

VARIACION ESTACIONAL EN EL LAGO DE RIO CUARTO, PROVINCIA DE ALAJUELA, COSTA RICA.

II. DISTRIBUCION ESTACIONAL DEL ZOOPLANCTON

Elizabeth Ramírez, Farid Tabash y Claudia Charpentier
Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

RESUMEN

En el lago de Río Cuarto, provincia de Alajuela, Costa Rica, durante los meses comprendidos entre febrero de 1984 y marzo de 1985, se realizaron estudios sobre la composición de la comunidad zooplanctónica, las variaciones estacionales y la distribución vertical de las especies más abundantes, en relación con los análisis químicos, físicos y biológicos.

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida principalmente por rotíferos *Keratella americana*, *Polyarthra vulgaris*, *Pompholix complanata*, *Hexarthra intermedia*, *Euchlanis dilatata* y *Lecane* sp. Además, se identificaron las especies de cladóceros *Diaphanosoma spinulosum* y *Bosmina longirostris* y un copépodo *Microcyclops varicans*.

La mayor diversidad de los organismos zooplanctónicos se presentó durante la época lluviosa, la cual se caracteriza por una mayor concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua. La época seca, por el contrario, favoreció el crecimiento poblacional, observándose durante este período las máximas densidades de la comunidad zooplanctónica. Las principales fuentes de alimentación de los organismos zooplanctónicos fueron, además, del fitoplancton, las bacterias y detritus.

ABSTRACT

Several limnological studies were carried out between February 1984 and March 1985 in Río Cuarto lake. Composition of the zooplanktonic

community seasonal changes and vertical distribution of the most abundant zooplankton species were determined, and correlated with the results of chemicals, physical and biological data.

The rotifers were the most important group in the zooplanktonic community. The rotifers identified were *Keratella americana*, *Polyarthra vulgaris*, *Pompholix complanata*, *Hexarthra intermedia*, *Euchlanis dilatata* y *Lecane* sp. In addition the cladocerans *Diaphanosoma spinulosum* and *Bosmina longirostris* and a copepod *Microcyclops varicans* were found.

The greatest zooplanktonic diversity was found during the rain seasons, which were characterized by higher oxygen concentrations in the water column.

On the other hand the dry season favored population increments during which period the density of the zooplanktonic community was the highest. The most important food sources for zooplankton were phytoplankton, bacteria and detritus.

INTRODUCCION

El zooplankton constituye uno de los componentes más importantes de los ecosistemas acuáticos. Su dinámica poblacional comprende las relaciones tróficas con el fitoplancton y otros organismos, así como las relaciones de competencia y depredación que se manifiestan en la dominancia de una población sobre otra (Wetzel, 1975).

El aspecto cualitativo y cuantitativo del

alimento disponible, define en cierta medida el comportamiento de los organismos zooplanctónicos, y debido a la utilización de diversos nichos alimentarios dentro de una misma comunidad zooplanctónica, se presenta la segregación en grupos de varias especies (Margalef, 1983).

La densidad de las poblaciones zooplanctónicas, está regulada por la interacción de los factores ambientales. Armengol (1984) sugiere que las fluctuaciones climatológicas, tales como la precipitación o duración del día, durante todo un año, afectan cualquier sistema acuático, especialmente dulceacuícola, ocasionándole variaciones en sus características físicas, químicas y biológicas.

Miracle (1977) afirma que tanto en los lagos tropicales como templados, se presenta un ordenamiento en cuanto a la presencia de los organismos zooplanctónicos, dándose una sucesión estacional no muy marcada en lagos tropicales, ya que en estas regiones sólo existe época seca y época lluviosa, alterada esta última por los llamados veranillos.

Entre las poblaciones zooplanctónicas tropicales y templadas existen varias diferencias, las cuales, según Fernando (1980) están determinadas en parte por las fluctuaciones térmicas, que en el trópico son bastante reducidas, lo que permite que haya una mayor disponibilidad de alimento durante todo el año, siempre que los productores primarios no se vean limitados.

