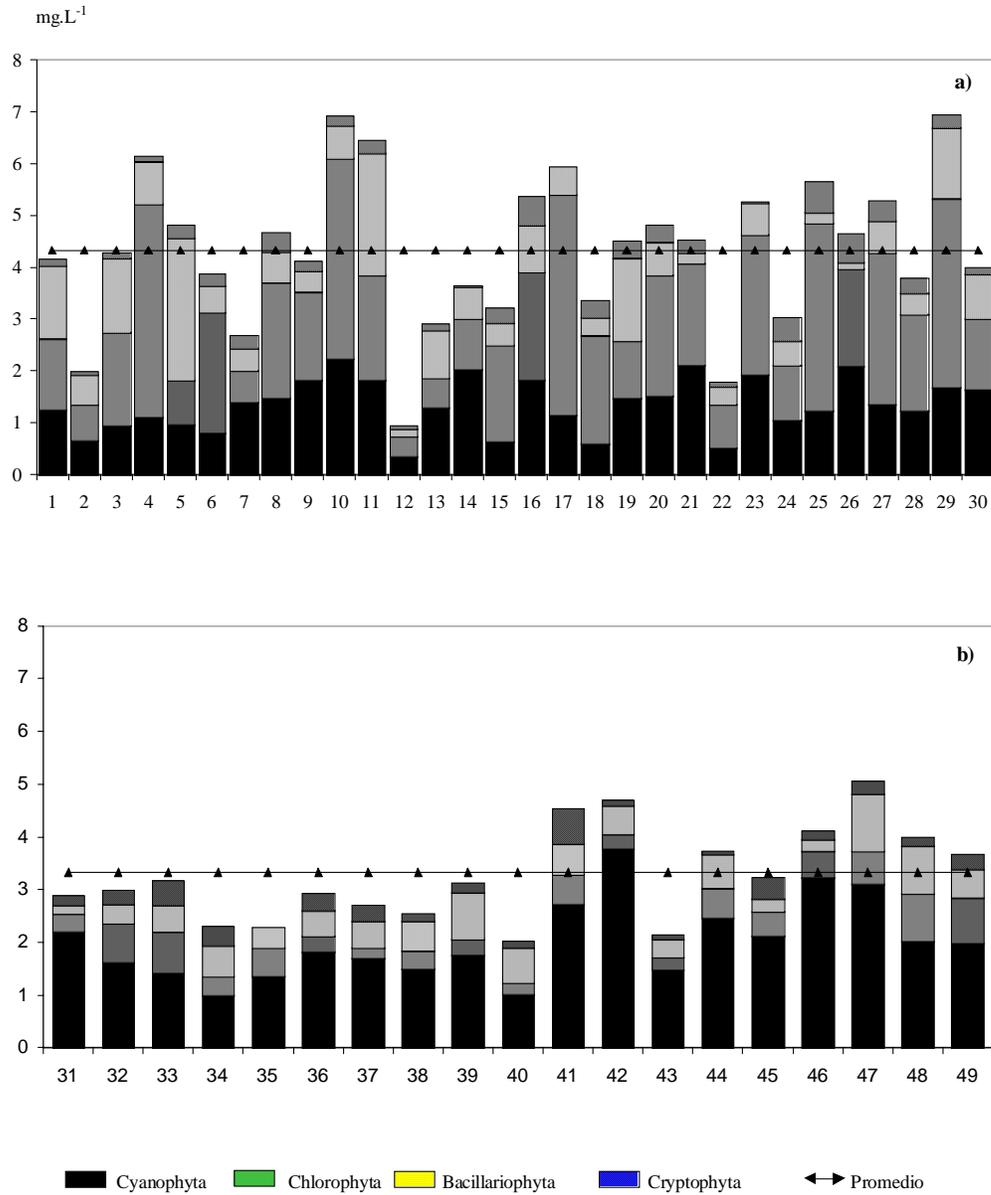


Fig.2 Biomasa peso fresco de los principales grupos de la comunidad fitoplanctonica  
 a) Primera expedición Mayo 94; b) Segunda expedición Junio 97.

Los valores de la biomasa peso fresco, muestran una clara prevalencia de Cyanophyta y Chlorophyta sobre las Bacillariophyta y Cryptophyta en ambas expediciones. En la primera expedición (Fig. 2a) se registró las biomásas más altas de todo el estudio, con un valor promedio de  $4.31 \text{ mg L}^{-1}$ . La menor y mayor biomasa se registró en los puntos 12 y 29 con  $0.953$  y  $6.941 \text{ mg L}^{-1}$  respectivamente.

