

**CENTRO PARA LA INVESTIGACION EN RECURSOS ACUATICOS  
DE NICARAGUA (CIRA/UNAN)**

**CONTRIBUCION AL SEGUNDO  
CONGRESO CIENTIFICO DE LA UNAN MANAGUA  
1 - 4 DICIEMBRE, 1992.**

**ESTRUCTURA COMUNITARIA, BIOMASA Y PRODUCCION  
PRIMARIA DEL FITOPLANCTON EN LA LAGUNA DE ASOSOSCA  
CON 5 FIGURAS Y 2 TABLAS**

**Vargas L. & Saavedra R.**

**CIRA/UNAN, APARTADO 4598, MANAGUA NICARAGUA.**

**MANAGUA, NOVIEMBRE DE 1992**

# ESTRUCTURA COMUNITARIA, BIOMASA Y PRODUCCION PRIMARIA DEL FITOPLANCTON EN LA LAGUNA DE ASOSOSCA

Vargas L. & Saavedra R.

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua

## RESUMEN

La composición, biomasa y producción primaria del fitoplancton fue estudiada mensualmente desde Septiembre 1990 hasta Septiembre 1992 en la Laguna de Asososca. Se encontraron 30 taxa perteneciente a las Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae. La dominancia en biomasa de las Bacillariophyceae fue observada durante la sequía, mientras que en los meses de lluvias abundaron más las Chlorophyceae y Cyanophyceae. Las especies dominantes fueron: *Aulacoseira granulata*, *Rhizosolenia longiseta* y *Staurastrum sp.* La biomasa fitoplanctónica osciló entre 1.47 - 7.31  $\mu\text{g/l}$  de clorofila - a, con un valor promedio productivo de 1.97  $\text{g.C.m}^{-2} \text{d}^{-1}$ . El promedio de intensidad lumínica disponible para la fotosíntesis (PAR) fue de 1,337  $\mu\text{E.m}^{-2} \text{s}^{-1}$  y la eficiencia fotosintética fue 0.92%. La composición de especies, el contenido de clorofila - a y la producción primaria indican que la laguna se puede considerar en un estado intermedio entre oligotrófico y mesotrófico.

## INTRODUCCION

El conocimiento acerca de la composición de especies y periodicidad estacional del fitoplancton, es esencial en el estudio de los lagos. Siendo los productores primarios del sistema, las algas representan un eslabón muy importante en la cadena trófica, ya que tienen la capacidad de elaborar la materia orgánica a partir del agua y del  $\text{CO}_2$  mediante la fotosíntesis. El tamaño y la distribución temporal y espacial determinan parcialmente la conducta de pastoreo de los consumidores primarios. También es de suma importancia el conocimiento de la producción primaria ya que es la fuente más importante de captación de energía que entra en los ecosistemas de aguas dulces (Wetzel 1975; Moss 1980).

Este trabajo describe la estructura comunitaria del fitoplancton, además de estimar la biomasa y la producción primaria durante dos años de investigación (Sep. 90 - Sep. 92) en la Laguna de Asososca.

## METODOS

### *Descripción de la Laguna*

La laguna de Asososca esta localizada en el extremo Oeste de la ciudad de Managua (Lat. 12°8' N, Long. 86°19' E) se usa como fuente de agua potable para la ciudad de Managua. Las principales características morfométricas del lago son:

Area: 0.78 Km<sup>2</sup>

Profundidad máxima: 99 metros

Profundidad media: 48 metros

El presente estudio fue llevado a cabo en una sola estación (ver mapa) en la parte central y más profunda del lago (zona pelágica; 99 m.). Porque la laguna es pequeña, de cubeta cratérica muy regular, sin desarrollo alguno del litoral y sin la entrada de afluentes superficiales; por lo tanto, no se espera una heterogeneidad espacial significativa.

