

Resumen

Titulo: Resultados Preliminares de la Composición Cualitativa y Cuantitativa del Zooplancton del Lago de Nicaragua. ¹⁹⁹⁷

Presentado por: MSc. Luis Moreno Delgado.

Centro Para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua. (CIRA/UNAN).

Durante el mes de Junio de 1997 se llevo a cabo una campaña de tres días (de 12 al 14) de muestreo en el Lago Nicaragua o Cociboloca. Durante ese periodo se colectaron un total de 46 muestras, de las cuales 30 muestras se han procesado hasta el momento. En las muestras se encontraron representantes de los tres principales grupos que componen el zooplancton (Copépodos, Cladóceros y Rotíferos). De estos grupos se han logrado identificar tres especies de Copépodos (un Calanoida y dos Cyclopoidas), seis especies de Cladóceros más una que esta por confirmarse y 12 especies de Rotíferos.

Quizás uno de los hallazgos más interesantes sea el hecho de haber encontrado dos especies del género *Daphnias* viviendo y reproduciéndose en las aguas del lago de Nicaragua, ya que según la literatura las especies de este genero prefieren aguas menos cálidas.

Desde el punto de vista cuantitativo se observó que el punto que hasta el momento presenta mayor abundancia de especies es el punto N97-11, esto en gran parte debido al aporte e los nauplios de Cyclopida ($> 100,000$ ind/l.) y Copepoditos de Cyclopida (alrededor de 40,000 ind/ l). Se observan diferencias en la distribución espacial del zooplancton tanto en el plano horizontal (entre puntos), como en el plano vertical (dentro de un mismo punto a diferentes profundidades). Este hecho puede tener como explicación las migraciones que tiene a lo largo del día los miembros de las comunidades zooplantónicas y a la escasez de vientos durante esta época del año lo cual favorece la estratificación de dichas comunidades.

INTRODUCCIÓN

El papel y la importancia del zooplancton en los ecosistemas acuáticos ha sido citado en innumerables ocasiones en la literatura (Tait 1971 ; Wicksted 1979; Goldman & Horne 1983 Margalef 1983, Infante 1988).

La gran cantidad de animales del zooplancton constituye una comunidad en sí mismo y entre ellos hay carnívoros, comedores de carroña y filtradores, además de herbívoros. Los grupos principales que componen el zooplancton de los lagos son tres: Los Copépodos, Cladóceros y Rotíferos. No se debe descartar a los protozoarios los cuales bajo ciertas condiciones pueden alcanzar muy altas densidades de población.

Los miembros del zooplancton juegan un papel muy importante en la ecología de los cuerpos de agua, ya que son los encargados de transformar el alimento producido por el fitoplancton en proteína animal, siendo de esta manera un eslabón intermedio entre el fitoplancton y los organismos acuáticos a una escala superior. (Wicksted 1979). La importancia de su estudio se basa además en su rol como organismos indicadores de la calidad del agua, se estiman densidades por encima de los 500 ind/l para lagos eutroficados y de hasta menos de 1 ind/l para lagos oligotroficados (Goldman & Horne 1983). Este aspecto nos es muy útil a la hora de evaluar las condiciones ambientales de nuestros recursos acuáticos.

El lago de Nicaragua o Cocibolca es nuestra mayor reserva de agua dulce y está entre los 10 lagos más grandes del mundo. Es un lago de origen tectónico, ocupa un área de 8.264 Km², su profundidad media es de 12.5 metros y su cuenca hidrográfica tiene una extensión de 15,844 Km². Todas estas características lo convierten en el cuerpo de agua más importante del país. Quizás la paradoja más grande de esta situación es que a pesar de su importancia los estudios limnológicos y específicamente los concernientes a las comunidades zooplantónicas realizados en este cuerpo de agua han sido pocos. Estos no han sido sistemáticos y se han limitado en el mejor de los casos a muestreos de una zona específica del lago o simplemente a un único muestreo el cual en muchos casos a consistido de una sola muestra tomada con fines taxonómicos. (Herbst 1960 ; De Ridder 1966 ; Moreno et al 1992). En el mes de Septiembre de 1994 el Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN) presentó un informe sobre los resultados de las

investigaciones realizadas para establecer las causas del fenómeno masivo de peces muertos en el lago Cocibolca observado en el mes de Mayo 1994. Durante esta actividad se muestrearon un total de 30 puntos y se midieron una serie de parámetros físico - químicos y biológicos dentro de los cuales estaba el zooplancton. Este a sido quizás el muestreo más extensivo que se ha realizado en este lago.

Este trabajo presenta los resultados de la composición cualitativa y cuantitativa de zooplancton del lago Cocibolca, obtenidos hasta el momento del muestreo llevado a cabo en el mes de Junio de 1997, durante el cual se muestrearon un total de 19 puntos.

OBJETIVOS

General

- Analizar los resultados obtenidos de las muestras de zooplancton tomadas en 30 puntos del lago de Nicaragua durante el mes de Junio de 1997.

Específicos

- Describir la composición cualitativa y cuantitativa del zooplancton del lago de Nicaragua.
- Comparar la distribución del zooplancton entre puntos de muestreo y dentro de diferentes profundidades de un mismo punto de muestreo.

METODOLOGÍA

Muestreo :

Se muestrearon un total de 19 puntos (ver mapa) durante una campaña de tres días de muestreo (12, 13 y 14 de Junio de 1997). Los códigos de los puntos, así como su ubicación, hora y fecha de muestreo se listan en la tabla 1.

Durante este período se tomaron dos juegos de muestras de zooplancton, una para análisis cualitativo y otro para análisis cuantitativo. Del total de puntos muestreados al momento de redactar este reporte de avance se habían analizado 13.

Las muestras Cualitativas se tomaron usando una red de zooplancton del tipo Wisconsin ; para tal efecto se hicieron arrastres desde un metro sobre el fondo hasta la superficie. Esta operación se repitió 3 veces.

Las muestras cuantitativas de zooplancton fueron tomadas usando una Cámara de Schindler de 12 litros, estas muestras en los primeros 5 puntos de muestreo se tomaron de forma integrada, debido a que la profundidad no superaba los 10 metros, en los restantes puntos se tomaron por estratos.

Las muestras integradas (las de los primeros 5 puntos) se componen del volumen de agua filtrado por la cámara de Schindler a tres diferentes niveles de profundidad; procurando que cada nivel fuera representativo del estrato superior, el medio y el más profundo del punto de muestreo, el cual fue fijado a un metro sobre el fondo.

Las muestras por estratos consistieron en muestras de un mismo punto a diferentes profundidades, para tal fin se tomaron muestras en tres diferentes niveles o estratos de la columna de agua (superficie, medio y fondo). En cada nivel se filtro el volumen de agua equivalente a tres cámaras de Schindler (36 litros). En total se tomaron 46 muestras cuantitativas de las cuales se han analizado hasta el momento de redactar este reporte 30.

Todas las muestras se fijaron con formalina, procurando que la concentración final de esta en el frasco de la muestra fuera de aproximadamente el 4%.