El grupo de las Chlorophyta fueron las más abundantes (24 especies), aunque su dominancia fue evidente en 11 estaciones. Este grupo tiende a ser dominante en los lagos tropicales y muy comunes en ambientes eutróficos (Round 1981).

Las algas verdes más comunes fueron *Staurastrum leptocladium*, *Pediastrum duplex* y *Pediastrum simplex*. La contribución porcentual de estos géneros a la biomasa total varió entre  $4.69$  y  $35.02 \%$  para *Staurastrum* y entre  $15.29$  y  $61.9 \%$  por parte de *Pediastrum*. Debido a la marcada preferencia de ciertos géneros de Chlorophyta por desarrollarse en ambientes eutróficos y oligotróficos se utilizan frecuentemente como indicadores tróficos. Rosén (1981), reporta al género *Pediastrum* con afinidad a ambientes eutróficos, específicamente la especie *Pediastrum duplex*. Por el contrario ubica a *Staurastrum* en hábitats intermedios (Mesotróficos y/o Eutróficos pero no extremos). Kebede (1996), por su parte reporta a esta alga como abundante en lagos de aguas salinas.

El segundo grupo en importancia para la primera expedición fue Cyanophyta o algas verde azules representados por 12 especies, con una biomasa peso fresco entre  $0.34$  y  $2.23 \text{ mg L}^{-1}$ . La contribución porcentual de *Microcystis aeruginosa* y *Microcystis sp.* varió entre  $7.6$  y  $34.25 \%$  y entre  $4.6$  y  $24.61 \%$  para las especies del género *Chroococcus*. Bacillariophyta y Cryptophyta fueron los grupos minoritarios por su baja contribución a la biomasa total, no obstante las diatomeas fueron más abundantes en los puntos 1, 5, 11 y 19 presentando valores bajos ( $0.15$  y  $2.73 \text{ mg L}^{-1}$ ). Las especies del género *Cyclotella* (*C. meneghiniana* y *C. pseudostelligera*) aportaron entre  $0.76$  y  $29.75\%$  a la biomasa total mientras, el género *Aulacoseira* (*A. ambigua* y *A. islandica*) aportó entre  $0.95$  y  $26.77 \%$ .

Los géneros dominantes; *Microcystis*, *Chroococcus*, *Cyclotella* y *Aulacoseira*, además de ser cosmopolitas, son característicos de ambientes eutroficados tanto en lagos tropicales como templados (Robarts y col. 1984; Hornstrom 1981).

En la segunda expedición (Fig. 2b) fue obvio la dominancia del grupo Cyanophyta.

La mayor biomasa se registró en la estación 47 ( $5.19 \text{ mg L}^{-1}$ ) y la menor ( $2.06 \text{ mg L}^{-1}$ ) en la estación 40, el valor promedio ( $n= 19$ ) fue de  $3.36 \text{ mg L}^{-1}$ . La biomasa de Cyanophyta (15 especies) varió entre  $0.98$  y  $3.76 \text{ mg L}^{-1}$ , fue además el grupo más importante de la comunidad algal, al dominar en 15 estaciones de muestreo, aportando más del  $50\%$  a la biomasa total del fitoplancton en cada estación. Los géneros que más contribuyeron a la biomasa peso fresco fueron: *Microcystis* (*Microcystis aeruginosa* y *Microcystis sp.*) con porcentajes que variaron entre  $28.16$  y  $58.2 \%$  y *Chroococcus* (*Chroococcus turgidus* y *Chroococcus spp.*) entre  $27.9$  y  $59.45\%$ . Los florecimientos de *Microcystis aeruginosa* han sido reportados en varios lagos tropicales con alto contenido de materia orgánica (Tiscapa, Rivas 1997; Koka, Awasa y Metahara, Kebede 1996) y durante la época de verano en regiones templadas (Dokulil, 1979). En el mismo trabajo Kebede reporta una dominancia de *Microcystis* y *Chroococcus* en el lago Edward. Hooker y col. (1991) reportan una dominancia asociada de *Chroococcus* y *Lyngbya* en el lago Xolotlán. El segundo

grupo en importancia en esta segunda expedición fue Bacillariophyta, con un total de 31 especies. La biomasa de las diatomeas varió en un rango de 0.155 - 1.100 mg L<sup>-1</sup> entre las estaciones muestreadas. Las especies más abundantes fueron: *Aulacoseira distans*, *Aulacoseira italica*, *Aulacoseira granulata* y *Cyclotella meneghiniana*. Aunque las especies *Aulacoseira granulata* y *Cyclotella meneghiniana* han sido reportadas como especies propias de ambientes eutróficos (Ganf 1974) en este caso su baja contribución a la biomasa total del fitoplancton difícilmente puede ser asociada a condiciones eutróficas.

