

# Estudio preliminar sobre el zooplancton del Lago Bayano, Panamá

Humberto A. Garcés B.

Escuela de Biología, Universidad de Panamá, Estafeta Universitaria, Panamá.

(Recibo para su publicación el 24 de enero de 1983)

**Abstract:** A preliminary inventory of the composition of zooplanktonic species found in Bayano Lake, between February and September 1981, revealed that there are seven species of Rotifera, five Cladocera, two Copepoda, one Ostracoda and larvae of *Macrobrachium* (Decapoda) and *Chaoborus* (Diptera). The composition, abundance and horizontal and monthly distribution of the most important zooplanktonic groups found in Bayano Lake are here presented.

El conocimiento de la biología de los organismos dulceacuícolas constituye, en este momento, un tema de especial interés en la solución efectiva de algunos de los problemas ecológicos y de producción. Debido a la búsqueda continua de formas alternativas de energía, la construcción de represas hidroeléctricas surge como una de las mejores alternativas. Se construyen así los lagos artificiales, que en una u otra forma alteran el equilibrio entre los ecosistemas y con implicaciones futuras que precisan un análisis profundo.

Este estudio se hizo con el propósito de establecer un reconocimiento preliminar de la composición y fluctuaciones del zooplancton limnético del Lago Bayano, un embalse hidroeléctrico creado recientemente.

El Lago Bayano es un depósito artificial de agua dulce formado al cerrarse la represa hidroeléctrica del Río Bayano, el 16 de marzo de 1976. Está situado a unos 90 kms al noroeste de la ciudad de Panamá (Fig. 1); tiene un área máxima de 350 km<sup>2</sup>, profundidad máxima de 62 m y longitud de unos 60 km.

El área de drenaje es de 3 650 km<sup>2</sup>, y una capacidad de almacenaje de 5 000 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de agua. La precipitación pluvial media anual es de 2 535 mm; la temperatura media anual es de 25 °C, y la humedad relativa media anual es de un 85%.

La formación del embalse representó la inundación de extensas áreas de selva que

condujeron a la eutroficación temprana del lago. Como consecuencia, se observó una proliferación de malezas acuáticas de más de 15 especies. La lechuga de agua, *Pistia stratiotes* Linnaeus, cubrió un área total de unas 200 hectáreas para fines de 1978 en el sector conocido como Hoya de Majé (Candenado, 1978).

La importancia de este trabajo radica en que es una de las primeras investigaciones que sobre el tema se realiza en un lago artificial y que constituye una contribución más en la aclaración de las muchas interrogantes que existen sobre nuestros poco estudiados lagos tropicales americanos.

## MATERIAL Y METODOS

Los muestreos (24) se hicieron mensualmente, de febrero a septiembre de 1981, e incluyeron nueve estaciones ubicadas dentro del sector Norte-Occidental, entre 9° 13' y 9° 14' de latitud Norte y 78° 43' y 78° 52' de longitud Oeste (Fig. 1).

En cada muestreo se utilizó una red para zooplancton con boca de 50 cm de diámetro y malla de 153 µm. Los arrastres de tipo superficial fueron realizados a la mínima velocidad de la embarcación, aproximadamente un nudo, durante 15 minutos.

Las muestras de plancton se preservaron en formalina al 5% y se colocaron en botellas plásticas de 250 ml, se concentraron a un

