

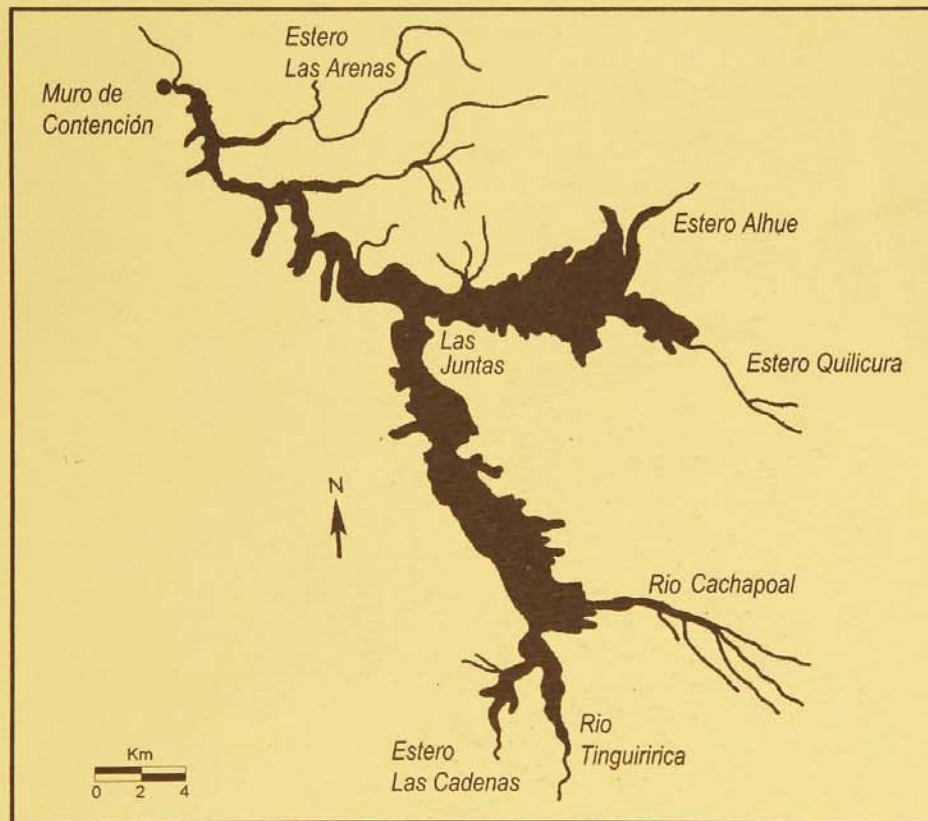


GOBIERNO DE CHILE



MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
CHILE

PUBLICACIÓN OCASIONAL Nº 58 / 2003



DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE CLADÓCEROS Y COPÉPODOS EN EL  
LAGO RAPEL, CHILE CENTRAL

ROSARIO RUIZ L. y NIBALDO BAHAMONDE N.

*Sala Interactiva*

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
BIBLIOTECA CIENTÍFICA  
ABATE JUAN IGNACIO MOLINA  
SANTIAGO - CHILE

ISSN 0716 - 0224



MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
CHILE

PUBLICACIÓN OCASIONAL Nº 58 / 2003

DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE CLADÓCEROS Y COPÉPODOS EN EL  
LAGO RAPEL, CHILE CENTRAL

ROSARIO RUIZ L. y NIBALDO BAHAMONDE N.

**Motivo de la Portada**

Mapa del Lago Rapel (basado en Cabrera *et al.*, 1977)

**Referencia Bibliográfica**

Ruiz L., R. y Bahamonde N., N. 2003. Distribución Estacional de Cladóceros y Copépodos en el Lago Rapel, Chile Central. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, N° 58: 5 - 58

Toda correspondencia debe dirigirse a:  
Casilla 787 - Santiago, Chile  
[www.mnhn.cl](http://www.mnhn.cl)

# MINISTERIO DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Ministro de Educación Pública  
Subsecretaría de Educación  
Directora de Bibliotecas, Archivos y Museos

**Sergio Bitar Chacra**  
**María Ariadna Hornkohl**  
**Clara Budnik S.**

## PUBLICACIÓN OCASIONAL DEL MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL CHILE

### **Directora**

María Eliana Ramírez  
Directora Museo Nacional de Historia Natural

### **Editor**

Daniel Frassinetti

### **Comité Editor**

Pedro Báez R.  
Mario Elgueta D.  
Juan C. Torres M.