Pto de Muestreo	Fecha	Hora	Latitud	Longitud
N97-01	12/6/97	9: 30	N 12°02.806	W 85°51.638
N97-02	12/6/97	10: 55	N 11°58.6	W 85°50.4
N97-03	12/6/97	12: 40	N 11°52.1	W 85°47.8
N97-04	12/6/97	13: 46	N 11°49.8	W 85°44.5
N97-05	12/6/97	14: 50	N 11°47.3	W 85°40.9
N97-06	12/6/97	15: 47	N 11°44.8	W 85°40.9
N97-07	12/6/97	17: 02	N 11°42.1	W 85°37.0
N97-08	13/6/97	6: 47	N 11°31.827	W 85°15.64
N97-09	13/6/97	8: 35	N 11°31.5	W 85°17.3
N97-10	13/6/97	11: 35	N 11°20.6	W 85°26.1
N97-11	13/6/97	18: 07	N 11°27.5	W 85°39.4
N97-12	13/6/97	19: 17	N 11°25.3	W 85°35.0
N97-13	13/6/97	21: 25	N 11°15.5	W 85°31.2
N97-14	14/6/97	5: 20	N 11°18.25	W 85°08.5
N97-15	14/6/97	10: 10	N 11°42.704	W 85°18.132
N97-16	14/6/97	11: 35	N 11°51.052	W 85°25.052
N97-17	14/6/97	13: 20	N 11°56.914	W 85°35.045
N97-18	14/6/97	14: 22	N 11°55.464	W 85°40.100
N97-19	14/6/97	15: 37	N 12°01.637	W 85°42.806

Tabla 1 : Puntos de Muestreo.

Laboratorio :

El análisis cualitativo se realizó agrupando los organismos por grandes grupos, para su posterior identificación hasta el nivel de especie cuando fue posible. Las identificaciones se llevaron a cabo usando claves taxonómicas y con la ayuda de un microscopio *Leitz LABORLUX D*. Cuando fue necesario se efectuaron disecciones usando para tal efecto agujas de 1 y 0.15 milímetros de diámetro.

Para el análisis cuantitativo, las Muestras se contaron en su totalidad, exceptuando las muestras N97-02, N97-03, N97-04 y N97-05; las cuales fueron contadas llevándolas hasta un volumen conocido de 100 mililitros, y extrayendo alíquotas de tres mililitros mediante la ayuda de una pipeta Hensen Stemple. El conteo de las muestras se llevó a cabo en una Cámara de tipo Bogorov. Un total de tres alíquotas de tres mililitros se contaron en el caso de estas muestras y se reporto el promedio de organismos encontrados en ellas como resultado. Posteriormente se efectuaron los cálculos necesarios para obtener el número de organismos por metros cúbicos (ind/m³) usando la siguiente formula :

$$(((n/3) * Vc)/Vf) * 1000$$

Donde :

n : Es el promedio de individuos en las tres alíquotas.

Vc : Es el Volumen concentrado. En nuestro caso 100 ml.

Vf : El volumen filtrado. 36 litros en nuestro caso.

Se dividió n entre 3 para obtener el número promedio de individuos en 1 mililitro y se multiplico por 1000 para obtener el resultado final en metros cúbicos.

Para las muestras que se contaron en su totalidad la formula que se empleó fue la siguiente:

$$(N/Vf) * 1000$$

Donde :

N : Total de individuos en la muestra

Vf : Volumen filtrado

Todos los resultados de los análisis cuantitativos se expresaron en individuos por metros cúbicos.

Análisis estadísticos t - student se aplicaron con el fin de conocer si existían diferencias significativas a un nivel de 95% de confiabilidad entre los puntos de muestreo y entre las diferentes profundidades dentro de un punto de muestreo. Además se aplicaron análisis multivariados, dendogramas (cluster analysis) con el fin de encontrar agrupaciones de puntos de muestreos similares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A) Composición Cualitativa :

De los puntos analizados hasta el momento se han logrado identificar un total de 19 especies zooplantónicas. Los Rotíferos son el grupo que presenta mayor diversidad de especies con 11, seguido de los Cladóceros con 5 y finalmente los Copépodos con 3. Aún quedan por identificar hasta el nivel de especies dos Cladóceros, pertenecientes a los géneros *Daphnia* y *Bosmina*, y un Rotífero perteneciente al género *Epiphanes*, los cuales no se incluyen en la tabla 2.

Copépodos	Cladóceros	Rotíferos
<i>Arctodiaptomus dorsalis</i>	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>	<i>Brachionus angularis</i>
<i>Thermocyclops inversus</i>	<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Brachionus falcatus</i>
<i>Mesocyclops nicaraguensis</i>	<i>Diaphanosoma fluviatile</i>	<i>Brachionus havanensis</i>
	<i>Moina micrura</i>	<i>Filinia longiseta</i>
	<i>Daphnia parvula</i>	<i>Filinia opoliensis</i>
		<i>Filinia terminalis</i>
		<i>Hexarthra intermedia</i>
		<i>Keratella americana</i>
		<i>Keratella cochlearis</i>
		<i>Polyarthra vulgaris</i>
		<i>Trichocerca capucina</i>

Tabla 2 : Especies identificadas en el lago Cocibolca durante el análisis de las muestras de Junio 1997.

Las tres especies de Copépodos se encontraron presente prácticamente en todas las muestras analizadas. *A. dorsalis* y *T. inversus* se encontraron en el 100% de las muestras. Mientras que *M. nicaraguensis* se encontró en el 70% de las muestras. Estas tres especies son comunes para Nicaragua y han sido reportadas con anterioridad para el lago de Nicaragua y Lago de Managua. *A. dorsalis* ha sido reportado además para la laguna de

Asosoca, así como *M. nicaraguensis*. Por otra parte *T. inversus* y *M. nicaraguensis* se han reportado en la laguna de Masaya y el embalse artificial de las Canoas.

Del grupo de los Cladóceros *Daphnia parvula* se reporta por primera vez para el lago de Nicaragua. Esta especie, es la segunda del género *Daphnia* en ser reportada para el país (Moreno & Infante 1991). *Daphnia parvula* había sido encontrada con anterioridad en el embalse de las Canoas. Su presencia en aguas del lago de Nicaragua llama mucho la atención ya que a pesar de ser una de las 6 especies de *Daphnia* encontradas en aguas tropicales, se tenía pensado que prefiere aguas un poco más frías que las del lago, además su distribución refiere que se encuentra confinada a lagos pequeños y estanques permanentes (Brooks 1957). Es muy probable que *D. parvula* haya llegado al lago de Nicaragua proveniente de los ríos que desemboca de la zona montañosa central del país y/o a través del Río Malacatoya el cual proviene del embalse de las Canoas. Esta especie con el tiempo pudo llegar a adaptarse a las condiciones existentes en el lago Nicaragua, ya que su presencia no fue casual en las muestras (se encontró en el 98 % de las muestras), además se pudo comprobar de que se está reproduciendo en el lago por la presencia de huevos y embriones en su cámara de incubación.