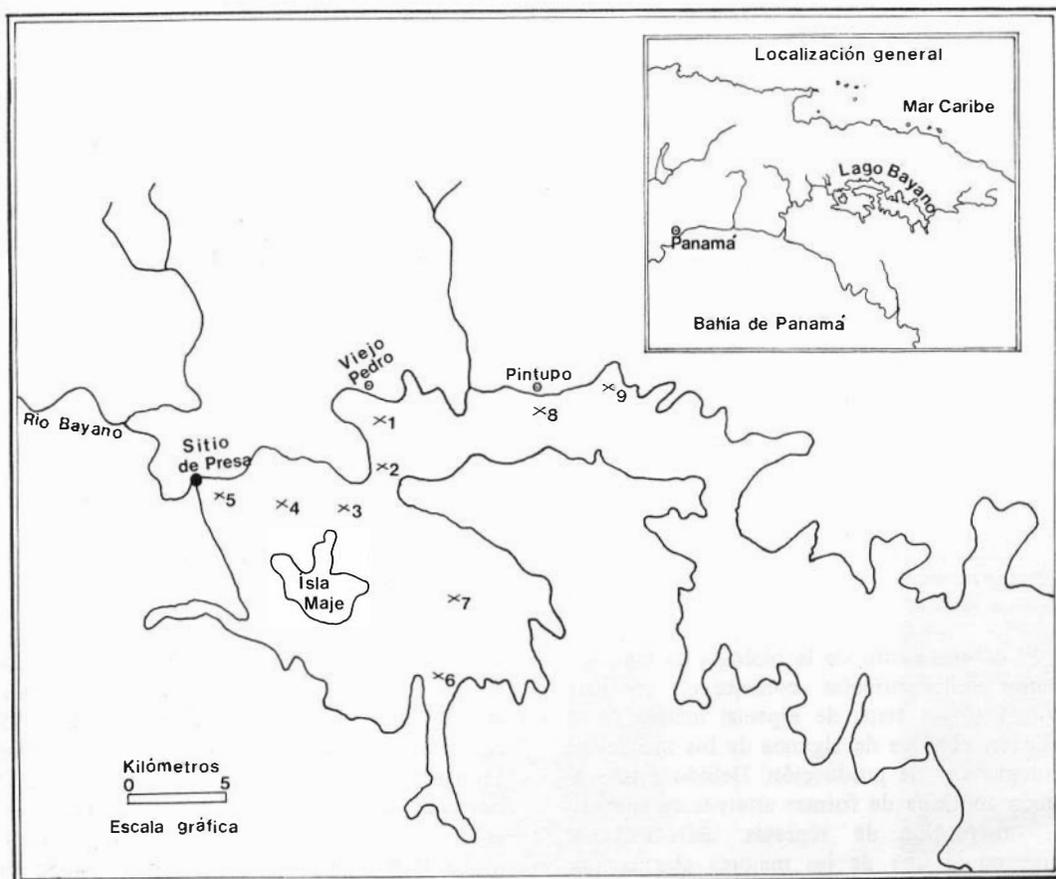


Fig. 1. Mapa del Lago Bayano mostrando las estaciones de muestreo.

volumen de 50 ml en recipientes de vidrio. De cada muestra concentrada se tomó cinco submuestras de 1 ml cada una, con una pipeta Hensel-Stempel; los valores obtenidos de los cinco submuestreos se sumaron para obtener el número de individuos por muestra. De esta forma se asegura el conteo del 10% de la población total.

Los organismos se contaron en una cámara Sedgewick-Rafter, consistente de un rectángulo 50 x 20 x 1 mm sellado a un portaobjeto de 1 x 3 pulgadas y con una cubierta de vidrio que cubre exactamente toda la cámara, que encierra un área de 1000mm<sup>2</sup>; tiene una profundidad de 1 mm y capacidad exacta de 1 cc. La submuestra obtenida con la pipeta Hensel-Stempel se vierte en la cámara Sedgewick-Rafter, luego se procede a contar toda la cámara y usando un microscopio compuesto con el objetivo de bajo poder (10 x). Todos los resultados se expresan en organismos por litro.

La identificación se realizó con la ayuda de varias claves taxonómicas, tal como se enuncia a continuación. Los copépodos fueron identificados según Marsh (1913) y Pennak (1953); los cladóceros según Pennak (1953) y Edmondson (1959); los rotíferos según Haring (1915) y Edmondson (1959). Esta colección de referencia se encuentra depositada en el Laboratorio de Limnología de la Universidad de Panamá.