## FITOPLANCTON

El fitoplancton fue colectado mensualmente (Sep. 90 - Sep. 92) con una botella Van Dorn. Las muestras fueron obtenidas por estratos conformados por muestras de las siguientes profundidades (estrato 1: 0, 0.5, 1..5m; estrato 2: 6, 7, 8, 9 y 10m; estrato 3: 20, 30, 40, 50 y 60m). Por cada muestra de estrato se hicieron 2 réplicas. La biomasa (peso-húmedo) fue estimada usando un microscopio invertido de acuerdo a la técnica de Utermoehl (1958). Las muestras fueron preservadas con lugol y formalina (4%); el volumen de muestra sedimentada fue de 50ml y el tiempo de sedimentación de 30 horas. La clorofila-a fue determinada con etanol (95%) de acuerdo a Nusch & Palme (1975); el volumen de muestra filtrada fue de 750ml.

## PRODUCCION PRIMARIA

Se usó el método de la variación del oxígeno disuelto en botellas claras y oscuras. El oxígeno disuelto se determinó según Winkler (APHA, 1985). Las incubaciones se hicieron "in situ" a diferentes profundidades (0.5, 2.5, 3.5, 5, 7.5 y 10 m) de la zona fótica. La radiación solar superficial y subacuática se midió con fotómetro (LICOR, modelo LI - 185 B) y fotoceldas de selenio, según Vollenweider (1969). La clorofila -a se estimó de acuerdo a Nusch & Palme (1975), utilizando agua de las mismas profundidades de la incubación. Los valores de nutrientes ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{PO}_4^{3-}$ ) fueron proporcionado por el departamento de Química (CIRA/UNAN). Los datos de viento por INETER.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Estructura comunitaria del fitoplancton*

La comunidad del fitoplancton en la Laguna de Asososca consistió en representantes de tres grandes grupos; Bacillariophyceae(8), Chlorophyceae (15) y Cyanophyceae (7). Alrededor de 30 géneros y 10 especies fueron identificado en este estudio (Tabla 1).

La abundancia relativa de los tres grupos se muestra en la Fig.1. El grupo de las Bacillariophyceae fue dominante en términos de biomasa. Sus más altos fueron observados en la época seca, cuando la velocidad del viento es mayor; ésto pudo deberse al efecto del viento que causa ruptura en la estabilidad de la columna de agua impidiendo el hundimiento de las células y logrando a través de la resuspensión de las mismas hacia capas superiores, que permanezcan un mayor tiempo expuestas a condiciones adecuadas de luz.