**Consultor Invitado:** Dr. Luis Zúñiga, Universidad Católica de Valparaíso

© Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos  
Inscripción N° 64.791  
Edición de 600 ejemplares

Impreso en Tecnoprint Ltda.



## **DISTRIBUCIÓN ESTACIONAL DE CLADÓCEROS Y COPÉPODOS EN EL LAGO RAPEL, CHILE CENTRAL**

**<sup>1</sup> Rosario Ruiz L. y Nivaldo Bahamonde N.**

Sección Hidrobiología, Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago, Chile.

<sup>1</sup>E mail: rruiz@mnhn.cl

### **RESUMEN**

Se presenta un análisis cuantitativo y cualitativo de muestras de microcrustáceos, recolectadas mensualmente, en seis estaciones monitoras en el Lago Rapel (34°10' S y 71° 29' O), Chile, entre julio de 1976 y junio de 1977, con el objeto de conocer la distribución y densidad de Cladóceros y Copépodos en este cuerpo de agua.

---

Palabras clave: Chile, Microcrustáceos, Zooplancton, Embalses, Limnología.

### **ABSTRACT**

**Seasonal Distribution of Cladocera and Copepoda at the Rapel Lake, Central Chile.**  
The quantitative and qualitative analysis of monthly zooplanktonic samples from Rapel Lake (34° 10' S and 71° 29' W), Chile, from July 1976 to June 1977 is given. In order to know the distribution and density of the Cladocera and Copepoda in this reservoir, samples were taken in six monitoring stations.

---

Key words: Chile, Microcrustacea, Limnology, Zooplankton, Reservoirs.



	Págs.
4. 2. Productividad primaria y fitoplancton .....	31
4. 3. Zooplancton límnicó .....	33
4. 3. 1. Rotíferos .....	33
4. 3. 2. Microcrustáceos .....	34
4. 4. Peces .....	35
4. 5. Aves .....	36
<b>5. Conclusiones y sugerencias .....</b>	<b>36</b>
<b>6. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>38</b>
<b>Figuras:</b>	
1. Situación de las estaciones monitoras y central hidroeléctrica en el Lago Rapel .....	43
2. Abundancia relativa de Cladóceros y Copépodos en la Estación 2, en el Lago Rapel, entre el 10 y 11 de abril de 1981, según horas del día: a) 20 - 0 m, b) 40-20 m .....	44
3. ... de especies de Cladóceros .....	45
4. ... de especies de Copépodos .....	46
5. Distribución superficial de <i>Diaphanosoma chilense</i> Daday, 1902, en el Lago Rapel, entre julio de 1976 y junio de 1977, en las estaciones monitoras 1, 2, 3, 4, 5 y 8 .....	47
6. ... de <i>Daphnia ambigua</i> Scourfield, 1947 .....	48
7. ... de <i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1895 .....	49
8. ... de <i>Moina micrura</i> Kurz, 1874 .....	50
9. ... de <i>Neobosmina chilensis</i> (Daday, 1902) .....	51
10. ... de <i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller, 1785) .....	52
11. ... de <i>Tumeodiaptomus vivianae</i> Dussart, 1979 .....	53
12. ... de <i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski, 1892) .....	54
13. ... de <i>Mesocyclops longisetus</i> (Thiébaud, 1914) .....	55
14. ... de Cladóceros .....	56
15. ... de Copépodos .....	57
16. ... de Cladóceros y Copépodos .....	58



## 1. ANTECEDENTES

El análisis de muestras de plancton, recolectadas en seis estaciones monitoras en el Lago Rapel (34° 10' S y 71° 29' O), entre julio de 1976 y junio de 1977, ha permitido reconocer los Cladóceros y Copépodos que allí habitan, y estimar cambios periódicos en la densidad anual de estos microcrustáceos.