## RESULTADOS

**Condiciones hidrológicas generales:** Durante el período de estudio no se evidenció una marcada estratificación térmica en la columna de agua del lago (Fig. 2-A). Los gradientes promedio de temperatura entre superficie y fondo generalmente no superan 5 °C. No obstante, durante la temporada seca los primeros 15 m de profundidad muestran temperaturas más

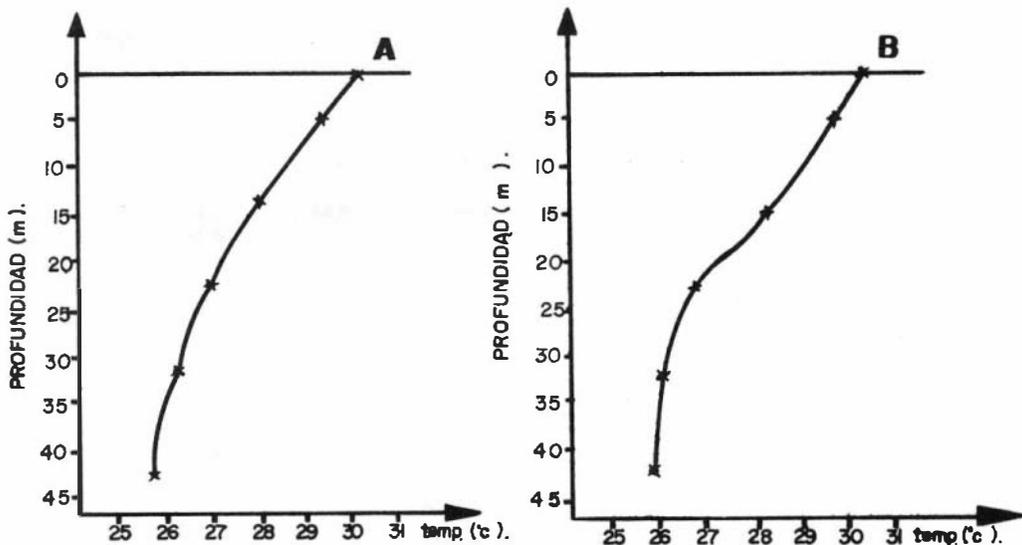


Fig. 2. Variaciones en la temperatura del agua en la estación del Sitio de Presa, Lago Bayano: A. Valores promedio de temperatura durante el período de estudio; B. Temperatura durante el mes de marzo de 1981 (Estación seca).

altas, dando lugar a una pequeña discontinuidad térmica, que es lo que más se acerca a la imagen de una termoclina (Fig. 2-B).

Por otro lado, la característica hidrológica más notoria del embalse es el elevado grado de anoxia en las aguas. Para las estaciones más profundas, Sitio de Presa y Majé, la capa oxigenada no supera, en promedio, 7 m de profundidad (Fig. 3). Para esta área donde la profundidad máxima es de 62 m, esto significa que solamente un 10% de la columna del agua es apta para sostener vida aeróbica. El valor promedio del oxígeno disuelto, incluyendo valores de superficie y fondo, fue solamente de 3,35 mg O<sub>2</sub>/l. La importancia de esta condición para el desarrollo de la vida acuática se aprecia al considerar que las comunidades acuáticas aeróbicas requieren de aguas con concentraciones mayores que 4 mg O<sub>2</sub>/l (González *et al.*, 1975).

La conductividad no mostró un patrón definido de distribución, con un valor promedio de 126  $\mu\Omega/cm$ , con un máximo y mínimo de 151 y 85  $\mu\Omega/cm$ , respectivamente.

La transparencia fue escasa en todo el lago, los valores promedio del disco Secchi fueron de 1,14 m, con un mínimo de 0,65 m (estación lluviosa) y con un máximo de 2,00 m (estación seca).

**Comunidad fitoplanctónica:** El fitoplancton del Lago Bayano se encuentra representado por muy pocas especies, y en él se observan los grupos Chlorophyceae y Bacillariophyceae, y en menor número Myxophyceae, Dinophyceae y Chrysophyceae.

El grupo Chlorophyceae fue el más abundante (55%), tanto en número de individuos, como en especies. Como características está,

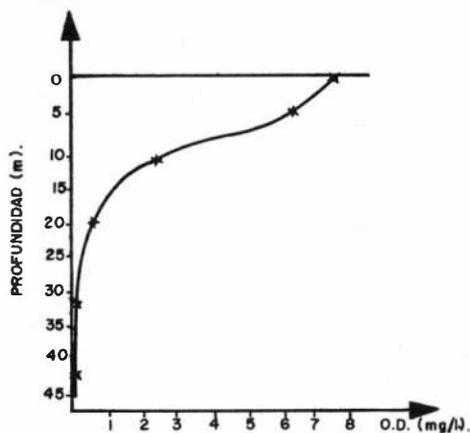


Fig. 3. Variaciones en el oxígeno disuelto del agua en la estación del Sitio de Presa, Lago Bayano, durante el período de estudio.