El resto de especies de Cladóceros, son propios de zonas pelágicas de lagos tropicales y se encuentran ampliamente distribuidos en los cuerpos de agua del país. *B. longirostris* y *C. cornuta* se encontraron en el 100% de las muestras. mientras que *M. micrura* se encontró en el 98%.

Los rotíferos fueron el grupo que presentó mayor diversidad de especies en las muestras del lago Cocibolca con un total de 11, de estas cuatro especies (*B. falcatus*, *B. angularis*, *B. havanaensis* y *F. opoliensis*) aparecieron con mucha frecuencia en las muestras, con porcentajes de 100% en el caso de *B. falcatus*, 97% para *B. angularis* y *B. havanaensis*, y 86% para *F. opoliensis*. *K. cochlearis* fue encontrada en un 10% del total de muestras analizadas hasta la fecha, mientras que *K. americana* y *F. longiseta* se encontraron en el 63% de las muestras. Otra especie que se encontró en más del 50% de las muestras es *H. intremedia*, con un 56%. Por último las especies que aparecieron en menos del 50% de las muestras fueron: *F. terminalis* (43%), *T. Capusina* (30%) y *P. vulgaris* 16%.

La totalidad de las especies reportadas son de hábitat pelágico, correspondiendo con el origen de las muestras, esto explica además la ausencia de especies propias de hábitat litorales y que han sido reportadas con anterioridad para el lago Cocibolca como lo son las de rotíferos pertenecientes al género *Lacane* (Moreno et. al 1992) y las de Cladóceros del género *Alona* (García 1994). Sin embargo no se han encontrado en las muestras analizadas hasta el momento de redactar este trabajo tres especies de Rotíferos pertenecientes al género *Brachionus*. Estas son *B. plicatilis*, *B. calyciflorus* y *B. patulus*, las cuales habían sido reportadas en los resultados de Septiembre de 1994.

B) Composición Cuantitativa:

El mayor número de ind/m³ se presentó en la superficie del punto N97-11 (Gráfico # 1). En este punto se registró un total de 242,667 ind/m³, siendo el mayor aporte el de los nauplios de Cyclopoida con un total de 102,417 ind/m³. El número total de Copepódos encontrados fue de 189,375 ind/m³, este resultó ser el mayor aporte en cuanto a número de individuos por metro cúbico en lo que va de muestras analizadas. El número de Cladóceros encontrados en este punto fue de 47,250 ind/m³ y la de Rotíferos fue de solamente 6,042 ind/m³. Este punto (N97-11) queda muy próximo a las costas de la isla de Ometepe; lo que podría ser la razón del alto número de organismo, dado que es de suponer que una cantidad considerable de nutrientes son lixiviados de los suelos de la isla por acción de las lluvias. También es de suponer que existe un aporte de nutrientes proveniente de la actividad antropogénica, los cuales van a fertilizar las aguas creando un hábitat propicio para el desarrollo de las algas (se encontraron valores de hasta 20.72 µg/l de clorofila -a), las cuales van a ser seguidas por un inmediato crecimiento de las poblaciones del zooplancton. También no debe descartarse el efecto protector de la Isla, la cual reduce los efectos del viento permitiendo así una mayor concentración de los organismos planctónicos.

Otros puntos que presentaron concentraciones considerables de zooplancton fueron: El punto N97-02 en el que se encontraron hasta 174,074 ind/m³, siendo los Copepódos los que aportaron mayor número de organismos con un total de 143,210 ind/m³, seguidos de los Cladóceros con 24,074 ind/m³ y los Rotíferos con apenas 6,790 ind/m³. Este punto queda 10 kilómetros frente de las costas de Granada y en él se encontraron valores de hasta 38.48 µg/l de clorofila-a. El punto N97-12, el cual a 10 metros de profundidad presentó una

concentración de 190,917 ind/m³ ; siendo los Copepodos los más abundantes (135,125 ind/m³), seguidos de los Cladóceros (52,667 ind/m³) y los Rotíferos con (3,125 ind/m³). En este punto fue donde se registró la concentración más alta de Cladoceros. en este punto se registraron valores de hasta 23.68 µg/l de clorofila -a. Hay que señalar además que el punto N97-12 presento las mismas condiciones de proximidad a la Isla de Ometepe que el punto N97-11.

El punto que presento la menor densidad de organismos fue el punto N97-01, con un total de 12,417 ind/m³ . Los Copepodos fueron los más abundantes con 11,042 ind/m³ , los Cladóceros se encontraron en abundancias de 833 ind/m³ y los Rotíferos de 542 ind/m³ . En este punto se registraron valores de hasta 26.64 µg/l de colorofila -a; cabe preguntarnos ¿Porque si hay suficiente biomasa de fitoplancton los valores de zooplancton son tan bajos?. Una explicación muy lógica, puede ser la poca profundidad de este punto (1.5 metros) y el intenso oleaje de esta zona. Habíamos mencionado anteriormente que todas las especies que se habían reportado en este trabajo eran pelágicas; esto explicaría los bajos valores, pero ¿porque no encontramos especies litorales?. La razón de no encontrarlas es muy sencilla; las especies litorales, prefieren lugares de poco viento y con protección vegetal.

Los Copépodos fueron los organismos más abundantes del zooplancton del lago de Nicaragua, su rango de abundancia porcentual fue entre 90 y 60% (Gráfico #2). Estos valores se debieron principalmente a la alta concentración de copeoditos y nauplios (formas juveniles). Dentro de estas formas juveniles nauplios de Cyclopoida fueron los más importantes llegando a alcanzar valores porcentuales entre el 12 y el 79% de los copepodos.

Los Cladóceros ocuparon el segundo lugar en cuanto a abundancia. Su valores porcentuales oscilaron entre el 7 y el 38% del total de organismos encontrados en las muestras. Estos valores durante los primeros 10 puntos de muestreo no representaron más del 20% de las muestras, es solo a partir del punto N97-12, que los valores de los Cladóceros se ven aumentados ; alcanzando entre los puntos N97-12-01 y N97-12-10 valores que estuvieron en un rango entre 28 y 38%.

Dentro del grupo de los cladóceros *C. cornuta* y *B. longirostris* fueron las más representativas en el porcentaje total de Cladóceros encontrados en las muestras. *B.*

longirostris fue la más abundante de todos los Cladóceros alcanzando porcentajes de hasta 75 % (N-97-12-0) del total de los Cladóceros encontrados en una muestra (Gráfico #3), mientras que *C. cornuta*, llegó a alcanzar porcentajes de hasta 65% (N97-07-14), de los Cladóceros encontrados en una muestra.

Los Rotíferos como ya habíamos señalado anteriormente conformaron el grupo menos representativo en cuanto a número. En todas las muestras analizadas hasta el momento nunca constituyeron más del 11 % del total de individuos. Aquí los géneros más importantes por su abundancia fueron *Brachionus* y *Filinia*.

Se aplicó la prueba estadística t-student, con el fin de saber si existían diferencias significativas a un nivel de confiabilidad del 95% entre y dentro los puntos de muestreo.