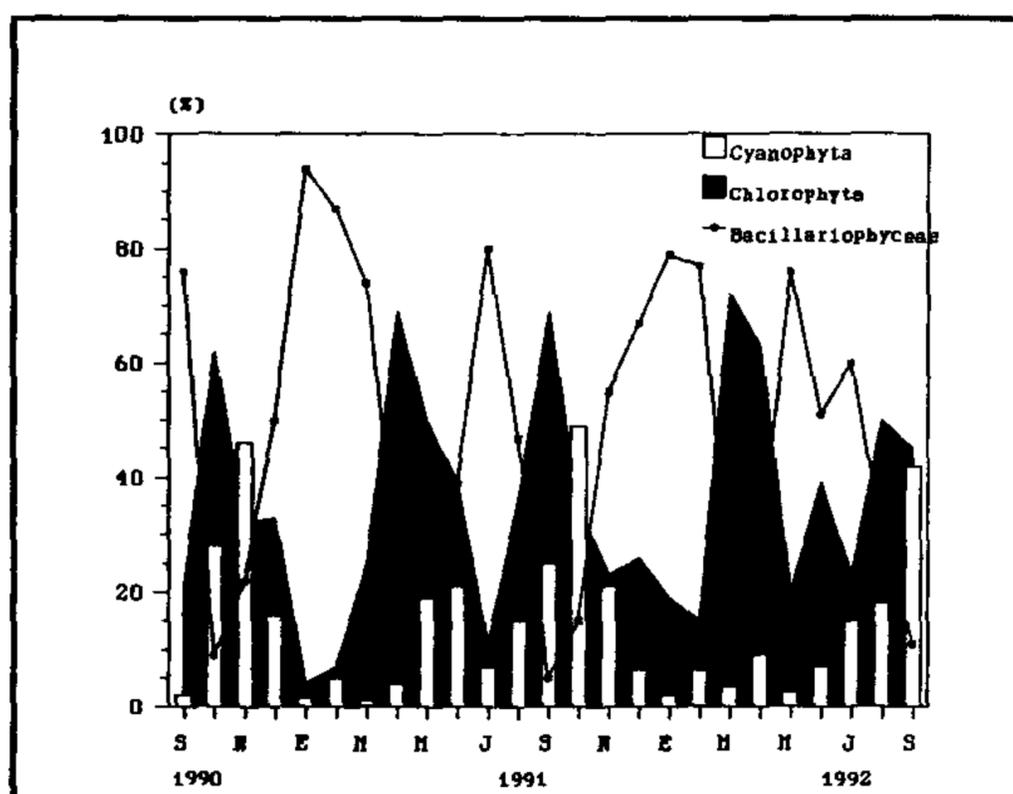


Fig.1: Composición del Fitoplancton

Reynolds (1984), demuestra en sus experimentos que la eficiencia con que la turbulencia permite a las diatomeas permanecer en suspensión influye de manera crítica sobre la velocidad de sedimentación de las células.

En los meses de Julio 91 y Mayo 92 las diatomeas fueron dominantes, esto fue debido al aumento de la biomasa de *Rhizosolenia longiseta* y *Aulacoseira granulata*, ambas consideradas como especies dominantes en biomasa; pero menos comunes durante el estudio. *Cyclotella pseudostelligera* fue la más abundante y común del grupo.

Tabla 1. Composición del fitoplancton en la laguna de Asososca

Composición fitoplanctónica	Frecuencia
<b>CYANOPHYCEAE</b>	
Anabaena sp.	O
Anbaenopsis sp.	O
Chroococcus sp.	AC
Gomphosphaeria sp.	OC
Merismopedia sp.	OC
Microcystis aeruginosa	AC
Microcystis sp.	AC
<b>CHLOROPHYCEAE</b>	
Botryococcus braunii	OC
Chodatella sp.	AC
Chlorococcal sp.	OC
Coelastrum sp.	O
Cosmarium sp.	O
Closterium sp.	O
Dictyosphaerium sp.	O
Gonium sp.	AC
Oocystis sp.	OC
Pandorina sp.	AC
Staurastrum leptocladum	CD
Scenedesmus balatanicus	O
Schroederia sp.	OC
Treubaria sp.	O
Tetraedrum sp.	O
Kirchneriella sp.	OC
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>	
Achnanthes exigua	O
Aulacoseira granulata	OCD
Cyclotella pseudostelligera	AC
Fragilaria ulna	O
Nitzschia amphibia	O
Nitzschia sp.	OC
Navicula sp	O
Rhizosolenia longiseta	OCD

(A: abundante; C: común; D: dominante-biomasa; O: ocasional)

Las Chlorophyceae codominaron en algunos casos con las diatomeas (Junio 91). Estas algas fueron muy representativas al final de ambas estaciones (seca y lluviosa), en estos meses sobrepasaron la biomasa de diatomeas; lo que pudiera relacionarse con el pastoreo. Según Carpenter et al. (1985), el zooplancton herbívoro altera la composición de las especies del fitoplancton bien sea directamente por "pastoreo" selectivo o indirectamente a través del reciclaje de nutrientes. Ambos grupos constituyen un papel muy importante en la alimentación del zooplancton. Moreno, L. (este congreso) reporta especies de *Aulacoseira*, *Cyclotella*, *Schroederia*, *Chodatella* y otras algas verdes en el tracto digestivo de Copépodos y Cladóceros.

La especie dominante de las Chlorophyceae fue *Staurastrum sp.* la cual estuvo presente todo el tiempo. *Chodatella sp.*, *Pandorina sp.* y *Gonium sp.* fueron las más comunes y abundantes en número. Otras algas comunes fueron: *Botryococcus braunii*, *Oocystis sp.*, *Schroederia sp.* y *Kirchneriella sp.* Casi todas las especies comunes y abundantes son células pequeñas, lo que permite sean vulnerables al pastoreo. Carpenter et al. (1985), clasifican el fitoplancton en dos fracciones: El nanoplancton (fracción < 50 µm) es la fracción comestible por el zooplancton herbívoro y el macrofitoplancton (fracción > 50 µm), es la fracción no comestible.

La Cyanophyceae aportaron el menor porcentaje de biomasa. Los incrementos fueron observados en invierno, siendo dominantes en Nov 90 y Oct 91. *Microcystis aeruginosa* y *Microcystis sp.*, *Chroococcus sp.* fueron las más comunes y abundantes.