El presente trabajo pretende determinar en un lago tropical las variaciones estacionales en la composición y abundancia de las especies zooplanctónicas a través del tiempo y el espacio.

MATERIAL Y METODOS

El período de estudio comprendió desde febrero de 1984 hasta marzo de 1985, realizándose los muestreos mensualmente.

El lago de Río Cuarto se localiza entre las coordenadas 10°21'29" Norte y 84°13'04" Este; a una altura de 390 m.s.n.m., en la región Caribe de la Cordillera Volcánica Central, en el cantón de San Carlos, provincia de Alajuela. Su origen es vol-

cánico, se clasifica como tipo «MAAR» y su forma es casi circular. El área del lago es de 33.24 ha, su profundidad máxima es de 66 m y la profundidad media de 45.5 m. El volumen es de 15.12×10^6 m³ (Gocke, 1980).

Para la realización del estudio se estableció una estación de muestreo en el centro del lago y los puntos de muestreo se ubicaron cada 3 m a partir de la superficie hasta los 15 m de profundidad y de este punto hasta los 55 m cada 10 m.

La toma de muestras se realizó entre las 10 y las 13 h. Para las aguas superficiales se utilizó la botella Van Dorn y el resto de las profundidades se muestrearon con la botella Ruttner.

El zooplancton se filtró con una red de anillo con malla de 48 m, se concentró la muestra y se colocó en una solución de formalina sacarosa al 6 % (Haney y Hall, 1973).

La identificación de los organismos se realizó con las claves y descripciones de zooplancton de Chengalath *et al.* (1973), Chengalath y Fernando (1973), Mamaril y Fernando (1978), Pennak (1978), Fernando (1980), Fernando y Smith (1982), y Collado (1983).

El conteo del zooplancton se realizó en cajas de petri cuadrículadas; se analizó la muestra total y por cálculo directo se obtuvo la densidad de organismos presentes en el agua. En forma simultánea se realizaron los análisis de los parámetros físicos y químicos (Charpentier *et al.*, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSION

Entre los factores físicos y químicos que afectan la composición de las comunidades zooplanctónicas, se citan principalmente la temperatura y el oxígeno; sin embargo, varios autores como Rocha y Matsumura (1984) y Tait *et al.* (1984) consideran que la temperatura ejerce poco impacto sobre las comunidades zooplanctónicas tropicales. Este hecho se evidencia en el presente estudio, al analizar la Fig. 1, ya que tanto en la época seca como en la lluviosa ocurrieron máximos poblacionales, independientes de la fluctuación térmica y de las concentraciones del oxígeno di-

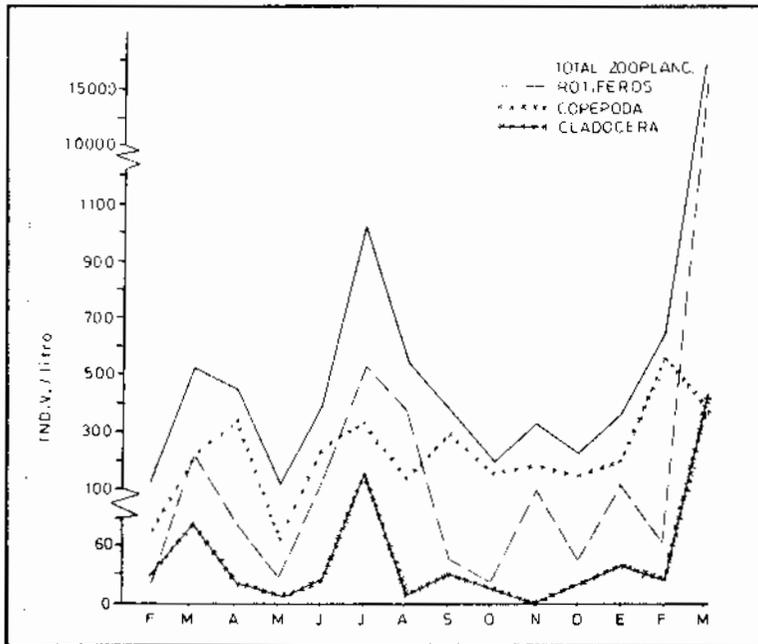


Figura 1. Variación mensual en la densidad de la comunidad zooplanctónica del lago de Río Cuarto (Costa Rica). 1984-1985.