El análisis de la composición de especies y la abundancia de la flora algal entre expediciones y entre estaciones de muestreo mostró un patrón de distribución que posiblemente se pueda asociar con el tipo de actividad económica que se desarrolla en las regiones circundantes al área estudiada. El desarrollo urbanístico tiende a aumentar los niveles de nutrientes en los cuerpos de agua superficiales por la descarga directa de efluentes domésticos e industriales. Se encontró similitud y diferencias entre las estaciones de muestreo asociadas con los niveles de fósforo (P-tot) y nitrógeno total (N-tot), lo cual permitió el establecimiento de tres grupos de estaciones con características similares entre sí; Zona I Norte-Oeste frente a la costa de Chontales con las estaciones: 23, 24, 25, 26, 45, 46, 47, 48 y 49. Zona II Centro: 10, 11, 12, 13, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38 y 39. Zona III Sur Oeste, Isla Ometepe y Departamento de Rivas: 1, 5, 18, 19, 20, 40, y 43. (Fig. 3)

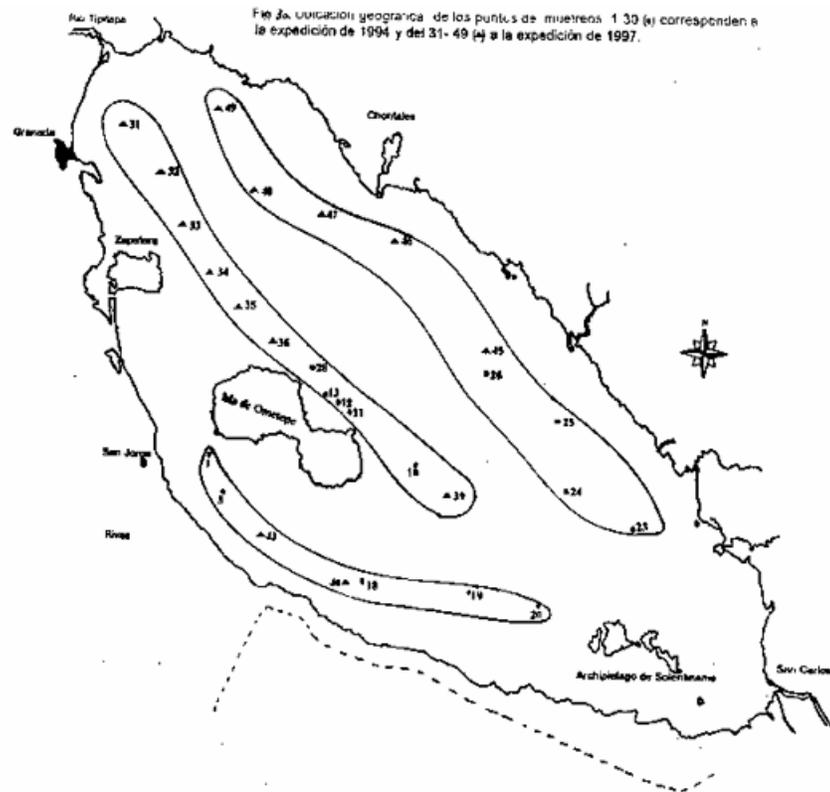


Fig. 3 Ubicación geográfica de los tres grupos de estaciones con características similares.

El comportamiento de la biomasa peso fresco en las diferentes zonas en relación a la concentración del N-tot y P-tot se ilustra en la Fig. 4.