De los 8 puntos muestreados por estratos que se han analizado hasta el momento; 5 de ellos presentaron diferencia significativa en al menos una de las profundidades (estratos). Los puntos N97-09 y N97-10 presentaron diferencias significativas en sus tres profundidades.

En el grupo de las muestras integradas también hubieron puntos que presentaron diferencias entre si tal es el caso del punto N97-01, el cual presento diferencias significativa ($P < 0.05$) con el punto N97-05. Los otros puntos del grupo de muestras integradas en presentar diferencias significativas entre si fueron los puntos N97-02 y el N97-03.

Finalmente las muestras por estratos y las muestras integrales cuando se compararon entre si presentaron en la mayoría de los casos diferencias significativas ($P < 0.05$). el total de los resultados de la prueba t-student se presenta en la tabla tres en la sección de anexos.

Los resultados del análisis multivariado (Gráfico # 4) no reflejaron una división clara entre los puntos de muestreo. esto se pudo haberse debido a que al momento de efectuar el análisis faltaban muchos de los datos físico químicos, para los puntos correspondientes y se tuvo que trabajar haciendo aproximaciones, usando los promedios en sustitución de los datos perdidos.

Los resultados de la prueba t-student, nos sugieren que el zooplancton del lago Nicaragua se distribuye de manera heterogénea, lo cual es extraño para un lago tan somero, donde se cree que la acción del viento es la responsable de la mezcla de toda la columna de agua. En este caso el viento podría ser el factor determinante para la distribución del

zooplancton en la columna de agua, dado que durante los días en que se llevo a cabo el muestreo se observo una relativa calma en las aguas del lago, llegando en ocasiones a existir una ausencia total del oleaje.

Se hace necesario profundizar los estudios del zooplancton y los limnológicos en general en el lago de Nicaragua, dándoles un carácter de sistematicidad solo así se podrán comprender y tratar de resolver las preguntas que quedan planteadas en este reporte preliminar. ¿De donde provino y como entro *D. parvula* al lago de Nicaragua ?, ¿Existe solamente una especie de *Daphnia* en el Lago de Nicaragua ?, ¿es realmente la distribución del zooplancton de lago de Nicaragua heterogénea ?, ¿Es el viento el factor que determina la distribución del zooplancton en el lago de Nicaragua ?

CONCLUSIONES

Por ser este trabajo un informe de carácter preliminar es muy prematuro formular conclusiones definitivas, sin embargo podemos decir a manera de conclusión :

- * De los puntos analizados hasta el momento se han logrado identifica un total de 19 especies zooplantónicas. 11 de Rotíferos, 5 Cladóceros y 3 Copépodos.
- * *Daphnia parvula* se reporta por primera vez para el lago de Nicaragua.
- * En la superficie del punto N97-11 se registraron las concentraciones más altas del zooplancton (242, 667 ind/m³).
- * Los Copépodos fueron el grupo dominante en cuanto a número de individuos por metros cúbicos (arriba del 60% de organismos en todas las muestras analizadas), gracias al aporte de sus formas juveniles la que en algunos casos llegaron a representar hasta el 79% del total de estos.
- * Se encontró diferencia significativa entre profundidades de un mismo punto, en al menos 5 de los 8 puntos muestreados por estratos. Esta situación se encontró también en dos de los 5 puntos integrales, lo cual nos hace pensar que el zooplancton del Lago de Nicaragua se encuentra heterogéneamente distribuido.

Muestreo en un Tiempo de 9 Años

Basado en los registros de cuatro campañas de muestreo (Tabla 2) se pretende ilustrar los cambios que se han venido manifestando. Los puntos de muestreo considerados obedecen a la proximidad de los mismos.

Determinación Cuantitativa de la Carga de Fósforo Total y Nitrógeno Total de los Principales Tributarios del Lago

Se seleccionaron siete (Fig. 2) de un total de 25 ríos que drenan al Lago Cocibolca, debido a que se consideraron los de mayor aporte (Malacatoya, Mayales, Acoyapa, Oyate, Tepenaguasapa, Papaturo y Ochomogo), así como un punto en la Salida del Lago. Los muestreos se realizaron entre noviembre (2002) y julio (2003); para cada río se seleccionaron 5 a 7 períodos de muestreo (Flores Sanchez, 2005). Las muestras de agua se colectaron en los ríos a una distancia entre 300m y 500m antes de su desembocadura en el Lago, con una botella "Van Dorn" a un tercio (1/3) de la profundidad promedio del sitio y compuestas por tres alícuotas de la sección transversal. Personal técnico del Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER) realizaron los aforos líquidos instantáneos en los sitios donde fue posible

medirlos, utilizando el método de Medición de Velocidad en el Centroides del Flujo.

A excepción de los análisis de nitrógeno total Microkjeldahl (Ahlgren, L & Ahlgren, G., 1992) y de amonio (Rodier J., 1981), la metodología que se utilizó para el procesamiento analítico de los nitratos, nitritos y fósforo total se basan en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th. Washington: APHA, 1999.

Resultados**Indicadores Internos de la Eutroficación en el Lago Cocibolca**

En un período de 9 años, desde 1994 hasta 2003 se ha encontrado, manifestaciones de eutrofización en las comunidades biológicas acuáticas. La biomasa del fitoplancton es fundamental como indicador ya que puede interferir en el uso del agua por el ser humano.

Es evidente que el crecimiento de fitoplancton ha sido estimulado en el lago en los últimos 9 años como se expresa en la Figura 6. La biomasa, determinada como clorofila-a y peso-húmedo de fitoplancton ha aumentado en un factor de aproximadamente 2 a 3.

Las comunidades biológicas han sufrido un

Tabla 2. Época y Sitios de Muestreo del Lago Cocibolca

Mes/Año	Sitios de muestreo considerados ver Figuras 2 y 5
Mayo 1994 (inicio época lluviosa)	28, 29 y 30
Junio 1997 (época lluviosa)	6 y 7
Agosto-Noviembre 2002 (época lluviosa)	1 y 2
Enero-Marzo 2003 (época seca)	1 y 2

ANEXO

T-test for Dependent Samples: p-levels (lagonc.sta)
 Diferencias Significativas para los valores $p < .05000$