suelto en la columna de agua (Charpentier et al., 1988). Con respecto de este segundo parámetro, se tiene que, a pesar de que durante la época lluviosa entre los 0 y los 9 m de profundidad, las concentraciones de oxígeno fueron altas, probablemente debido a la alta productividad característica de este lago (Gocke, 1980) y que se dieron valores elevados de precipitación (mayo y junio, 1984), las poblaciones zooplanctónicas mostraron densidades bajas. Esto era de esperar, ya que al aumentar la dilución del lago por las excesivas lluvias, se incrementó el volumen del mismo, produciendo una reducción en la abundancia del zooplancton.

La comunidad zooplanctónica del lago la constituyeron siete especies de rotíferos: *Keratella americana*, *Polyarthra vulgaris*, *Pompholix complanata*, *Hexarthra intermedia*, *Euchlanis dilatata*, *Lecane lunaris* y *Lecane bulla*, dos especies de cladóceros, *Diaphanosoma spinulossum* y *Bosmina longirostris* y una especie de copépodo *Microcyclops varicans*, que se ubicaron principalmente en la zona oxigenada del lago, entre los 0 y los 15 m de profundidad. Entre los 10 y los 25 m se encontró *Chaoborus*, un díptero indicador de cuerpos de agua eutróficas (Cole, 1975).

La Fig. 1 muestra la variación mensual en las densidades del zooplancton, durante el ciclo anual, en el cual se presentaron 3 máximas poblacionales bastante diferentes entre sí; la primera en marzo de 1984, con una densidad de 532 ind./l, la segunda en julio con valores de 1.036 ind./l y posterior a un crecimiento exponencial que se inició en enero de 1985 se presentó el tercer incremento poblacional de 17.662 ind./l, siendo ésta la mayor densidad zooplanctónica registrada durante el período de estudio. Posterior a cada uno de estos máximos se dieron disminuciones de hasta un 50 % en la densidad, como ocurrió durante el mes de agosto.

La población más abundante fue la de los rotíferos, seguida por los copépodos y con valores bastante reducidos el tercer grupo, los cladóceros. Nielsen (1984) y Tait et al. (1984) sugieren que los incrementos en las densidades de rotíferos y copépodos están muy ligados a los cambios en la biomasa del fitoplancton que se dan como consecuencia de la entrada de nutrientes al lago.

Esta abundancia de rotíferos puede estar ligada a la variada fuente de alimentos que posee el lago. Estudios realizados por Gocke (1980) sugieren la presencia de grandes poblaciones de bacterias en este cuerpo de agua. A este respecto Miracle (1977) considera que cuando existe un buen suplemento de nutrientes, aun cuando la luz y el oxígeno no sean los adecuados, las bacterias toman el principal puesto en la producción, e incrementan enormemente las poblaciones de rotíferos, en especial de la especie *Keratella americana*, organismo más abundante, dentro de la comunidad zooplanctónica en estudio.

En el lago de Río Cuarto se observaron grandes cantidades de materia alóctona, como hojas,