La zona I presentó los más altos valores de fósforo total ( $84.78 \mu\text{g L}^{-1}$ ) y nitrógeno total ( $217.4 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Se observó una distribución homogénea de la biomasa peso fresco, el valor promedio fue  $4.34 \pm 0.85 \text{ mg L}^{-1}$ . Las especies dominantes en esta zona fueron *Microcystis aeruginosa*, *Staurastrum leptocladium* y *Pediastrum simplex*. En la zona II la fluctuación de la biomasa peso fresco fue más evidente  $3.36 \pm 1.54$

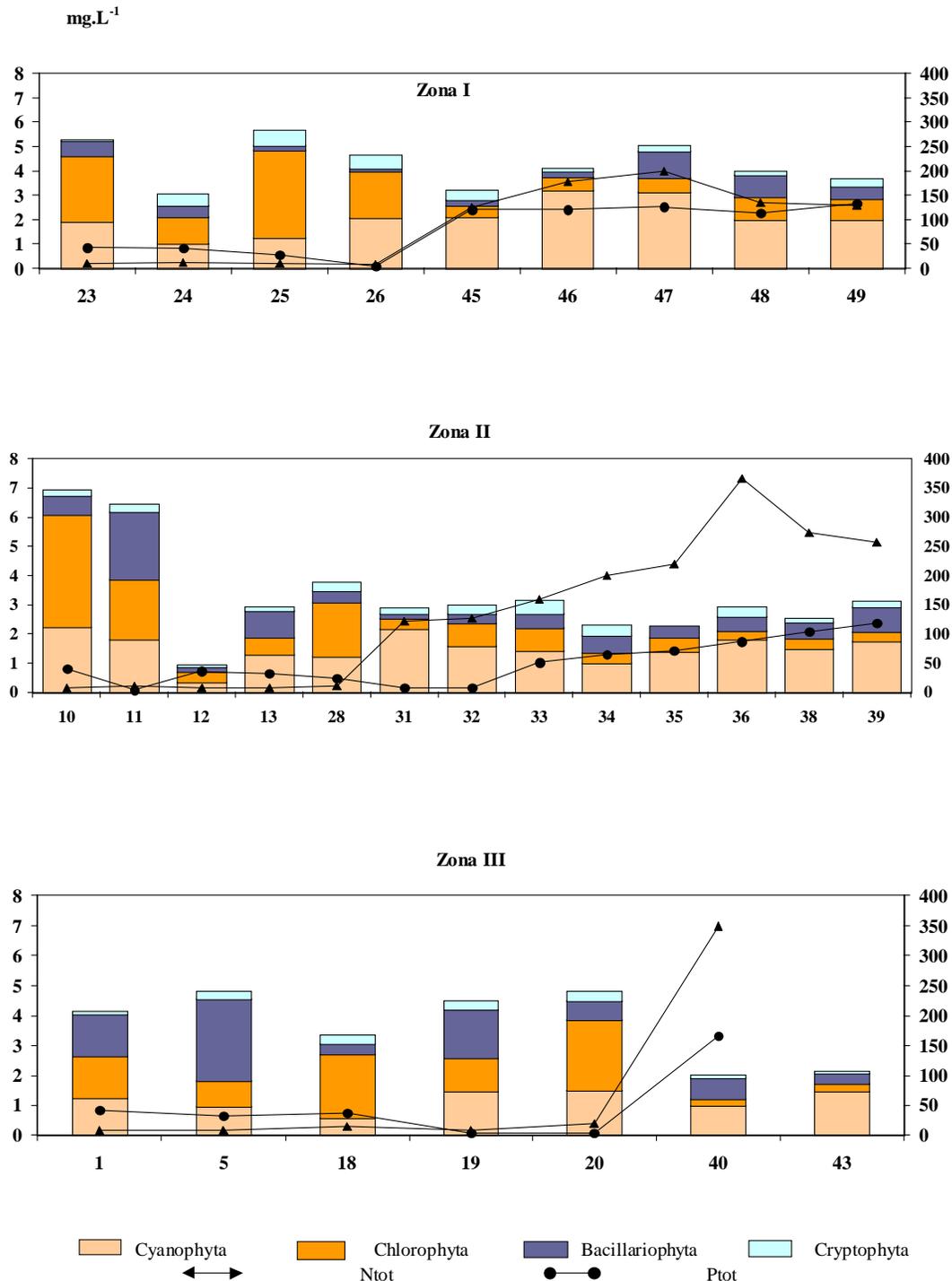


Fig.4 Biomasa peso fresco de las tres zonas y carga de nutrientes. Fósforo (Ptot) Nitrogeno (Ntot).

mg L<sup>-1</sup>. *Microcystis aeruginosa*, *Pediastrum simplex* y *Aulacoseira islandica* fueron las especies representativas de esta zona. La concentración promedio de fósforo total y de nitrógeno total fueron: 90.36 µg L<sup>-1</sup> y 166.4 µg L<sup>-1</sup> respectivamente.