Los datos aquí consignados son de interés limnológico permanente, y su valor se incrementa, al considerar que pueden servir de base para futuros estudios comparativos que se emprendan en este embalse.

Cabrera *et al.*, (1977) han señalado ya las principales características del embalse. También se han referido a los primeros estudios limnológicos efectuados en este lago artificial. Este trabajo complementa aquél.

El Embalse Rapel ocupa parte de la cuenca y del valle del río Rapel, a 140 km al SO de Santiago. Comenzó a llenarse, en febrero de 1968 (ENDESA, 1974), principalmente con aportes de los ríos Cachapoal y Tinguiririca, y del Estero Alhué (Fig. 1).

El río Cachapoal desagua cumbres de más de 3000 m en la cordillera de los Andes con régimen nivoso típico en su curso alto, y con influencia de lluvias en su curso medio inferior. El caudal promedio es de 74 m<sup>3</sup>/seg, basándose en 10 años de observaciones (ENDESA, 1972) con un promedio mínimo de 27 m<sup>3</sup>/seg en marzo, aumentando en julio y agosto a 130 m<sup>3</sup>/seg y hasta un máximo de 154 m<sup>3</sup>/seg en enero.

El Tinguiririca presenta caudales mínimos en febrero y marzo (7.2 m<sup>3</sup>/seg y 6.3 m<sup>3</sup>/seg, respectivamente). Los máximos se han constatado en julio y agosto (70 y 77 m<sup>3</sup>/seg), con mayor influencia de las lluvias. Además, recibe aportes importantes de otros ríos que están fuera de su ámbito andino.

El río Rapel, antes de la construcción del embalse, excavó un angosto cauce de 45 km de longitud. El muro de la represa tiene una cota de inundación máxima de 105 m, desde aquí hasta poco más arriba de la confluencia de los ríos Cachapoal y Tinguiririca, la superficie inundada abarca unos 120 km<sup>2</sup> aproximadamente, con una longitud máxima de 43 km.

La forma del lago artificial es dendrítica, semeja una «Y». Su perímetro es de 288,6 km y el desarrollo de ribera es alto: 6,89. El volumen del agua embalsada es de 0.832 km<sup>3</sup>, el ancho medio es de 3,14 km.

En este cuerpo de agua es posible distinguir con claridad tres áreas naturales:

- la primera, (Fig. 1, Sector A) que es la más profunda y angosta, limita al NO con el muro de contención de la represa. Sus orillas abruptas, corresponden a laderas de cerros de la Cordillera de la Costa.

- la segunda (Fig. 1, Sector B), adyacente a la confluencia de los ríos, corresponde a una de las partes más ancha del lago. Se extiende por unos 20 km y sus profundidades máximas en el "talweg" varían entre 6 y 23 m. La presencia de abundante material en suspensión durante la mayor parte del año da al agua una coloración café terrosa.

- la tercera (Fig.1, Sector C) que recibe aguas del Estero Alhué, también es ancha, pero poco profunda, su cuenca es plana. Presenta grandes extensiones de lavado. Durante la mayor parte del año el agua es verdosa, como consecuencia de la alta producción fitoplanctónica.

El Rapel es un lago monomítico templado, situado a 200 metros sobre el nivel del mar, con aguas poco transparentes, bien oxigenadas y abundantes nutrientes en todo el perfil vertical. El lago muestra altas fluctuaciones estacionales del nivel del agua y se observa escasa vegetación ribereña, con excepción de aquellas zonas vecinas a cursos de agua que ingresan al embalse.

Datos sobre producción primaria, dinámica de poblaciones de algas, producción íctica y variables límnicas abióticas (batimetría, rangos de nutrientes y cationes, gases disueltos, regímenes de vientos, eutroficación, contaminación, etc.), han sido publicados en los últimos 25 años, mejorando considerablemente

el conocimiento del lago y pueden ser consultados con provecho en Cabrera *et al.*, (1977), Montecino y Cabrera (1978), Cabrera-Silva (1979), Bahamondes *et al.*, (1979), Vila (1980), Vila y Zúñiga (1980), Vila y Soto (1981a y b), Montecino- Banderet (1981), Montecino y Cabrera (1982a y b), Zúñiga y Araya (1982), Mülhauser y Peters (1983), Bahamonde y Cabrera (1984), Cabrera y Montecino (1984), Montecino y Cabrera (1984), Soto *et al.*, (1984), Reynolds *et al.*, (1986), Vila *et al.*, (1986), Cabrera y Montecino (1987), Vila *et al.*, (1987), Vila y Montecino (1987), Andrew *et al.*, (1989), Mülhauser y Montecino (1990), Vila *et al.*, (1990, 1997 y 2000).