flores y polen. Asimismo, Camacho (1985) sugiere que la descomposición algal constituye una fuente importante de materia orgánica, puesto que, como lo afirma Gocke (1980), en este cuerpo de agua se consume más materia orgánica de la que se produce. Por otra parte, en análisis de contenido estomacal de rotíferos tropicales, Tait *et al.* (1984) comprobó que la ausencia de alimento no actuó como factor limitante, pues estos organismos se habían alimentado exclusivamente de detritus. En concordancia con estos autores se podría suponer que los detritus constituyeron una fuente muy importante de la dieta de los rotíferos, razón por la cual, su población fue la más numerosa dentro de la comunidad. A este respecto se debe tomar en consideración el hecho de que el entorno del lago cerca de la pendiente norte se utiliza en gran medida para la agricultura, especialmente el cultivo del tiquisque *Xanthosoma violaceum*, al que se le aplican plaguicidas, organoclorados. Es de suponer que estos productos son arrastrados hacia el lago. Margalef (1983) indica que dichas sustancias inhiben el crecimiento de las poblaciones de cladóceros y copépodos, pero incrementan enormemente las poblaciones de los rotíferos, las cuales juegan un papel muy importante dentro de toda comunidad zooplanctónica, gracias a su alto grado de diversificación que les facilita la adaptación a diferentes ambientes, tanto estables como fluctuantes.

Los copépodos constituyen el otro grupo abundante del zooplancton de este lago. Margalef (1983) y Armengol (1984) los consideran como un grupo muy exitoso dentro de la comunidad, ya que componen entre el 35 al 50 % de la densidad zooplanctónica de los sistemas lacustres. Esto se debe entre otras cosas, a su gran movilidad dentro de la columna de agua, lo que les permite no sólo buscar más ampliamente su alimento, sino también protegerse de los depredadores, y de esta manera proporcionar un verdadero sistema de transporte dentro de la masa de agua. Por otra parte, estos organismos son omnívoros y de acuerdo con el grado de desarrollo, se alimentan desde nanoplancton y detritus hasta cladóceros y larvas de insectos. Estas características aumentan la estabilidad de los copépodos frente a factores de perturbación, como fuertes vientos, lluvias y otros cambios ambientales.

En el lago de Río Cuarto los copépodos constituyen la población con mayor estabilidad, pero con menor diversidad, ya que sólo la especie *M. varicans* se encontró durante el período de estudio.

Los cladóceros constituyen la población más reducida del zooplancton del lago. Según Gophen (1984) en presencia de grandes cantidades de detritus, los cladóceros incrementan su densidad. En el presente estudio, el máximo ocurrido durante la época seca (365.15 ind./l) duplicó en un 100 % al que se dio en época lluviosa (155.9 ind./l). Es posible que los detritus, hayan constituido parte importante de su dieta, esto en concordancia con lo descrito por Gophen (1984), respecto del incremento en la densidad de los cladóceros en presencia de grandes cantidades de detritus. Por otra parte, Infante y Riehl (1984) observaron la capacidad de los cladóceros para fragmentar algas y utilizar su contenido citoplasmático. Es posible que dada la abundancia del fitoplancton en el lago (Camacho, 1985), estos pequeños crustáceos utilizaran las algas como parte de su alimentación.

La distribución vertical de los organismos zooplanctónicos estuvo comprendida entre 0 y 15 m de profundidad, o sea, en la capa oxigenada del lago; sin embargo, como puede observarse en la Fig. 2, hubo meses tanto durante la época seca como en la época lluviosa, en que el zooplancton estuvo presente hasta los 25 y 35 m de profundidad en la columna de agua.

Los círculos de la Fig. 2, representan la densidad de la comunidad zooplanctónica durante el período de estudio, y dentro de cada círculo, se muestra el porcentaje que corresponde a cada una de las poblaciones. Así se puede notar que durante la época lluviosa, la diversidad de los rotíferos fue mayor que la registrada durante la época seca, ya que de siete especies presentes en el mes de julio, sólo se encontró una especie, *Keratella americana*, durante la época seca (marzo, 1985).