Una posible explicación del crecimiento de Cyanophyceae en invierno se debe a la disminución del viento. Esta condición favoreció la formación de colonias grandes conformada por células pequeñas en la superficie; aún así, no llegaron a causar florecimientos. Konopka y colaboradores (1978), explican que durante los períodos de tranquilidad, estas algas flotan rápidamente hacia la superficie. La flotación se facilita por las vacuolas de gas que se acumulan durante las bajas intensidades de luz.

Ha sido reportado por comunicación personal que en épocas anteriores se observaron floraciones de Cyanophyceae en la Laguna Asosca hasta que comenzaron a darle tratamiento con sulfato de cobre.

## Biomasa

Durante el período Septiembre 90 - Septiembre 92 los rangos de la biomasa expresados como clorofila-a fueron de 1.47 - 7.31  $\mu\text{g/l}$  (fig.2)

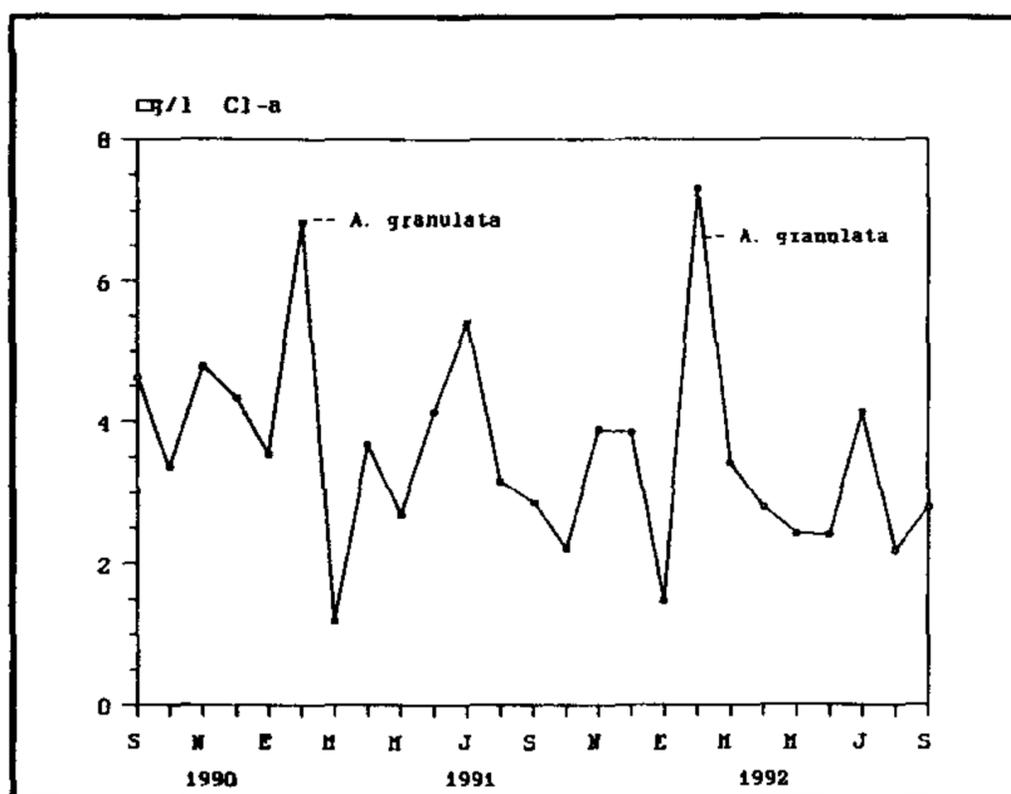


Fig.2: Concentración de Cl-a ( $\mu\text{g/l}$ )

Las mayores concentraciones de clorofila-a fueron obtenidas en Febrero 91 (6.83  $\mu\text{g/l}$ ) y Febrero 92 (7.31  $\mu\text{g/l}$ ). En ambos casos hubo un comportamiento similar con la biomasa de la diatomea *A. granulata* (>0.40 mg/l), se observó en cadenas de 3 células o más. En otros meses se presentó en células solitarias o destruidas o estuvo ausente. En Febrero se reportan históricamente en el L. Asososca vientos más fuertes (3m/seg) favoreciendo la concentración de nutrientes y diatomeas en la columna de agua. Se reportaron valores de amonio de 0.140 y 0.80 mg/l para este tiempo. También, particularmente en Febrero 92, los nitratos estuvieron presentes en cantidades altas (0.157 mg/l). Small, Lawrence F.(1963) expresa que no solamente el viento puede mover y concentrar poblaciones, sino también afecta indirectamente el tamaño de la cosecha y la productividad potencial en unidad de área por el transporte de nutrientes, material suspendido y posiblemente el zooplancton.