La zona III se caracterizó por tener la más baja concentración de nutrientes, la concentración de fósforo y nitrógeno total fue 55.17 µg L<sup>-1</sup> y 158 µg L<sup>-1</sup> respectivamente. El promedio de la biomasa peso fresco fue de 3.68 ± 1.10 y similar a la zona II. Las especies dominantes fueron, *Staurastrum leptocladium*, *Chroococcus spp.* y *Pediastrum duplex*.

### Clorofila -a y peso húmedo

La biomasa algal expresada por clorofila-a en la zona limnética del Lago Cocibolca es baja si se compara con el promedio anual de 79 µg L<sup>-1</sup> de clorofila-a registrada en el Lago Xolotlán (Hooker y Hernández 1991).

En 1994 la clorofila-a varió poco entre estaciones, el valor promedio fue 17.25 µg L<sup>-1</sup> ± 2.54 (Fig. 5a y 5b).

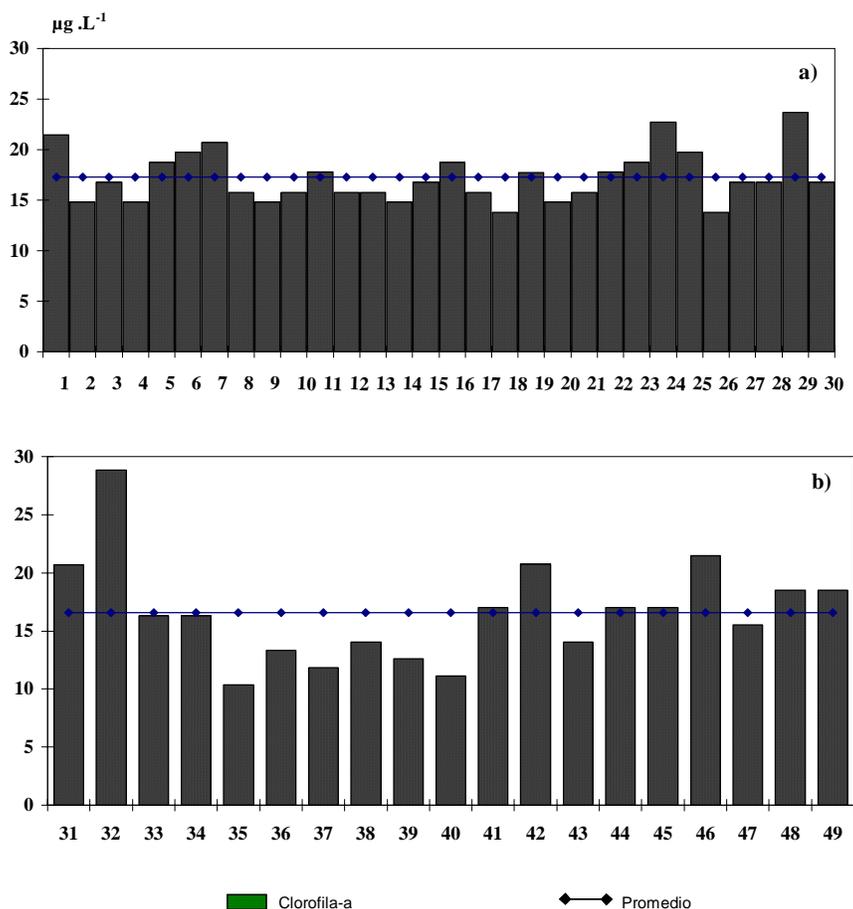


Fig.4 Distribución de la clorofila-a del Lago Cocibolca. a) primera expedición Mayo 1994  
b) Junio 1997

La concentración más alta se registró en el punto 29 ( $25.6 \mu\text{g L}^{-1}$ ) coincidiendo en esta estación, con los datos de biomasa peso fresco.

No hubo una buena relación entre la clorofila-a y la biomasa peso fresco en los puntos 2, 12 y 22. En estos tres puntos la biomasa peso fresco fue mucho menor con relación a la biomasa expresada por clorofila-a. Es posible que las causas de esta discrepancia estén relacionadas con la presencia del género *Tetraedron*, con un contenido de clorofila-a mayor que los otros géneros (Dokulil, 1979).