## CUADRO 1

*Densidad de organismos encontrados en el Lago Bayano durante el período de febrero a septiembre de 1981. Los datos se dan en organismos por litro*

## COPEPODA

Estación	feb.	mar.	may.	jul.	agos.	sept.
1	3,68	3,05	4,06	0,64	4,98	2,73
2	5,08			7,04	9,45	
3	10,13				18,96	
4	17,01					
5	14,34	13,07	3,20	2,77	4,68	5,15
6						0,85
7		4,53	4,37	4,26		
8		8,32				
9			19,03			
$\bar{x}$	10,05	7,24	7,67	3,68	9,52	2,91

## CLADOCERA

Estación	feb.	mar.	may.	jul.	agos.	sept.
1	0,16	0,05	0,12	0,07	0,17	0,08
2	0,13			0,47	1,45	
3	0,12				1,20	
4	0,62					
5	3,21	1,08	0,63	0,23	0,03	0,03
6						0,07
7		0,75	0,40	0,35		
8		0,24				
9			1,49			
$\bar{x}$	0,85	0,53	0,66	0,28	0,71	0,06

## ROTIFERA

Estación	feb.	mar.	may.	jul.	agos.	sept.
1	0,07	0,24	0,18	0,20	1,23	0,93
2	0,03			0,09	2,20	
3	0,10				3,83	
4	0,13					
5	0,07	1,02	0,68	0,59	0,67	0,09
6						1,45
7		1,36	0,92	0,20		
8		0,34				
9			0,34			
$\bar{x}$	0,08	0,74	0,53	0,27	1,98	0,82

*Staurastrum ostenfeldii* Nygaard; otros géneros encontrados incluyeron *Pediastrum duplex* Meyen, *Spirogyra*, *Microspora*, *Chlorella*, *Ankistrodesmus*, *Scenedesmus*, *Closterium* y *Cosmarium*.

Dentro del grupo Bacillariophyceae (39% ), *Pinnularia* y *Fragilaria* se encuentran en forma abundante, y en menor número *Stephanodiscus* y *Hantzschia*.

En el grupo Myxophyceae (3% ) encontramos el género *Lyngbya* en forma abundante, y en menor número *Chroococcus* y *Cylindrospermum*.

El grupo Dinophyceae (2%) estuvo representado por dos especies características, *Peridinium gatunense* Nygaard y *Ceratium hirundinella* (O. F. Muller) Schrank.

El grupo Chrysophyceae (1%) sólo estuvo representado por el género *Dinobryon*.

La composición del fitoplancton del Lago Bayano parece ser muy similar a la observada en el vecino Lago Gatún. En este último se observó los grupos Chlorophyceae, Myxophyceae, Bacillariophyceae y Dinophyceae. Al igual que en el Lago Bayano las desmidiáceas representaron el grupo mayoritario, destacándose el género *Staurastrum*. Al igual que en el Lago Bayano se observó los géneros *Closterium*, *Pediastrum*, *Fragilaria*, *Stephanodiscus*, *Ceratium* y *Peridinium* (Garcés, 1982).

**Composición, abundancia y distribución del zooplancton:** De la observación de las distintas muestras, en las diferentes estaciones del Lago Bayano, podemos decir que el zooplancton está compuesto de copépodos, cladóceros, rotíferos, ostrácodos, larvas de Decápoda y de *Chaoborus*. En el Cuadro 1 se observa la densidad de organismos de los principales grupos zooplancívoros en las nueve estaciones estudiadas.

Los copépodos constituyeron el grupo dominante (79%), y estuvieron presentes en cada estación y en cada muestra analizada. Se observó que el copépodo *Diatomus gatunensis* (Calanoida) (Fig. 6-N) prevaleció sobre el Cyclopoideo (*Cyclops leuckarti*) (Fig. 6-O), en todas las muestras analizadas. Los copépodos calanoideos constituyeron 76% del total de copépodos y los cyclopoideos 24%.