## Producción primaria

Datos de Septiembre de 1990 a Septiembre de 1992 detallan la actividad fotosintética areal ( $\Sigma A$ ), con un rango desde  $2.06 \text{ g O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  (a  $0.77 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) hasta  $9.41 \text{ g O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  (a  $3.53 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) con un coeficiente de variación del 33 % (n=24) y un valor promedio anual de  $1.97 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , fig. 3.

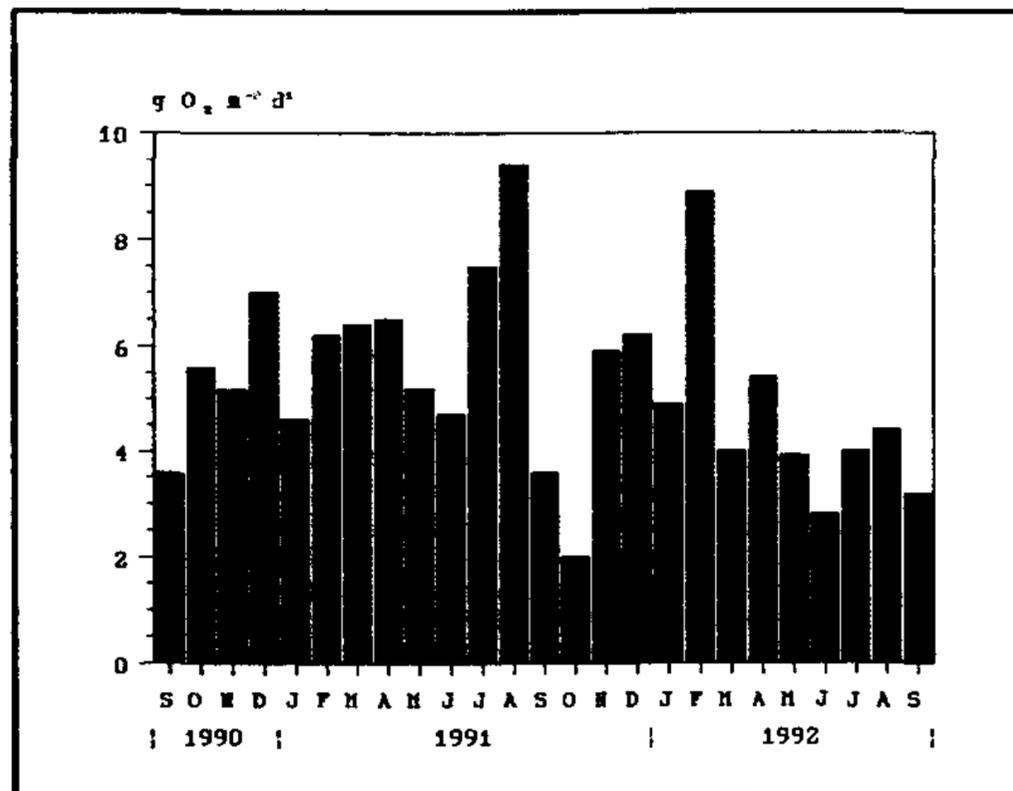


Fig.3:Producción Primaria

La productividad experimentó un máximo por año. En Agosto de 1991, se estimó el mayor valor de producción  $3.53 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , posiblemente estimulado por la composición algal, eficiencia fotosintética (1.4 %) y la homogeneidad de la biomasa en la zona productiva (Zeu,  $4.40 \text{ mg cl-a m}^{-3}$ ). La radiación fue de  $1425 \mu\text{E m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , temperatura  $29.4 \text{ }^\circ\text{C}$  en el punto de máxima producción (Amax) y una biomasa de  $4.71 \text{ mg cl-a m}^{-3}$ . En superficie se midieron  $0.025 \text{ mg/l}$  de  $\text{NO}_3^-$ , siendo los valores de  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{PO}_4^{3-}$  menores que el límite de detección.