También han sido de gran ayuda para la elaboración de este trabajo las pioneras, numerosas y documentadas publicaciones limnológicas sobre Chile del recordado investigador Prof. Dr. Hugo Campos C., y de sus colaboradores, cuya extensa lista ha sido incluida en Vila (1998).

Se ha tratado también de producir un documento sinóptico e integrado que pueda ser utilizado por profesores y alumnos de diferentes niveles, para familiarizarlos con algunos aspectos limnológicos de un lago artificial chileno, como es el Rapel, y así procurar nuevos desarrollos, o mejorar la calidad de los conocimientos actuales.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2. 1. Estaciones de muestreos:

Las muestras se obtuvieron en seis estaciones monitoras, de las cuales la 1, 2 y 3 están en el Sector nominado A, la 4 y 5 en el Sector B, y la 8 en el Sector C (ver Fig. 1), considerando las tres áreas naturales especificadas en el punto 1.

### 2. 2. Obtención de las muestras:

Se utilizó un muestreador de plancton Clarke Bumpus de 5" de diámetro con malla N° 10 (160  $\mu$  de apertura entre hilos).

Se obtuvieron muestras mensuales, por arrastre superficial de longitud variable, en las seis estaciones monitoras, con algunas excepciones. Es así como en diciembre de 1976 no se tomaron muestras en las estaciones 1, 2 y 3. Tampoco en mayo y junio de 1977 en la estación 3, en agosto y septiembre de 1976 en la estación 5, y en julio, octubre y diciembre de 1976 en la estación 8.

Por dificultades logísticas no se obtuvo muestras en febrero de 1977, en ninguna de las estaciones monitoras.

### 2. 3. Tratamiento de las muestras:

Las muestras se fijaron inmediatamente en formalina al 5%, para conservarlas después en el laboratorio, en alcohol de 70°. En cada una se determinó el volumen de zooplancton por decantación, en probetas graduadas.

Para el análisis cuantitativo de los microcrustáceos por unidad de volumen se procedió de la siguiente manera:

Primero, se agregó líquido conservador (alcohol 70°) hasta completar un volumen conocido. Luego, previa homogenización, se obtuvo una alícuota con pipeta Stempel. El recuento se hizo en una cámara Bogorov, bajo una lupa estereoscópica Bausch & Lomb con 50x. El resultado del recuento se normalizó a un metro cúbico, con el objeto de obtener un índice de abundancia relativa.

Para la determinación de los microcrustáceos se procedió a disectarlos previamente, bajo una lupa estereoscópica Leitz y las partes con valor diagnóstico se montaron como preparaciones microscópicas en gelatina glicerinada.

#### 2. 4. Magnitud de cambios de densidades durante el día:

Para utilizar en el análisis de los datos, todas las muestras disponibles recolectadas en diferentes horas del día, se hizo un experimento que permitiera conocer la magnitud de los cambios de densidades durante 24 horas, para considerarlos en el momento de interpretar los resultados. Con este objetivo, el 10 y 11 de abril de 1981, se hicieron muestreos verticales en la estación 2, cada tres horas aproximadamente, durante las 24 horas del día consecutivas, a profundidades de 20 - 0 m y 40 - 20 m (Figs. 2-4).

### 3. RESULTADOS

#### 3. 1. Sistema de muestreo:

El efecto del sistema de muestreo en la interpretación de los datos es muy importante, como se deduce de la experiencia adquirida en este mismo lago (Bahamonde y Ruiz, 1981), se estima que los datos obtenidos en esta oportunidad están subestimados en alrededor de un 15% (*op. cit.*).