	N9701	N9702	N9703	N9704	N9705	N9706_1	N9706_5	N9706_11	N9707_1	N9707_5	N9707_14
N9701	1.000000	0.054567	0.133252	0.067930	0.049243	0.063989	0.023643	0.062064	0.077380	0.158960	0.099433
N9702	0.054567	1.000000	0.011941	0.069499	0.073686	0.071388	0.121489	0.119494	0.053478	0.044617	0.044919
N9703	0.133252	0.011941	1.000000	0.608602	0.395043	0.360175	0.560433	0.352442	0.174718	0.129735	0.422030
N9704	0.067930	0.069499	0.608602	1.000000	0.135006	0.111927	0.303523	0.310941	0.072224	0.053601	0.158534
N9705	0.049243	0.073686	0.395043	0.135006	1.000000	0.628641	0.564366	0.088264	0.054357	0.030787	0.545676
N9706_1	0.063989	0.071388	0.360175	0.111927	0.628641	1.000000	0.381691	0.068071	0.093841	0.056783	0.471770
N9706_5	0.023643	0.121489	0.560433	0.303523	0.564366	0.381691	1.000000	0.184028	0.036737	0.023206	0.805444
N9706_11	0.062064	0.119494	0.352442	0.310941	0.088264	0.068071	0.184028	1.000000	0.064306	0.051971	0.103932
N9707_1	0.077380	0.053478	0.174718	0.072224	0.054357	0.093841	0.036737	0.064306	1.000000	0.042496	0.121600
N9707_5	0.158960	0.044617	0.129735	0.053601	0.030787	0.056783	0.023206	0.051971	0.042496	1.000000	0.086443
N9707_14	0.099433	0.044919	0.422030	0.158534	0.545676	0.471770	0.805444	0.103932	0.121600	0.086443	1.000000
N9708_0	0.158478	0.027453	0.120314	0.022401	0.046471	0.149200	0.141364	0.025604	0.386316	0.174801	0.065031
N9708_5	0.154291	0.028100	0.121411	0.021173	0.139509	0.277201	0.255591	0.027165	0.331739	0.159652	0.062940
N9708_10	0.111705	0.028379	0.286820	0.026603	0.549740	0.474489	0.827109	0.039274	0.150258	0.098725	0.944823
N9708_20	0.170679	0.033231	0.115899	0.034017	0.024395	0.066731	0.056037	0.036795	0.741302	0.203459	0.058251
N9709_0	0.127682	0.047751	0.143613	0.056666	0.024553	0.041737	0.010921	0.050558	0.039583	0.655651	0.093573
N9709_5	0.055891	0.079515	0.817109	0.352533	0.096994	0.072364	0.355561	0.127773	0.051897	0.038914	0.322947
N9709_30	0.026546	0.414039	0.145236	0.089547	0.015461	0.011543	0.041410	0.079744	0.019804	0.017797	0.012814
N9710_0	0.477972	0.033793	0.086385	0.033192	0.014835	0.025372	0.012630	0.035426	0.002701	0.010667	0.046794
N9710_5	0.055986	0.256974	0.194119	0.222290	0.077409	0.060331	0.134874	0.281090	0.053908	0.047919	0.043650
N9710_30	0.231849	0.039165	0.113028	0.044322	0.022724	0.042890	0.019420	0.044394	0.007336	0.752336	0.064066
N9711_0	0.044545	0.170863	0.031400	0.043199	0.044405	0.040247	0.062252	0.039369	0.043586	0.038973	0.039749
N9711_5	0.061407	0.811252	0.048224	0.084453	0.074069	0.088940	0.118270	0.101597	0.062551	0.052768	0.063357
N9711_10	0.062023	0.205889	0.145965	0.196832	0.087342	0.073217	0.178131	0.423091	0.062939	0.049841	0.078650
N9712_0	0.040070	0.296217	0.800234	0.925421	0.166065	0.189810	0.297183	0.832722	0.063567	0.035562	0.414952
N9712_5	0.030862	0.508308	0.254339	0.296202	0.050538	0.062980	0.111290	0.485518	0.034164	0.022382	0.105186
N9712_10	0.035803	0.594227	0.042611	0.065594	0.040091	0.043573	0.072498	0.091289	0.035533	0.027847	0.042680
N9713_0	0.017084	0.139598	0.582284	0.396097	0.823954	0.769088	0.954571	0.295611	0.055615	0.011835	0.805370
N9713_5	0.025974	0.245536	0.403201	0.500717	0.038259	0.053512	0.120560	0.846646	0.021017	0.014361	0.059030
N9713_10	0.030007	0.328419	0.096160	0.139790	0.031250	0.036268	0.088147	0.317820	0.023808	0.018268	0.017705

ANEXO

T-test for Dependent Samples: p-levels (lagonc.sta)
 Diferencias Significativas para los valores $p < .05000$

	N9708_0	N9708_5	N9708_10	N9708_20	N9709_0	N9709_5	N9709_30	N9710_0	N9710_5	N9710_30	N9711_0
N9701	0.158478	0.154291	0.111705	0.170679	0.127682	0.055891	0.026546	0.477972	0.055986	0.231849	0.044545
N9702	0.027453	0.028100	0.028379	0.033231	0.047751	0.079515	0.414039	0.033793	0.256974	0.039165	0.170863
N9703	0.120314	0.121411	0.286820	0.115899	0.143613	0.817109	0.145236	0.086385	0.194119	0.113028	0.031400
N9704	0.022401	0.021173	0.026603	0.034017	0.056666	0.352533	0.089547	0.033192	0.222290	0.044322	0.043199
N9705	0.046471	0.139509	0.549740	0.024395	0.024553	0.096994	0.015461	0.014835	0.077409	0.022724	0.044405
N9706_1	0.149200	0.277201	0.474489	0.066731	0.041737	0.072364	0.011543	0.025372	0.060331	0.042890	0.040247
N9706_5	0.141364	0.255591	0.827109	0.056037	0.010921	0.355581	0.041410	0.012630	0.134874	0.019420	0.062252
N9706_11	0.025604	0.027165	0.039274	0.036795	0.050558	0.127773	0.079744	0.035426	0.281090	0.044394	0.039369
N9707_1	0.386316	0.331739	0.150258	0.741302	0.039583	0.051897	0.019604	0.002701	0.053908	0.007336	0.043586
N9707_5	0.174801	0.159652	0.098725	0.203459	0.655651	0.038914	0.017797	0.010667	0.047919	0.752336	0.038973
N9707_14	0.065031	0.062940	0.944823	0.058251	0.093573	0.322947	0.012814	0.046794	0.043650	0.064066	0.039749
N9708_0	1.000000	0.305454	0.052945	0.167138	0.204611	0.006813	0.004983	0.067001	0.026564	0.124635	0.029344
N9708_5	0.305454	1.000000	0.046054	0.126462	0.189760	0.007355	0.005483	0.063588	0.028538	0.115086	0.028999
N9708_10	0.052945	0.046054	1.000000	0.068028	0.109285	0.144202	0.007534	0.055104	0.044110	0.078935	0.028884
N9708_20	0.167138	0.126462	0.068028	1.000000	0.287191	0.017965	0.009312	0.041220	0.034234	0.110496	0.033174
N9709_0	0.204611	0.189760	0.109285	0.287191	1.000000	0.036775	0.015452	0.050342	0.044912	0.523471	0.038576
N9709_5	0.006813	0.007355	0.144202	0.017965	0.036775	1.000000	0.005892	0.022087	0.089682	0.029131	0.042988
N9709_30	0.004983	0.005483	0.007534	0.009312	0.015452	0.005892	1.000000	0.012239	0.602886	0.013993	0.098714
N9710_0	0.067001	0.063588	0.055104	0.041220	0.050342	0.022087	0.012239	1.000000	0.033616	0.007952	0.032663
N9710_5	0.026564	0.028538	0.044110	0.034234	0.044912	0.089682	0.602886	0.033616	1.000000	0.039864	0.063438
N9710_30	0.124635	0.115086	0.078935	0.110496	0.523471	0.029131	0.013993	0.007952	0.039864	1.000000	0.036440
N9711_0	0.029344	0.028999	0.028884	0.033174	0.038576	0.042988	0.098714	0.032663	0.063438	0.036440	1.000000
N9711_5	0.038132	0.037101	0.038304	0.043452	0.053716	0.077981	0.339375	0.041244	0.232678	0.048058	0.023902
N9711_10	0.027067	0.025577	0.023818	0.035491	0.050666	0.104845	0.590463	0.034686	0.867245	0.043114	0.032658
N9712_0	0.063067	0.078073	0.350976	0.047783	0.040363	0.572221	0.416437	0.025470	0.615765	0.033342	0.094215
N9712_5	0.016629	0.019454	0.054372	0.019198	0.025651	0.121096	0.960896	0.017157	0.831194	0.020586	0.132476
N9712_10	0.018545	0.019193	0.022767	0.022401	0.030024	0.046663	0.247890	0.022410	0.218068	0.025568	0.249992
N9713_0	0.253583	0.366744	0.824728	0.077958	0.018372	0.480186	0.106717	0.008470	0.225774	0.012387	0.080554
N9713_5	0.004817	0.008199	0.035573	0.007553	0.018706	0.124409	0.490812	0.010169	0.748864	0.011619	0.107155
N9713_10	0.005538	0.005764	0.006409	0.009432	0.019920	0.033040	0.992882	0.012916	0.786650	0.014803	0.113572