El segundo pico de producción fue de  $3.36 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  en Febrero de 1992, la biomasa en el punto de máxima producción (Amax) fue de  $10.24 \text{ mg cl-a m}^{-3}$ , siendo este el mayor valor encontrado, en la zona productiva (Zeu), la biomasa fue de  $9.98 \text{ mg cl-a m}^{-3}$ . La eficiencia fotosintética fue de 1.70% es el máximo valor encontrado, radiación de  $1106 \mu\text{E m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , temperatura de  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  en el punto de máxima producción (Amax), esta fue la más baja anotada en la Laguna de Asoasca. Los nutrientes fueron  $\text{NO}_3^-$   $0.129 \text{ mg/l}$ ,  $\text{NH}_4^+$   $0.062 \text{ mg/l}$  y  $\text{PO}_4^{3-}$   $0.041 \text{ mg/l}$ .

El menor valor estimado fue de  $0.77 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  en Octubre de 1991, la eficiencia fotosintética fue de 0.33% el menor valor estimado, radiación  $1330 \mu\text{E m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Los nutrientes fueron  $\text{NO}_3^-$   $0.040$ ,  $\text{NO}_2^-$   $0.039$ ,  $\text{NH}_4^+$   $0.078$  y  $\text{PO}_4^{3-}$  menor que el límite de detección.

En la Laguna de Asososca, las variaciones estacionales (lluvia y sequía), en los meses que las variables precipitación y viento se acentúan, los cambios productivos son notorios, estimulando la biomasa en la zona productiva (Zeu) y en el punto de máxima producción (Amax), ver Tabla 2.

La alta radiación incidente en la Laguna de Asososca influye en la eficiencia fotosintética, siendo esta mayor cuando la radiación es menor (Talling, 1965), a excepción del mes de Agosto de 1991, con una radiación alta, la eficiencia fue alta (1.4%), Riper y otros (1979) hallaron que las algas tienen la capacidad de regular sus pigmentos intracelulares en horas, ajustando su tasa fotosintética a las variaciones de luz ambiental. Fig. 4.