#### 3. 2. Relación entre profundidad, hora de obtención de la muestra <sup>2</sup>, calidad y abundancia de los microcrustáceos:

Los resultados obtenidos (Figs. 2-4) en la Estación 2 del Lago Rapel, el 10 y 11 de abril de 1981, en 20 - 0 m y 40 - 20 m, muestran que durante las 24 horas de observaciones:

a) La densidad de Cladóceros y Copépodos es mucho mayor en el estrato 20 - 0 m que en el 40 - 20 m (Fig. 2).

En ambos estratos predominan en general los Copépodos sobre los Cladóceros, a excepción del muestreo de las 16.28 horas (40 - 20 m), en el que se observa un porcentaje levemente mayor de Cladóceros (51%), cifra que no es estadísticamente significativa. En ambos grupos se observa un cambio en la abundancia a diferentes horas del día, constatándose densidades mínimas alrededor de las 23 horas, para ascender y alcanzar los máximos alrededor de las 08.50 horas, y disminuir en las horas siguientes hasta completar el ciclo diario.

b) Al hacer un análisis a nivel específico de la abundancia de Cladóceros en ambos estratos, es posible reconocer como la especie más abundante a *Ceriodaphnia dubia* Richard, 1895, con densidades entre 9.473 y 23.090 indiv./m<sup>3</sup> (20 - 0 m) siguiéndole en densidad *Neobosmina chilensis* (Daday, 1902), con 2.170 y 3.552 indiv./m<sup>3</sup>. *Diaphanosoma chilense* Daday, 1902, se observó sólo ocasionalmente en tres de las muestras obtenidas entre 20 - 0 m (13.15; 16,35 y 23.00 horas), su densidad varió entre 197 y 395 indiv./m<sup>3</sup>, y sólo en una entre 40 - 20 m (02.05 horas), donde alcanzó una densidad de 67 indiv./m<sup>3</sup>.

*Daphnia ambigua* Scourfield, 1947, se encontró sólo ocasionalmente en dos de las muestras obtenidas, entre las 13.15 y 20.00 horas (20 - 0 m), no hallándose a mayor profundidad.

En *C. dubia*, y en menor escala en juveniles, se refleja también el ciclo diario de cambios en la abundancia (Figs. 3 a y b).

c) El examen de la abundancia de las especies de Copépodos indica el predominio de *Tumeodiaptomus vivianae* Dussart, 1979 [= *T. diabolicus* (Brehm, 1935) ?] cuya presencia se observa en todas las muestras y su densidad ha variado entre 986 y 2960 indiv./m<sup>3</sup> en las muestras entre 20 - 0 m; y entre 67 y 395 indiv./m<sup>3</sup> entre 40 - 20 m, lo que indica mayor abundancia cerca de la superficie.

*Mesocyclops longisetus* (Thiébaud, 1914) apareció sólo ocasionalmente en muestras superficiales

---

<sup>2</sup> Hora de inicio de obtención de la muestra

entre las 16.35 y 20.00 horas y en densidades muy bajas, de 197 indiv./m<sup>3</sup>, y a las 8.50 horas con densidades de 395 indiv./m<sup>3</sup> (Figs. 4 a y b).

Se aprecian cambios en la abundancia durante el día especialmente en copepoditos y nauplius, los que fueron bastante abundantes en el día en que se obtuvo esta muestra.

No se encontró *Metacyclops mendocinus* (Wierzejski, 1892).

### 3. 3. Microcrustáceos del Lago Rapel:

En diferentes oportunidades se han citado microcrustáceos para el Lago Rapel (Araya, 1982; Zúñiga y Araya, 1982; Araya y Zúñiga, 1985; Ruiz y Bahamonde, 1989).