ANEXO

T-test for Dependent Samples: p-levels (lagonic.sta)
 Diferencias Significativas para los valores $p < .05000$

	N9711_5	N9711_10	N9712_0	N9712_5	N9712_10	N9713_0	N9713_5	N9713_10
N9701	0.061407	0.062023	0.040070	0.030862	0.035803	0.017084	0.025974	0.030007
N9702	0.811252	0.205889	0.296217	0.508308	0.594227	0.139598	0.245536	0.328419
N9703	0.048224	0.145965	0.800234	0.254339	0.042611	0.582284	0.403201	0.096160
N9704	0.084453	0.196832	0.925421	0.296202	0.065594	0.396097	0.500717	0.139790
N9705	0.074069	0.087342	0.166065	0.050538	0.040091	0.823954	0.038259	0.031250
N9706_1	0.066940	0.073217	0.189810	0.062980	0.043573	0.769088	0.053512	0.036268
N9706_5	0.118270	0.178131	0.297183	0.111290	0.072498	0.954571	0.120560	0.088147
N9706_11	0.101597	0.423091	0.832722	0.485518	0.091289	0.295611	0.846646	0.317820
N9707_1	0.062551	0.062939	0.063567	0.034164	0.035533	0.055615	0.021017	0.023808
N9707_5	0.052766	0.049841	0.035562	0.022382	0.027847	0.011835	0.014361	0.018268
N9707_14	0.063357	0.078650	0.414952	0.105186	0.042680	0.805370	0.059030	0.017705
N9708_0	0.038132	0.027067	0.063067	0.016629	0.018545	0.253583	0.004817	0.005538
N9708_5	0.037101	0.025577	0.078073	0.019454	0.019193	0.366744	0.006199	0.005764
N9708_10	0.038304	0.023818	0.350976	0.054372	0.022767	0.824728	0.035573	0.006409
N9708_20	0.043452	0.035491	0.047783	0.019198	0.022401	0.077958	0.007553	0.009432
N9709_0	0.053716	0.050666	0.040363	0.025651	0.030024	0.018372	0.016706	0.019920
N9709_5	0.077981	0.104845	0.572221	0.121096	0.046663	0.480186	0.124409	0.033040
N9709_30	0.339375	0.590463	0.416437	0.960896	0.247890	0.106717	0.490812	0.992882
N9710_0	0.041244	0.034686	0.025470	0.017157	0.022410	0.008470	0.010169	0.012916
N9710_5	0.232678	0.867245	0.615765	0.831194	0.218068	0.225774	0.748864	0.786650
N9710_30	0.048058	0.043114	0.033342	0.020586	0.025568	0.012387	0.011619	0.014803
N9711_0	0.023902	0.032658	0.094215	0.132476	0.249992	0.080554	0.107155	0.113572
N9711_5	1.000000	0.065178	0.219604	0.407791	0.731708	0.143270	0.266525	0.343961
N9711_10	0.065178	1.000000	0.597329	0.687364	0.084444	0.232766	0.819849	0.639716
N9712_0	0.219604	0.597329	1.000000	0.090800	0.060546	0.151900	0.596778	0.342765
N9712_5	0.407791	0.687364	0.090800	1.000000	0.067967	0.065222	0.377488	0.936227
N9712_10	0.731708	0.084444	0.060546	0.067967	1.000000	0.061655	0.094301	0.136423
N9713_0	0.143270	0.232766	0.151900	0.065222	0.061655	1.000000	0.070468	0.079414
N9713_5	0.266525	0.819849	0.596778	0.377488	0.094301	0.070468	1.000000	0.145417
N9713_10	0.343961	0.639716	0.342765	0.936227	0.136423	0.079414	0.145417	1.000000