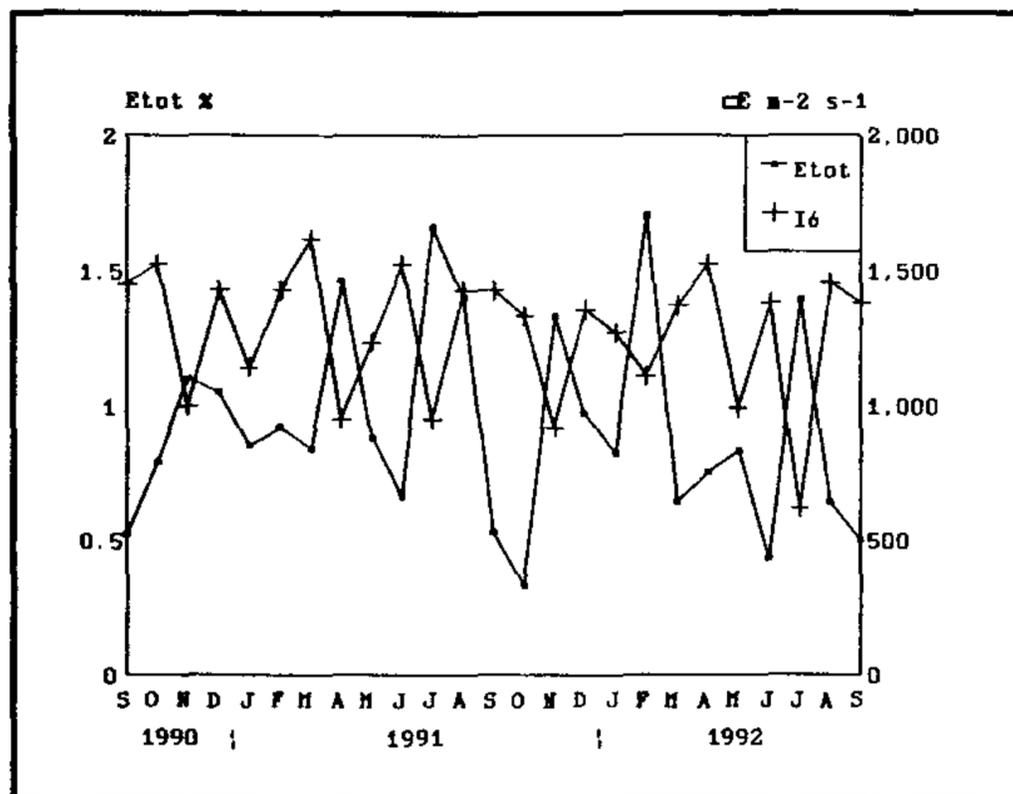


Fig.4:Eficiencia Fotosintética

El aumento en la concentración de nutrientes es evidente en la superficie, este hecho sea un factor determinante (Schindler, 1978) en la marcada variación y estímulo de la producción, cuando esto ocurre se regulan históricamente vientos con promedio de 2 hasta 3m/seg, lo que a su vez permiten la resuspensión de nutrientes de la zona no productiva (Za) a la zona productiva (Zeu).

La alta temperatura se considerada una de las mejores contribuciones a la alta tasa de fotosíntesis observada en los trópicos (Talling, 1965). Sin embargo en la Laguna de Asososca no hubo correlación entre la temperatura y la productividad areal ( $T^*$  Vs  $\Sigma A$ ). Similar situación ocurrió en el Lago Lanao (Lewis, 1971).

Se aplicó la ecuación de regresión lineal a los valores, producción por unidad de área versus el cociente Amax/K ( $\Sigma A$  Vs Amax/K), a la producción areal versus biomasa de la zona productiva ( $\Sigma A$  Vs Bzeu) y producción máxima versus la biomasa de la zona productiva (Amax Vs Bzeu), obteniéndose como resultados  $r=0.62$ ,

$r=0.51$  y  $r=0.51$  respectivamente. Estos bajos valores muestran que la productividad en la Laguna de Asososca no es una función simple del contenido de clorofila-a y la atenuación de la luz. Esta hipótesis está avalada por la baja correlación entre la producción máxima y la concentración de clorofila-a en la zona productiva (Amax Vs Bzeu).

En la Laguna de Asososca no hubo correlación entre la producción areal y la radiación incidente ( $\Sigma A$  Vs  $I^0$ ), por consiguiente estos factores influyen, pero no son los principales determinantes de la productividad.

### CONCLUSIONES

La composición de especies, la concentración de cl-a y la producción primaria muestran, que el nivel trófico de la laguna es oligomesotrófico .

Los factores bióticos y abióticos (pastoreo del zooplancton y régimen de vientos) regulan la productividad primaria y la estructura comunitaria del fitoplancton en la laguna de Asososca.

La radiación incidente, la temperatura y la eficiencia algal, son factores secundarios de la actividad fotosintética.

### BIBLIOGRAFIA

APHA, 1985. Standard methods for the examination of water and Wastewater. APHA, Washington.

Carpenter, S. R.; Kitchell, J. F. & Hodgson, J. R. 1985. Cascading trophic interactions and lake productivity. *Bioscience*, 35 (10): 634 - 639.

Ganf, and Horne, 1975. Diurnal stratification, photosynthesis and nitrogenfixation in a shallow equatorial lake (Lake George, Uganda). *Freshwater. Biology* 5: 13 - 39.

Hillbricht - Ilkowska, A. 1977. Trophic relations and energy flow in pelagic plankton. *Pol. Ekol. stud.* , 3 (1): 3 - 98.

Konapka A. , Brock T. D. & Walsby A. E. 1978. Buoyancy regulation by phynktonic blue - green algae in Lake Mendota, Wisconsin, *Arch. Hydrobiol.* , 83: 524 - 37.

Lewis, W.M., 1974. Primary production in the plankton community of a tropical lake. *Ecological Monographs*, 44:377 - 409.