El grupo de los rotíferos constituyó el segundo en abundancia, 13%, con seis géneros, y siete especies (Fig. 6-A, B, C, D, E, F y G), de los cuales *Brachionus* (*B. havanaensis* y *B. calyciflorus*) constituyó 75% del total de rotíferos; *Asplanchna brightwellii*, 22%; *Keratella cochlearis*, 1,5%; *Trichocerca pusilla*, 0,6%; *Filinia longiseta*, 0,8% y *Philodina roseola*, 0,1%.

Los cladóceros conformaron el tercer grupo en abundancia con 5%. De las muestras analizadas, *Bosmina longirostris* (Fig. 6-K) constituyó 36% del total de cladóceros; *Ceriodaphnia cornuta* (Fig. 6-I), 31%; *Diaphanosoma brachyurum* (Fig. 6-H), 18%; *Moina micruru* (Fig. 6-J), 11% y *Bosminopsis deitersi* (Fig. 6-L), 4%.

El grupo de los ostrácodos se encontró ocasionalmente a lo largo del estudio, y sólo se informa del género *Cypria* (Fig. 6-M).

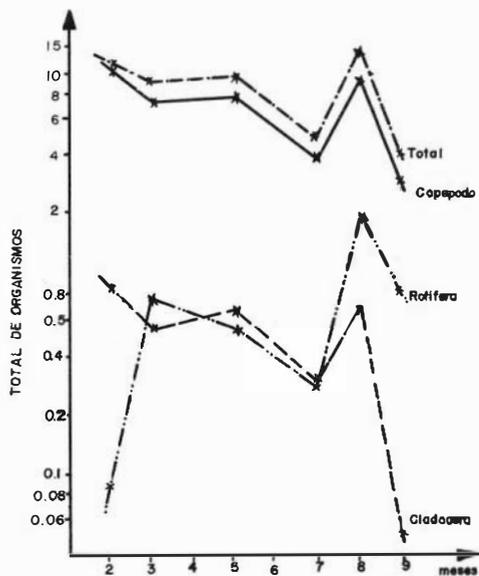


Fig. 4. Patrón de la distribución mensual de copépodos, cladóceros, rotíferos y total del zooplancton en el Lago Bayano durante el período de febrero a septiembre de 1981. Los datos se dan en organismos por litro.

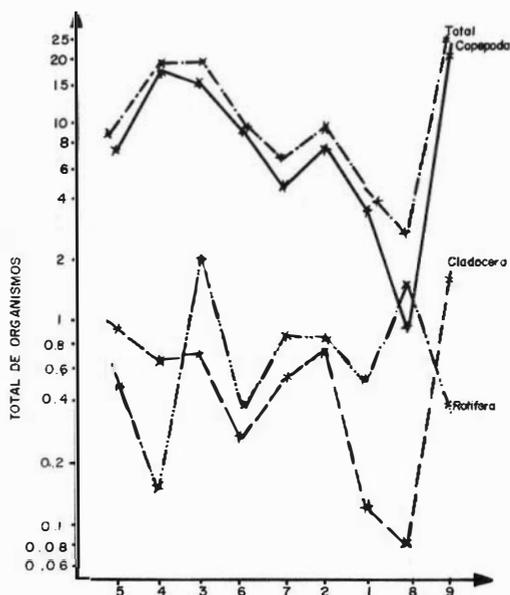


Fig. 5. Patrón de la distribución por estación de copépodos, cladóceros, rotíferos y total de zooplancton en el Lago Bayano durante el período de febrero a septiembre de 1981. Los datos se dan en organismos por litro.