En la segunda expedición la fluctuación de la clorofila-a fue mayor entre las estaciones de muestreo. Los valores variaron entre  $28.86$  y  $10.36 \mu\text{g L}^{-1}$ . También se observó una buena correspondencia entre clorofila y biomasa peso fresco, aunque no en todas las localidades. Probablemente la dominancia numérica de *Microcystis aeruginosa* en los puntos 31 y 32 sea la causa de la alta concentración de clorofila en estos puntos. La mayor y menor concentración de clorofila-a se observaron cuando Chlorophyta dominó la comunidad fitoplanctónica.

## **CONCLUSIONES**

Los conocimientos adquiridos con el estudio del comportamiento y la estructuración de la comunidad fitoplanctónica, nos da una idea de los cambios que se producen en el sistema y la forma en que reaccionan los organismos de la comunidad biótica.

Los resultados de este trabajo soportan una evaluación puntual en el tiempo. La distribución horizontal del fitoplancton en ambos muestreos fue homogénea. Según la composición del fitoplancton, el lago se puede ubicar en un estado de Meso-Eutrófico, por la presencia y dominancia de especies como: *Microcystis aeruginosa*, *Staurastrum leptocladium*, *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira islandica* y *Pediastrum duplex* las que son habitats indicadores de ambientes eutroficados. El aumento en la carga de nutrientes es otro factor que indica un incremento en el estado trófico del lago. El hecho de tener un sólo resultado por cada estación y de carecer datos históricos, impide dar una definición categórica del estado trófico del lago.

## BIBLIOGRAFIA

- Bourrelly P. 1985. "Les Algues D'eau Douce Tome III Les Algues Bleues ET Rouges"  
Bourrelly P. 1985. "Les Algues D'eau Douce Tome III Les algues Les Eugléniens, Peridiniuns et Cryptomonadines"
- Dokulil, M., 1979. "Seasonal pattern of phytoplankton". In: Neusiedlersee: The Limnology of a shallow lake in Central Europe. Ed. J. Ellies. p. 203-231.
- Ganf, G.G. 1974. "Phytoplankton biomass and distribution in a shallow eutrophic lake (Lake George Uganda). Oecología (Berl.) 16, 9-29.
- Hömström, E. 1981. "Thropic characterization of lakes by means of qualitative phytoplankton analysis" Limnologica (Berlin) 13 (2), 249-261.
- Hooker, E. & Hernández, S. 1991. "Phytoplankton biomass in Lake Xolotlán(Managua): Its seasonal and horizontal distribution" Hydrobiol. Bull. 25(2): 125-131.
- Hooker, E., Pum M. & Ruiz, M. 1991. "Phytoplankton community composition in Lake Xolotlán (Managua)" Hydrobiol. Bull. 25(2): 121-124.
- Huber-Pestalozzi G. 1961. "Das Phytoplankton des Süßwassers Systematik und Biologie. Chlorophyceae Orden Volvocales"
- Huber-Pestalozzi G. & Förster K. 1982. "Das Phytoplankton des Süßwassers Systematik und Biologie. Conjugatophyceae Orden Zygmentales und Desmidiates"
- Huber-Pestalozzi G., Komárek J. & Fott B. 1983. "Das Phytoplankton des Süßwassers Systematik und Biologie. Chlorophyceae Orden Chlorococcales"
- Hutchinson, E. 1967. "A treatise on Limnology." Vol. II Introduction to lake biology and the limnoplankton. pp. 1-1115
- Kebede E. 1996. "Phytoplankton salinity in the Ethiopian Rift Valley" Comprehensive summaries of Uppsala Dissertations from the faculty of science and technology. 185.
- Nusch, E. A. & Palme, G. 1975. "Biologische methoden für Praxis der Gewässerunter-suchung Bestimmung des Chlorophyll-a und Phaeopigmentgehaltes in Oberflächen-wasser" GWF-Wasser/Abwasser 116: 62-65
- Rivas, K.P. 1997. "Influencia de los cambios estacionales en la distribución vertical del Fitoplancton del Lago de Tiscapa". Séptimo Congreso de la UNAN Managua.
- Rosén, G. 1981. "Phytoplankton indicators and their relations to certain chemical and physical factors" Limnologica (Berlin) 13 (2), 263-290.
- Robarts, R. D. & Zohary T. 1984. "*Microcystis aeruginosa* and underlight attenuation in a hypertrophic lake" (Hartbeespoort Dam, South Africa. J. Ecol. 72: 1001-1018.
- Round, F.E. 1981. "The ecology of algae" pp.653
- Uthermoehl, H., 1958. "Zur Vervollkomnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik." Mitt. Internat. Verein. Limnol. 9: 1-39.