- Moss, B., 1980. Phytoplankton biomass. In : LeCren, E. D. & Lowe - McConnell, R. H. (Eds). The functioning of fresh - water Ecosystems, pp 146 - 149. I. B. P. , No. 22. Cambridge Univ. Press.
- Nusch, E.A. & Palme, G., 1975. Biologische Methoden fur die Praxis der Gewasser untersuchung, Bestimmung des chlorophylla- und Phaeopigmentgehaltes in Oberflaechenwasser CGF - Wasser/Abwasser 116: 562 - 565.
- Reynolds, C. S., 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press.
- Riper, D.W., Owens, T.G & Falkowsky, P.G. 1979. Chlorophyll tumover in *Skeletonem costatum*, a marine plankton diatom. Plant Physiol., 64: 49-54
- Small, Lawrence F., 1963. Effect of wind on the distribution the chlorophyll a in clear Lake, Iowa. Limnol. Oceanog., Vol. 8: 426 - 437.
- Schindler, D.W., 1978. Factors regulating phytoplankton production and stading crop in the worl's freshwater Limnol. Oceanogr. 23: 478 - 486.
- Talling, J.F., 1965. The photosynthetic activity of phytoplankton in east African lakes. Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 50: 1 - 32.
- Vollenweider, R.A. 1969. A manual on methods for measurig primary production in aquatic enviroments. Blackwell scientific publication.
- Wetzel, R. G., 1975. Limnology. Sounders, Philadelphia.

Tab. 2. Diferentes variables.

Fecha	PP	Bamax	Bzeu	Etot	I'o	NO3-	NO2-	NH4+	PO4-3	To Amax
18.9.90	1.35	4.74	5.13	0.52	1449	<0.5	<0.05		<0.01	30.6
24.10.90	2.14	8.88	4.80	0.79	1520	<0.5	<0.05		<0.01	30.8
28.11.90	1.94	5.32	4.23	1.10	998	<0.5	<0.05		<0.01	28.6
18.12.90	2.65	3.34	3.88	1.05	1425	<0.5	<0.05	<0.01	<0.01	27.8
22.1.91	1.71	4.74	4.15	0.85	1140	<0.5	<0.05	0.061	0.042	27.3
27.2.91	2.32	9.46	9.65	0.92	1425	<0.5	<0.05	0.084	0.027	27.7
20.3.91	2.40	2.25	2.29	0.84	1615	<0.5	<0.05	0.069	<0.01	28
16.4.91	2.47	4.25	3.4	1.46	950	<0.5	<0.05	0.018	<0.01	28.1
25.5.91	1.94	3.25	3.98	0.88	1235	<0.5	<0.05	<0.01	<0.01	29.6
25.6.91	1.78	2.75	3.04	0.66	1520	<0.5	<0.05	0.013	<0.01	30
27.7.91	2.80	5.51	7.09	1.66	950	<0.01	<0.05	0.066	<0.01	
21.8.91	3.53	4.72	4.40	1.4	1425	0.025	<0.05	<0.01	<0.01	29.4
18.9.91	1.36	3.15	3.42	0.53	1425	0.049	<0.05	0.065	<0.01	28.2
22.10.91	0.77	3.15	2.63	0.33	1330	0.040	0.039	0.078	<0.01	28.8
19.11.91	2.18	5.52	3.74	1.33	919	0.025	<0.05	0.066	<0.01	29.2
16.12.91	2.34	2.36	2.63	0.97	1354	<0.01		0.087		29
21.1.92	1.86	3.55	3.35	0.82	1269	0.167	<0.05	<0.01	0.061	27
18.2.92	3.36	10.24	9.98	1.7	1106	0.129	<0.05	0.062	0.041	27
24.3.92	1.54	3.94	2.56	0.64	1368	0.057	<0.05	<0.01	0.034	27.5
24.4.92	2.03	3.15	3.15	0.75	1520	0.163	<0.05	0.013	0.025	28
22.5.92	1.44	2.76	3.22	0.83	988	0.097	<0.05	<0.01	0.010	29
19.6.92	1.05	3.15	3.28	0.43	1377	<0.044	<0.05	0.09	<0.010	30
23.7.92	1.52	3.55	3.47	1.39	617	<0.044	<0.016	<0.013	<0.010	32
24.8.92	1.66	4.33	3.22	0.64	1453	0.181	<0.016	<0.013	<0.01	29
23.9.92	1.22	3.15	3.35	0.50	1377	0.031	<0.016	<0.013	<0.01	28

LAGUNA DE ASOSOSCA (Punto de muestreo)