Las especies encontradas son las siguientes:

#### Cladocera:

Familia Sididae Baird, 1850

*Diaphanosoma chilense* Daday, 1902

Familia Daphnidae Straus, 1820

*Daphnia ambigua* Scourfield, 1947

*Ceriodaphnia dubia* Richard, 1895

Familia Moinidae Goulden, 1968

*Moina micrura* Kurz, 1874

Familia Bosminidae Sars, 1865

*Neobosmina chilensis* (Daday, 1902)

Familia Chydoridae Stebbing, 1902

*Alona pulchella* King, 1853

*Chydorus sphaericus* (O. F. Müller, 1785)

#### Copepoda:

Familia Diaptomidae Sars, 1903

*Tumeodiptomus vivianae* Dussart, 1979<sup>3</sup>

Familia Cyclopidae Sars, 1913

*Metacyclops mendocinus* (Wierzejski, 1892)

*Mesocyclops longisetus* (Thiébaud, 1914)

En las seis estaciones monitoras controladas durante este trabajo [Estaciones 1, 2 y 3 (Sector A), 4 y 5 (Sector B) y 8 (Sector C), entre julio de 1976 y junio de 1977], se determinaron las siguientes especies<sup>4</sup>:

#### 3. 3. 1. Cladocera:

Los Cladóceros tienen una vida relativamente corta, constatándose coincidencias entre esta vida breve, la formación de estadios durables, el ciclo rítmico de su vida y los cambios en las condiciones ambientales. Su ciclo biótico varía en las diversas especies, de acuerdo con los factores del medio, especialmente con

---

<sup>3</sup> Ver, otras observaciones, en pág. 23

<sup>4</sup> Los esquemas de las especies aquí tratadas han sido tomados de Araya y Zúñiga (1985).

los cambios en la temperatura. Han alcanzado una notable adaptación a las aguas límnicas. Su natación es bastante lenta y se alimentan de fitoplancton, el que capturan utilizando un aparato filtrador relativamente simple.

Es, sin duda, uno de los grupos más característicos y abundantes del zooplancton límnic, aunque muchas especies están íntimamente relacionadas con las hidrófitas que viven sumergidas o sobre el fondo y constituyen el grupo de microfiltradores más abundante del zooplancton límnic.

Haney (1973) les atribuye hasta un 80% del consumo por herbivoría detectado en estos ambientes (*fide*, Martínez, 1999). Martínez (*op. cit.*: 675) consigna también que “especies de cladóceros cercanamente emparentadas (Daphnidae, Moinidae) presentan significativas preferencias en sus estrategias de alimentación”. Es importante además el tamaño de las partículas que ingieren, pero no sería éste el único atributo que intervendría en la conducta alimentaria de los Cladóceros.

Un estudio experimental hecho por Martínez (2000), con microcrustáceos procedentes del lago El Plateado (71° 39' W - 33° 04' S), revela “significativas diferencias interespecíficas de conducta alimentaria entre especies de Cladóceros y demuestra que mientras *M. micrura* y *C. dubia* presentarían ventajas competitivas en condiciones de baja disponibilidad de alimentos debido a que presentan una mayor eficiencia en la utilización del recurso, la mayor CLI<sup>5</sup> presentada por *D. ambigua* le conferiría ventajas en un ambiente con mayor disponibilidad de alimentos.” Otros experimentos sobre conducta alimentaria en estas mismas especies y su influencia en la composición de ensambles de Cladóceros han sido descritas por Martínez y Montecino (2000). Estas especies se encuentran en el Rapel.

Ramos *et al.*, (1998) establecieron que hay un aumento significativo de la abundancia de *C. dubia* y *D. ambigua* en primavera (agosto - octubre), mientras *M. micrura* es abundante durante el verano y principios de otoño (enero - abril).

Variaciones en la abundancia y calidad del alimento tendría efectos significativos sobre la conducta alimentaria de estos consumidores.

En condiciones de corto plazo los individuos responden a un incremento de la concentración del alimento con un aumento de la tasa de ingesta por ejemplar. Sin embargo, este incremento de la tasa de ingesta puede llegar hasta un nivel máximo sobre el cual la tasa de alimentación se mantiene constante, disminuyendo la actividad de filtración y aumentando el rechazo de partículas alimenticias (Rigler, 1961).

Especies de mayor tamaño corporal, que pueden ingerir partículas de tamaño más grande, presentarían tasas de ingestas mayores que las especies más pequeñas (Martínez, 2000: 52 –53).