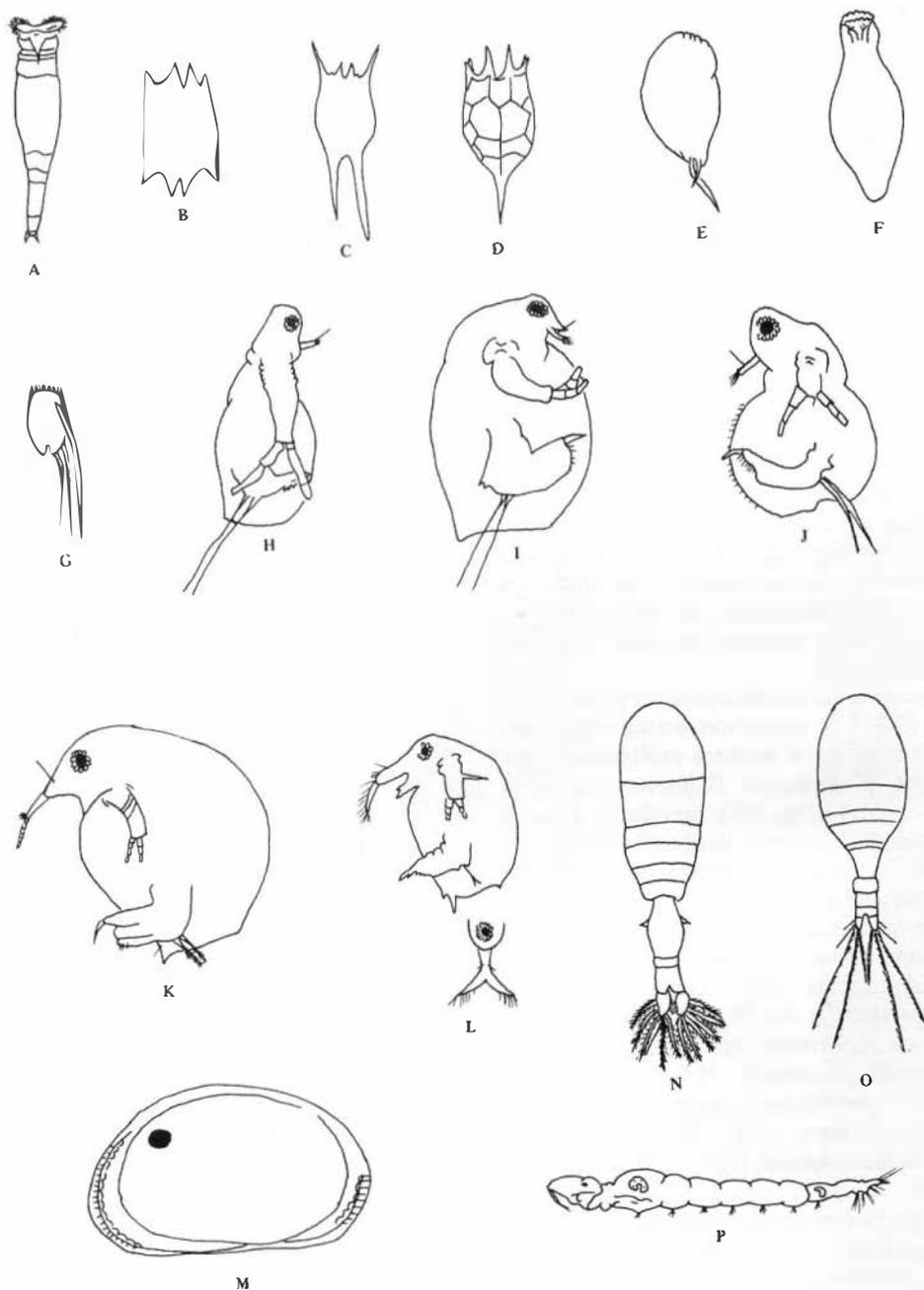


Fig. 6. Organismos zooplantónicos encontrados en la zona limnética del Lago Bayano durante el período de febrero a septiembre de 1981: A. *Philodina roseola*, Ehrenberg, 1832; B. *Brachionus calyciflorus*, (Pallas), 1766; C. *B. havanaensis* Rousselet, 1911; D. *Keratella cochlearis*, (Gosse), 1851; E. *Trichocerca pusilla*, (Jennings), 1903; F. *Asplanchna brightwellii*, Gosse, 1850; G. *Filinia longiseta*, (Ehrenberg), 1834; H. *Diaphanosoma brachyurum*, (Liéven), 1848; I. *Ceriodaphnia cornuta*, Sars, 1885; J. *Moina micruru*, Kurz, 1874; K. *Bosmina longirostris*, (O. F. Muller), 1785; L. *Bosminopsis dietersi*, Richard, 1895; M. *Cypria*, Zenker; N. *Diaptomus gatunensis*, Marsh, 1913; O. *Cyclops leuckarti*, Claus, 1857; P. *Chaoborus* Lichtenstein.