Según criterios de varios autores como Miracle (1977), Matsumura *et al.* (1984) y Tait *et al.* (1984), en la época seca disminuyen las entradas de agua, ya sea por parte de los riachuelos o de las cascadas, con lo que se reduce el volumen del lago,

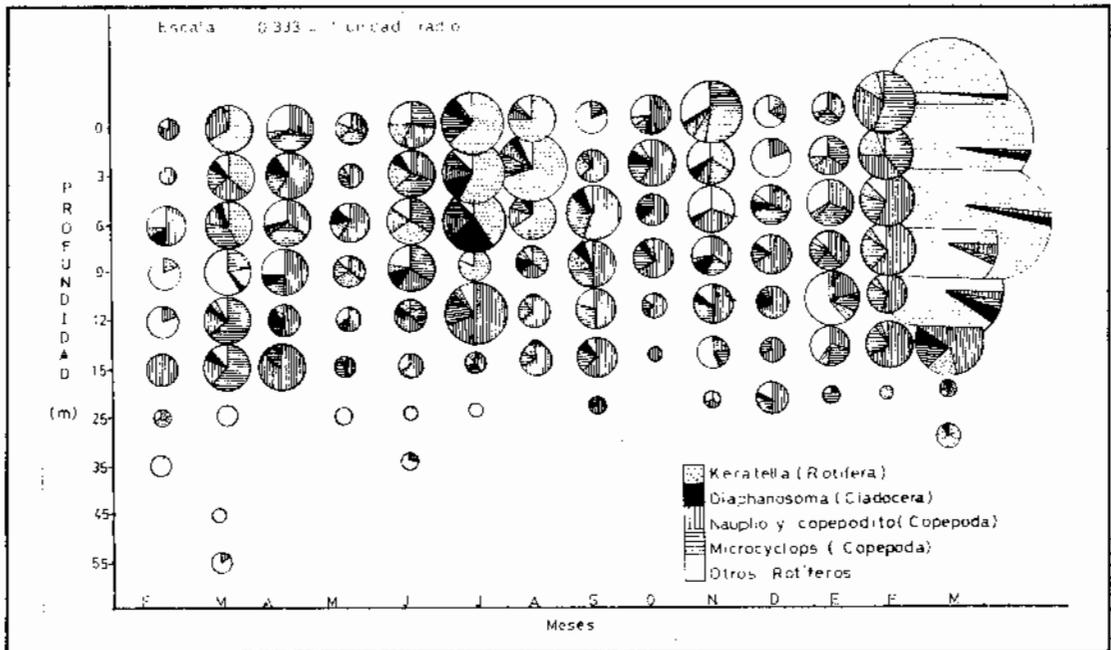


Figura 2. Variación de las especies zooplancónicas según la profundidad y el tiempo. El área correspondiente a cada círculo es proporcional al número de individuos por litro y dentro del círculo se representa el porcentaje correspondiente a cada especie. En el lago de Río Cuarto durante 1984-1985.

esto unido a la evaporación que ocurre en estos cuerpos de agua, ocasiona cambios en la abundancia y diversidad de los organismos zooplancónicos, incrementándose la densidad y disminuyendo la diversidad de las poblaciones, lo cual coincide con lo observado en el lago de Río Cuarto.

Durante el período de estudio cada una de las poblaciones mostró diversos patrones de distribución, en relación con sus requerimientos de oxígeno, temperatura, disponibilidad de alimento, facilidad en el desplazamiento, entre otros.

Según estudios realizados por Gocke (1980), el lago de Río Cuarto está clasificado como un cuerpo de agua meromítico, con un mixolimnion y un monimolimnion bien definidos. Por otra parte, Miracle (1977) determinó que en lagos estratificados la distribución vertical de los rotíferos está relacionada directamente con los perfiles de oxígeno y temperatura que se dan en el mismo, concluyendo que estos pequeños filtradores son mixolimnéticos. Esto concuerda con la distribución que exhiben los rotíferos del lago en estudio (Fig. 2).

El ámbito de distribución vertical de los copépodos fue mayor y más regular que el de los rotíferos, excepto durante el mes de marzo (1985), en que predominaron estos últimos. El comportamiento que presentan estos microcrustáceos se sustenta con los criterios apuntados anteriormente respecto del éxito de este grupo dentro del zooplankton lacustre, en especial por su gran movilidad. Sin embargo, los nauplios y copepoditos mostraron mayor densidad que los adultos en todos y cada uno de los estratos del lago (Fig. 2).