Tienen dos modalidades de reproducción: partenogenética y sexual. Durante gran parte del año, en condiciones favorables, la reproducción es partenogenética. Las hembras acumulan un número variable de huevos o de crías en su cámara de cría o cámara incubadora, situada en la parte dorsal del caparazón y hasta su eclosión. Su número depende no sólo de la especie, sino también del tamaño del ejemplar y de las condiciones ambientales en que se ha desarrollado, sobre todo de su alimentación. Después de un período de reproducción partenogenética, en las poblaciones de cladóceros, suelen aparecer machos. Su porcentaje puede oscilar entre 5% y 50% de los individuos. Los factores que determinan estas apariciones han sido largamente estudiados con mucho interés por los investigadores, sin haberse logrado aún una respuesta satisfactoria. Sin embargo, se considera, que la disminución del alimento disponible, las variaciones térmicas, las sequías y otros cambios adversos en los factores ecológicos, pueden provocar la aparición de los machos en la población. Si las condiciones consideradas adversas perduran, esos machos son capaces de fertilizar a las hembras, dando origen a uno o más “huevos de resistencia” que se mantienen en la cámara de crías. Las

---

<sup>5</sup> Concentración Limitante Incipiente (McMahon & Rigler, 1965 *fide* Martínez, 2000).

paredes de ésta sufre un fuerte engrosamiento dando así origen al denominado “efipio” (en Sididae no hay efipio, pero sí huevos durables). No existe en los cladóceros un verdadero abdomen, pero en cambio poseen un postabdomen muy desarrollado que cierra la cámara incubadora por detrás. Es muy móvil y lleva dorsalmente dos largas sedas abdominales plumosas.

En efipios de Dáfnidos se hallan, en general, uno o dos huevos, mientras en Quidóridos siempre hay uno sólo. Cuando la hembra muere, el efipio puede caer al fondo del cuerpo de agua o bien ser arrastrado por las corrientes. A veces, estos huevos permanecen durante largo tiempo en estado de reposo, mientras perduran las condiciones ecológicas adversas. En otros casos los huevos efipiales pueden ser llevados con facilidad de un lugar a otro por el viento o por las aves acuáticas, lo que permite una fácil dispersión de las especies de Cladóceros, por lo cual suelen alcanzar una amplia distribución geográfica.

En el momento en que estas condiciones ambientales se hacen favorables para la vida de la especie, los huevos efipiales se desarrollan con rapidez y de ellos eclosionan hembras que, por partenogénesis, incrementarán rápidamente el tamaño de la población.

Los Cladóceros emergen del huevo con su forma definitiva.

En ambientes límnicos, los cladóceros son parte muy importante de las tramas tróficas, siendo en Argentina, según Olivier (1962:180), un alimento importante para el pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*).

## SIDIDAE

### *Diaphanosoma chilense* Daday, 1902

(Fig. 5)

*D. chilense* Daday, 1902:446-447, figs. 4 a-c. Paggi, 1978:56-59, figs. 74-90. Araya y Zúñiga, 1985:50-51, figs. 23 a-b.

?*D. brachyurum* Harding, 1955: 330, fig. 1.

*D. brachyurum* Olivier, 1962: 186-187, lám. I figs. 1-2.

*D. excisum* var. *chilense* Loeffler, 1961: 151-153, figs. 1-5. Thomasson, 1963:127.

*D. sp.* Domínguez, 1973:4.

*D. excisum* Campos, Bucarey y Arenas, 1974:55.

#### Breve descripción:

De aspecto general delicado, tiene una cabeza reducida y sin rostro. Las anténulas son pequeñas, mientras las antenas son largas; alcanzan o superan el borde valvar. El posabdomen es alargado y tiene una protuberancia ventral bastante marcada; la garra posabdominal tiene tres espinas basales, la distal es la más larga. (Basado en Araya y Zúñiga, 1985).

#### Distribución geográfica:

Argentina, Chile, Perú (?).

#### En Chile:

Lagos: Chungará, Catapilco, El Plateado, Huechún, Peñuelas, Orozco, Rapel, Lanalhue, Caburgua,

Villarrica, Calafquén, Pellaifa, Panguipulli, Ríñihue, Pirehueico, Ranco, Pucuró, Puyehue y Rupanco (Ruiz y Bahamonde, 1989).