Composición Cuantitativa del Zooplancton del Lago Nicaragua. Junio 1997

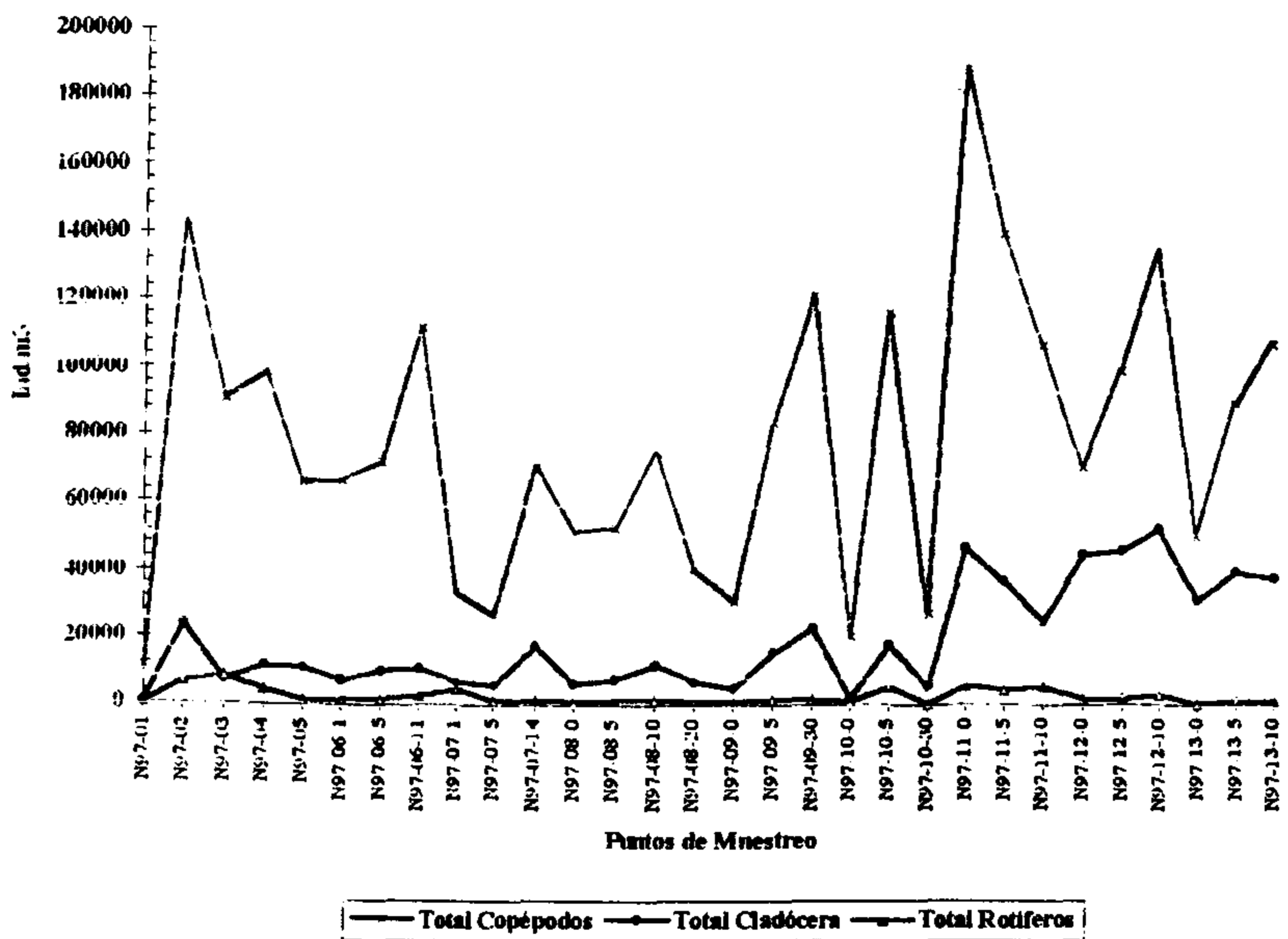


Gráfico 1

Porcentaje por puntos del Zooplancton del Lago Nicaragua. Junio 1997

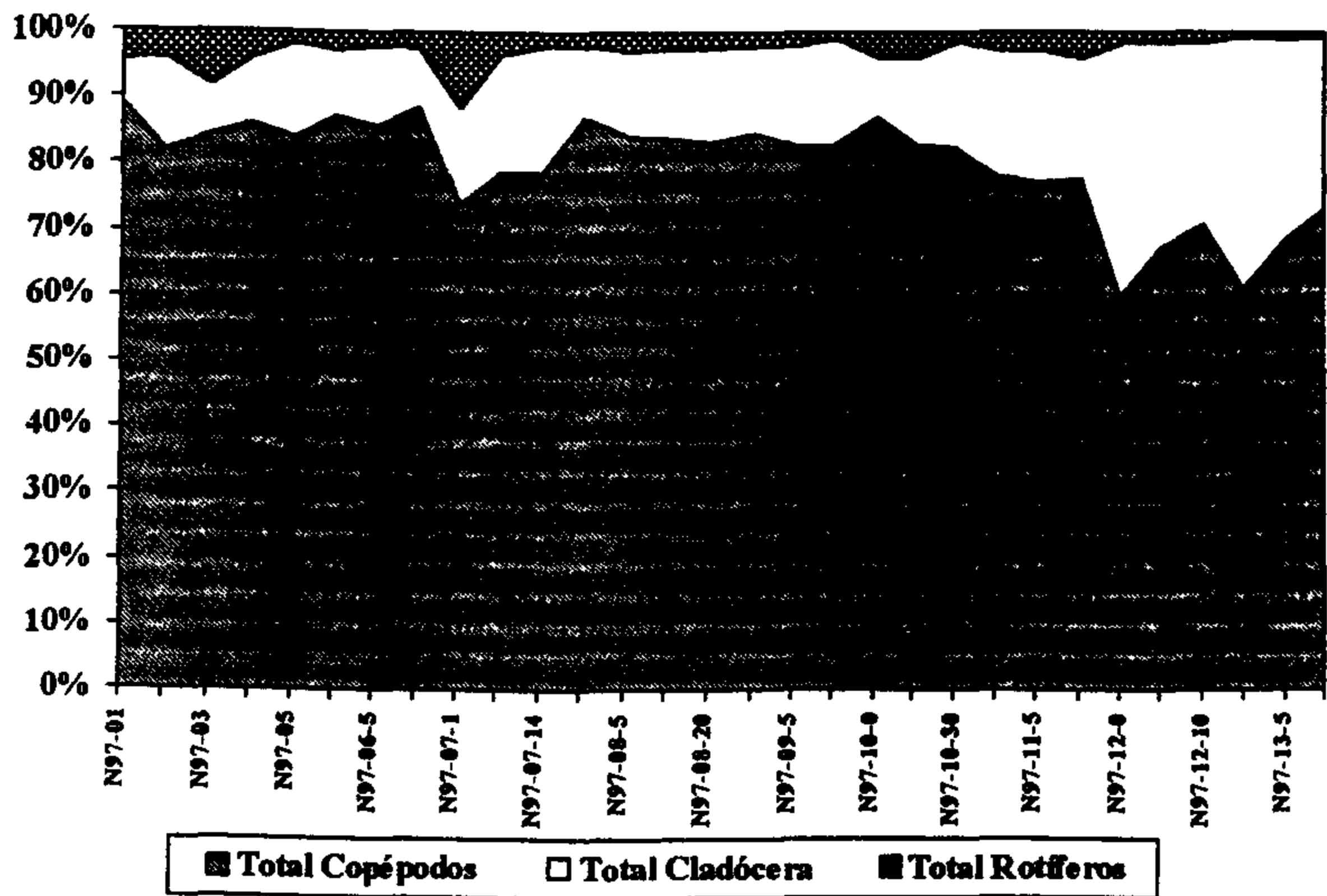


Gráfico 2

Porcentaje de Abundancia de las especies de Cladóceros del Lago Cocibolca Junio 1997