La presencia de los cladóceros en la columna de agua fue bastante irregular. El cladóceros más abundante *D. spinulossum*, se encontró en los estratos superiores e inferiores del lago. Sin embargo, en julio (uno de los meses de mayor precipitación) esta especie se localizó en altas densidades en los estratos superiores del lago, posiblemente para aprovechar la turbidez del agua, y protegerse de depredadores; Charpentier *et al.* (1988) reportaron en ese período una profundidad Sechii de 1.75 m. Por el contrario, en la época seca (enero y marzo, 1985) se ubicaron mejor en estratos inferiores,

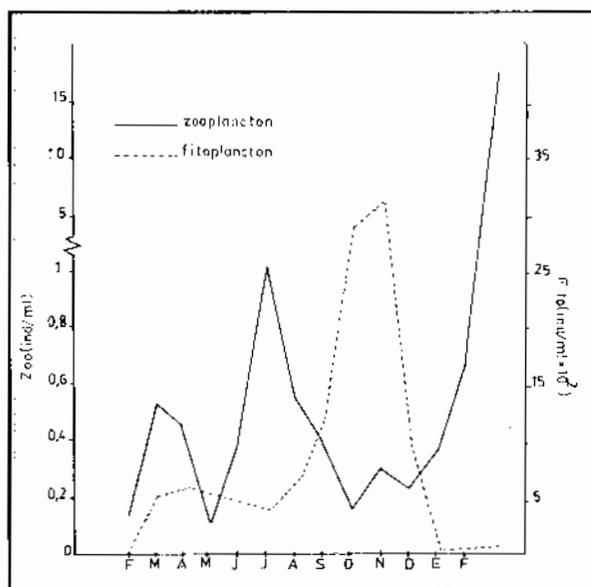


Figura 3. Variaciones mensuales en la densidad de las comunidades fitoplanctónicas y zooplanctónicas del lago de Río Cuarto (Costa Rica). 1984-1985.

aunque para ello tuvieron que soportar concentraciones más bajas de oxígeno. Matsumura *et al.* (1984) consideran que los cladóceros pueden tolerar mayores ámbitos de oxígeno, luz y temperatura que muchos otros organismos zooplanctónicos.

Ciertos autores, como Anderson *et al.* (1985), Infante y Riehl (1984) y Nielsen (1984) sugieren que la densidad fitoplanctónica se ve regulada por parte del zooplankton, debido a que constituye su principal fuente de alimento. Sin embargo, en el presente trabajo se observó que

aunque las comunidades fitoplanctónicas y zooplanctónicas, exhibieron un comportamiento inverso (Fig. 3), las predominantes en el lago según Camacho (1985) eran filamentosas, de gran tamaño y muy difíciles de manipular por parte de los pequeños rotíferos. De ahí que es más factible que estos pequeños filtradores que constituyeron la población más abundante, utilizaran principalmente bacterias y detritus para su alimentación, como se citó antes.

La comunidad zooplanctónica del lago de Río Cuarto mostró variaciones en su ciclo anual, tanto en la densidad como en la composición de sus especies. El patrón que presentó durante la época seca, se caracterizó por altas densidades poblacionales, principalmente de rotíferos y copépodos y por una disminución en la diversidad. Por el contrario, en la época lluviosa el número de especies aumentó en forma considerable, en especial los rotíferos y sólo durante el mes de julio se observó un incremento en la densidad del zooplankton.

El presente trabajo logró establecer que existe una estrecha relación entre los cambios climáticos a lo largo del año y la dinámica poblacional del zooplankton.

De esta manera, en el lago de Río Cuarto, las variaciones estacionales provocaron cambios evidentes en la dinámica poblacional, reafirmando el criterio de los limnólogos acerca de la importancia de las fluctuaciones climáticas en el trópico.