Las larvas, tanto de *Macrobrachium* (Decápoda) como del insecto *Chaoborus* (Fig. 6-P), se encontraron ocasionalmente en las distintas muestras analizadas y su abundancia no presentó valores mayores del 5%.

La Figura 4 muestra la distribución mensual del total de copépodos, cladóceros y rotíferos, así como el total mensual de los organismos por litro. La distribución de los copépodos, grupo mayoritario, es similar a la del total de organismos. El grupo de los cladóceros presentó una distribución muy parecida a la de los copépodos. En cambio, el grupo de los rotíferos se caracterizó con dos máximas de población en los meses de marzo y agosto.

La Figura 5 muestra la distribución horizontal del total de copépodos, cladóceros y rotíferos, así como el total de organismos por litro de agua de cada estación. Estas se han arreglado en un orden ascendente, desde la más occidental, que es la del Sitio de Presa, hasta la más oriental, la de Aguas Claras. Se observa que los copépodos dominaron en todas las estaciones, con excepción de la 8 (Pintupo). La distribución horizontal de los cladóceros fue variable y se observan tres máximas en las estaciones 3, 2 y 9. Los rotíferos presentaron tres máximas características en las estaciones 3, 7 y 8.

## DISCUSION

Los estudios en lagos tropicales refuerzan la teoría del nicho del zooplancton de aguas dulces, ya que cuando la estacionalidad se reduce, lo hace en igual forma la diversidad, y una sola especie domina a menudo la fauna (Miracle, 1974).

No es común encontrar más de una especie por género en una comunidad limnética al mismo tiempo. Aún cuando ocurran dos especies del mismo género, una es hasta 20 veces o más abundante que la otra (Pennak, 1957). Esto fue evidente en todos los organismos del zooplancton limnético del Lago Bayano (Fig. 6). Por ejemplo, solamente se reconocieron dos géneros de copépodos, y entre éstos *D. gatunensis* (Calanoida) se presentó en forma abundante y perenne.

Con respecto a los cladóceros, es frecuente encontrar cinco o más especies, dependiendo del tamaño del lago (Davis, 1954). En el Lago Bayano, encontramos cinco géneros característicos, confirmando así el patrón general.

Según Pennak (1957), es posible encontrar

hasta 10 especies de rotíferos por lago, pero la media es de cinco especies; en el Lago Bayano se encontró 7 especies.

En cuanto a la composición de especies, hay pocos informes de patrones similares en otros lagos tropicales; en el Lago Mutanda de Uganda (Green, 1965), en la región de Barrackpore-India (Michael, 1968) y en el Lago Titicaca Perú-Bolivia (Veno, 1967; Richerson *et al.*, 1977) hay composición parecida de especies. Sin embargo, la comparación de los resultados de estudios planctónicos en los lagos artificiales panameños indica, que mientras en los lagos Bayano y Gatún los copépodos calanoides predominan sobre los cyclopoideos, en el Lago Alajuela (Madden), tributario del Lago Gatún, dominaron los cyclopoideos, característico en la gran mayoría de los lagos tropicales (Richerson *et al.*, 1977). Esta variación en la estructura de la comunidad en una escala de espacio tan limitada pareciera ser el resultado de la depredación que existe sobre las comunidades de zooplancton. Una de las diferencias más significativas entre los dos cuerpos de agua es que la visibilidad en Gatún es hasta tres veces mayor que en Alajuela, y esto bien podría influir sobre el factor de la depredación sobre las comunidades zooplanctónicas.

Del análisis de las muestras pudimos constatar que en el Lago Bayano no se encuentra la forma con cuernos del cladóceros *C. cornuta* en la zona limnética. Según Zaret (1972) esto es debido a la gran productividad primaria que favorece la reproducción de la forma sin cuernos. Este fenómeno fue observado por Gliwicz y Biesiadka (1975) en el Lago Alajuela. Otro hecho interesante que vale destacar es el hallazgo del cladóceros *Diaphanosoma leuchtenbergianum* Fisher, 1850, variedad limnética de *D. brachyurum*, el cual constituye nuevo reporte para el área de Panamá.