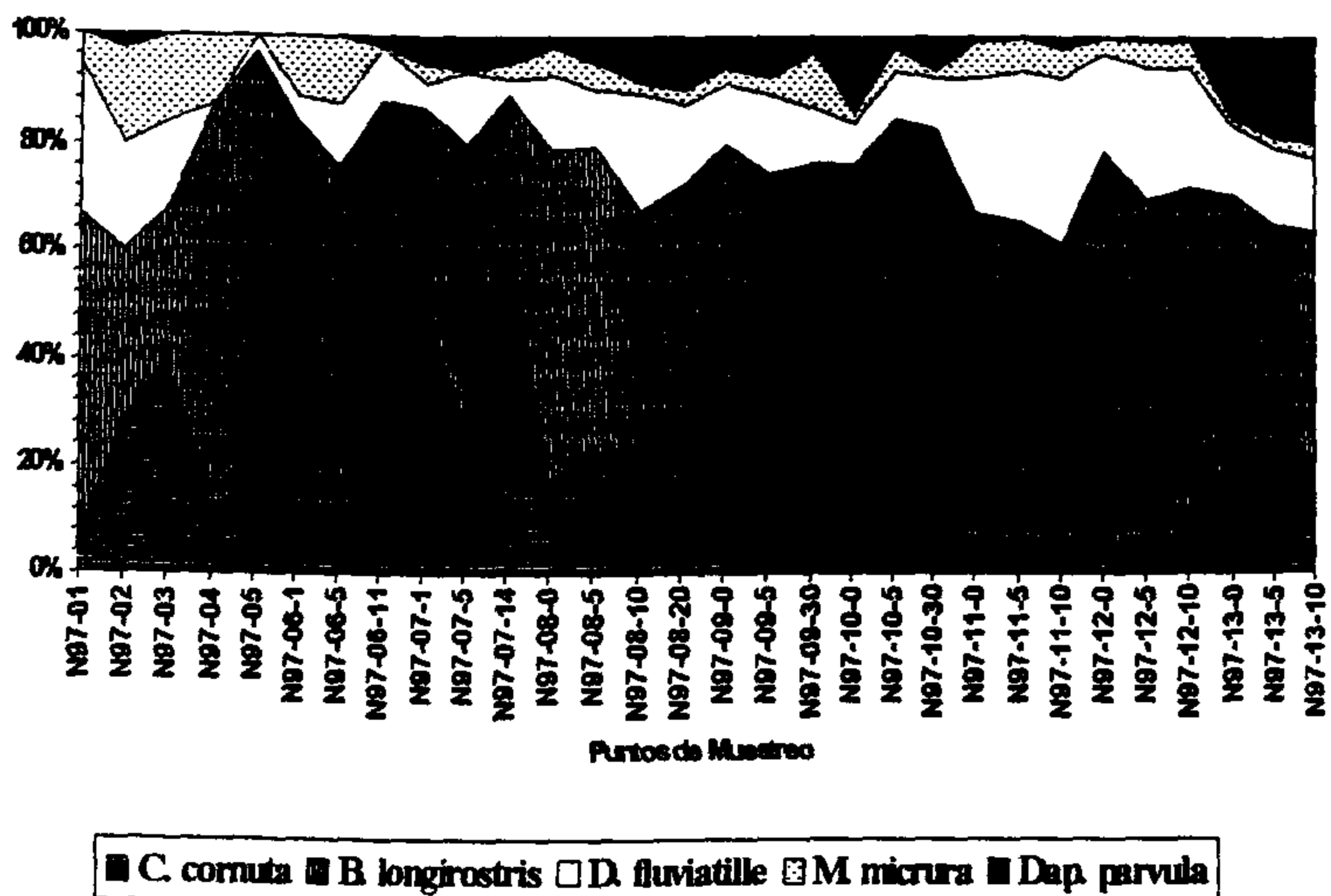


Gráfico 3

Lago de Nicaragua
 Single Linkage
 Distancia Euclidean cuadrada

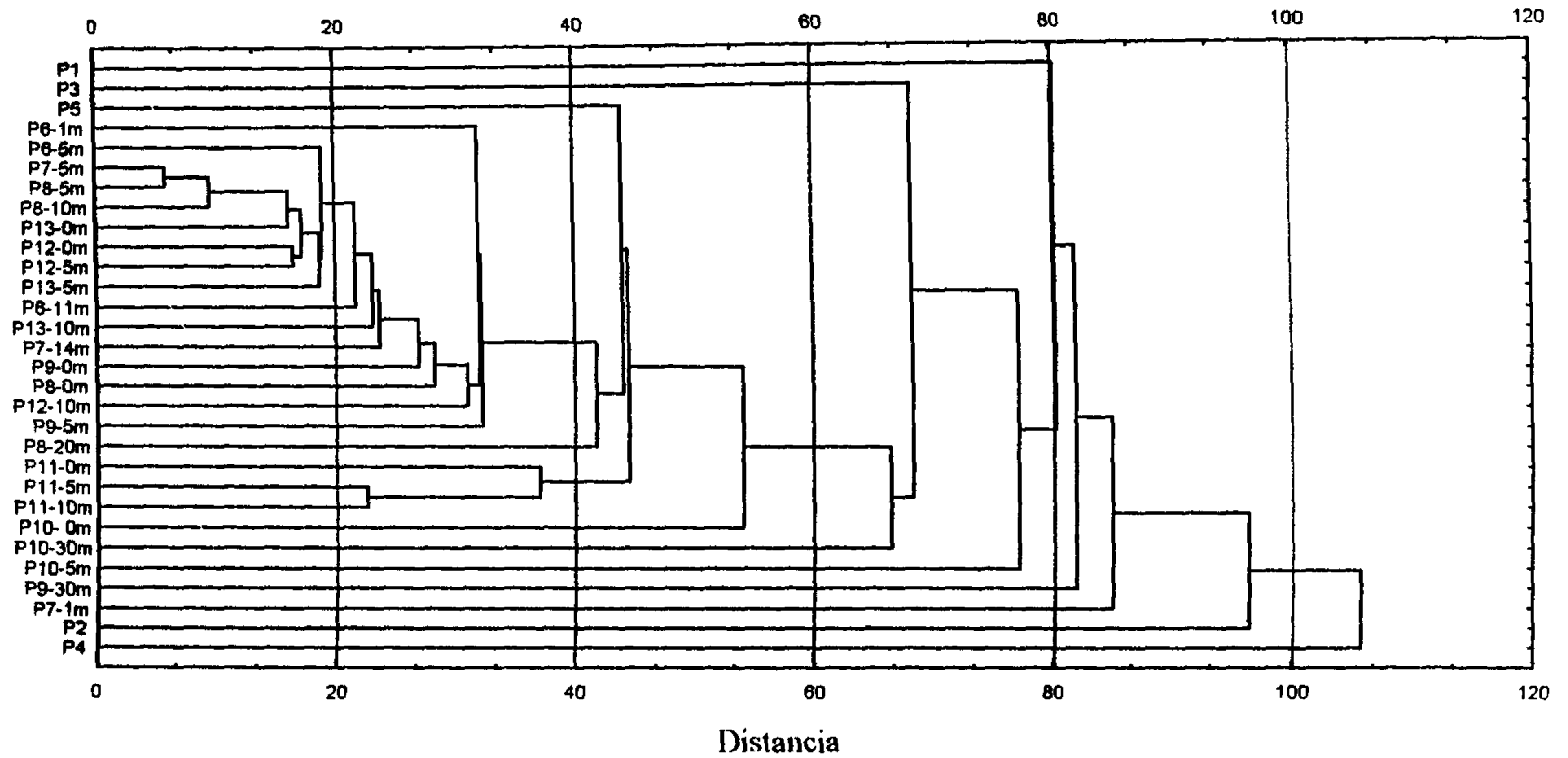


Gráfico # 4

Lago Cocibolca

Ubicación de los Puntos de Muestreo