LITERATURA CITADA

- Anderson, G., G.W. Comita y H. Engstrom. 1985. A note on the phytoplankton-zooplankton relationships in two lakes in Washington. *ECOLOGY* 36(4):757-759.
- Armengol, J. 1984. Ecología del zooplankton de los embalses. *Mundo Científico* 11:168-180.
- Camacho, V.L. 1985. Ocurrencia y distribución vertical de las algas planctónicas del lago de Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica. 44 pp.
- Charpentier, E.C., B.F. Tabash, Q.I. Fallas, A.J. Zumbado, V.L. Camacho y R.E. Ramírez. 1988. Variación estacional en el lago de Río Cuarto, provincia de Alajuela, Costa Rica. I. Limnología físico-química. *UNICIENCIA* 5 (1-2):77-85.
- Chengalath, R. y C.H. Fernando. 1973. Rotifera from Sri Lanka (Ceylon). 1. The genus *Lecane* with description of two new species. *BULL. FISH. RES. STN. Sri Lanka*. 24 (1-2):13-27.
- Chengalath, R.G., C.H. Fernando y W. Koste. 1973. Rotifera from Sri Lanka (Ceylon). 2. Further studies on the Eurotatoria including new records. *BULL. FISH. RES. STN. Sri Lanka*. 24(1-2):29-62.
- Cole, G.A. 1975. *Textbook of Limnology*. The C. U. Mosby Company. Saint Louis, 283 pp. USA.
- Collado, C.M. 1983. Costa Rica freshwater zooplankton and zooplankton distribution in Central America and the Caribbean. Unpublished. MSc. Thesis, University of Waterloo, Canada. 196 pp.
- Fernando, C.H. 1980. The freshwater invertebrates fauna of Sri Lanka. Department of Biology, University of Waterloo, Ontario, Canada, 35:15-42.
- Fernando, C.H. y K.E. Smith. 1982. Copepoda in aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies. Hurlberth and A. Villalobos (eds.). San Diego State University Press, vol. 2:192-197.
- Gocke, K. 1980. Estudios limnológicos de la laguna de Río Cuarto. *PROCIENCIA* 4 (22):3-4.
- Gophen, M. 1984. The impact of zooplankton status and the management of Lake Kinneret (Israel). *HYDROBIOLOGIA* 113:249-258.
- Hancy, J. y D.J. Hall. 1973. Sugar-water *Daphnia* a preservation technique for Cladocera. *LIMNOL.* 18:331-333.
- Infante, A. y W. Riehl. 1984. The effect of Cyanophyta upon zooplankton in a eutrophic tropical lake (Lake Valencia, Venezuela). *HYDROBIOLOGIA* 113:293-298.
- Mamaril, A. y C.H. Fernando. 1978. Freshwater zooplankton on the Phillipines (Rotifera, Cladocera and Copepoda). *NATURAL AND APPLIED SCIENCE BULLETIN* 30 (4):109-160.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Editorial Omega, Barcelona, España. 1.010 pp.
- Matsumura, T.T., J.G. Tundisi y L.S. Taveris. 1984. Diel migration and vertical distribution of Cladocera in Lake D' Helvecio (Minas Gerais, Brazil). *HYDROBIOLOGIA* 113:299-306.
- Miracle, R.M. 1977. Migration patchiness and distribution in time and space of planktonic rotifers. *ARCH. HYDROBIOL. BEITH. ENGLON. LIMNOL.* 8:19-37.
- Nielsen, J.P. 1984. Tropical lakes-functional ecology and future development: The need for a process orientated approach. *HYDROBIOLOGIA* 113:231-242.
- Pennak, R.W. 1978. *Freshwater invertebrates of the United States*. 2 ed. Editorial John Wiley & Sons. New York. 803 pp.
- Rocha, O. y T.T. Matsumura. 1984. Biomass and production of *Argyrodiaptomus furcatus* a tropical calanoid copepod in Broa Reservoir Southern Brazil. *HYDROBIOLOGIA* 113:307-311.
- Tait, R.D., R.J. Shiel y W. Koste. 1984. Structure and dynamics of zooplankton communities Alligator River region. N. T. Australia. *HYDROBIOLOGIA* 113:1-13.
- Wetzel, R.G. 1975. *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona, España. 743 pp.