Los resultados obtenidos de la composición de especies del zooplancton indican que el Lago Bayano está formado por especies de amplia distribución y poco exigentes con respecto a las condiciones ambientales, de acuerdo con la caracterización de especies dada por Armengol (1981) para un tipo de lago dado. Esto bien podría explicar el hecho de que la mayoría de las mismas especies de los organismos zooplanctónicos se encuentran en los Lagos Bayano y Gatún.

Con el creciente costo de los combustibles fósiles, la creación de embalses hidroeléctricos

se vuelve cada día más común en nuestro continente, y, en consecuencia, surgen nuevas interrogantes ambientales, incluyendo entre estas los cambios en las comunidades planctónicas, que será necesario estudiar, como única respuesta lógica al manejo apropiado de estos cuerpos de agua.

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los profesores Raúl Amores y Luis D'Croz por el asesoramiento y colaboración prestada; al personal del Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de Panamá, por su ayuda en los muestreos; al laboratorio de aguas del IRHE, por el suministro de los datos de los parámetros físico-químicos; al colega Milton García J., por la confección de los dibujos.

### RESUMEN

Un inventario preliminar de la composición de especies zooplanctónicas en el Lago Bayano, entre febrero y septiembre de 1981, reveló la presencia de siete especies de rotíferos, cinco de cladóceros, dos de copépodos, una de ostrácos y larvas de decápodos y *Chaoborus* (Diptera). Se presenta la composición, abundancia y distribución horizontal y mensual de los grupos zooplanctónicos más importantes encontrados en la zona limnética del Lago Bayano, Panamá.

### REFERENCIAS

- Armengol, J. 1981. Ecología del zooplancton de los embalses. Mundo Científico, 11: 168-178.
- Candanedo, C. 1978. Lago Bayano, manejo y control. Mesa redonda. Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación. Panamá. 175 p.
- Davis, C. 1954. A preliminary study of the plankton of the Cleveland Harbor area. Ohio. III. The zooplankton, and general ecological considerations of phytoplankton production. Ohio J. Sci., 54: 388-408.
- Edmondson, W. 1959. Fresh-Water Biology. 2a ed. Wiley. Nueva York. 1248 p.
- Garcés, H. 1982. Composición y abundancia de los copépodos y rotíferos limnéticos en el Lago Gatún. Conciencia, 9: 12-15.
- Gliwicz, Z., & E. Biesiadka. 1975. Pelagic watermites (Hydracarina) and their effect on the plankton community in a neotropical man-made lake. Arch. Hydrobiol., 76: 65-88.
- González, A., G. Alvarado-Durfee, & C. Díaz. 1975. Canal Zone quality study. Final report. Vol. I. Panama Canal Company. 216 p.
- Green, J. 1965. Zooplankton of lakes Mutanda, Bunyoni and Mulehe. Proc. Zool. Soc. Lond., 144: 383-402.
- Harring, H. 1915. Report on rotatoria from Panama with descriptions of new species. Proc. U.S. Nat. Mus., 47: 525-564.
- Marsh, D. 1913. Report on fresh-water copepoda from Panama, with descriptions of new species. Smithsonian Misc. Coll., 61: 1-31.
- Michael, G. 1968. Studies on the zooplankton of a tropical fish pond. Hydrobiologia, 32: 47-68.
- Miracle, M. 1974. Niche structure in fresh-water zooplankton: A practical components approach. Ecology, 55: 1306-1316.
- Pennak, R. 1953. Fresh-Water Invertebrates of the United States. Ronald Press. Nueva York. 769 p.
- Pennak, R. 1957. Species composition of limnetic zooplankton communities. Limnol. Oceanogr., 2: 222-232.
- Richerson, P., C. Widemer, & T. Kittel. 1977. The limnology of Lake Titicaca (Peru-Bolivia), a large, high altitude tropical lake. Institute of Ecology, University of California, 14: 1-78.
- Veno, M. 1967. Zooplankton of Lake Titicaca on the Bolivian side. Hydrobiologia, 29: 547-568.
- Zaret, T. 1972. Interacción depredador-presa en un ecosistema lacustre tropical, p. 101-111. In Evolución en los trópicos. Comp. publicaciones del Instituto Smithsonian. Editorial Universitaria. Panamá. 1982.