Distribución en el lago:

Claramente estacional, se encontró entre enero y abril, desapareciendo en este último mes en el sector de Alhué. En el área de la represa su permanencia se prolonga hasta junio; su ausencia en mayo, en esta estación, podría ser consecuencia del muestreo. En las estaciones 4 y 8 se observaron sólo entre enero y marzo, mientras en la estación 2 se encontró sólo en marzo, y en la 3 en marzo y abril. En la estación 5 se observaron entre enero y abril. Marzo es el mes de mayor frecuencia de la especie en todo el lago.

No se encontraron ejemplares con huevos, posiblemente por deterioro de los animales capturados.

La situación por sectores es la siguiente:

Sector A (Est. 1, 2 y 3):

En la estación 1 se encontraron en enero (10 indiv./m<sup>3</sup>), en marzo (2.095), en abril (23) y en junio 123 indiv./m<sup>3</sup>. En marzo en la estación 2 se hallaron 3.180 indiv./m<sup>3</sup> y en la estación 3 se encontraron 5.189 indiv./m<sup>3</sup>, bajando en abril a 113 indiv./m<sup>3</sup>. Las densidades más altas se constataron en este sector en marzo. Cifras inferiores se observaron en los meses que lo preceden y en los que le siguen.

Sector B (Est. 4 y 5):

Se hallaron entre enero (225 indiv./m<sup>3</sup>) y marzo (2.174 indiv./m<sup>3</sup>) en la estación 4. En la estación 5 la densidad más alta también es en marzo (2.141 indiv./m<sup>3</sup>), con cifras inferiores en enero y abril, de 22 y 1.045 indiv./m<sup>3</sup> respectivamente.

Sector C (Est. 8):

Se encontraron entre enero y marzo en densidades bajas, de 72 y 223 indiv./m<sup>3</sup> respectivamente.

Otras observaciones:

Esta especie fue descrita por Daday (1902) con material del Lago Villarrica recolectado por F. Silvestri, el 31 de marzo de 1899, y revisada por Loeffler (1961). Paggi (1978) hace una extensa descripción de ella sobre la base de ejemplares recolectados en Argentina y Chile. No encontró machos, el cual sigue siendo desconocido.

Paggi (*op. cit.*) muestra las dificultades sistemáticas y confusiones derivadas no sólo de la gran variabilidad morfológica, sino también de los escasos caracteres utilizados para la determinación de las especies del género, también reportó huevos de resistencia, los que son fuertemente pigmentados, tienen la superficie lisa y una cubierta externa transparente, muy tenue.

La literatura científica (Davis 1955) indica que especies de *Diaphanosoma* sirven de alimento a la pequeña medusa *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, sobre todo a los ejemplares jóvenes.

*C. sowerbyi* es una especie que frecuenta estacionalmente algunos embalses de Chile Central, como Peñuelas (Schmid - Araya y Zúñiga, 1992), pero aún no ha sido observada en el de Rapel.

## DAPHNIDAE

*Daphnia ambigua* Scourfield, 1947  
(Fig. 6)

*D. ambigua* Scourfield, 1947 Journ. Quekett. Microsc. Club 2(4):127-131. Araya y Zúñiga, 1985:52, figs. 25

a-c.

**Breve descripción:**

En esta especie las sedas de la antena no alcanzan el borde valvar; el rostro está moderadamente desarrollado. La espina del caparazón tiene una longitud inferior a la mitad del cuerpo (aunque es carácter variable). Posabdomen con 7 a 10 espinas anales, los dientes de los tres peines de la garra son pequeños y de longitud similar. (Basado en Araya y Zúñiga, 1985).

**Distribución geográfica:**

Argentina y Chile.

**En Chile:**

Lagos: El Plateado, Peñuelas, Orozco, Negra, Yeso, Rapel, Lanalhue, Caburgua, Villarrica, Calafquén, Pellaifa, Panguipulli, Neltume, Riñihue, Pirehueico, Ranco, Puyehue y Bonita (Ruiz y Bahamonde, 1989).

**Distribución en el lago:**

Se encontró en todo el lago, pero su distribución cambia según el área examinada y la época del año. En noviembre se halló en todo el cuerpo de agua con densidades variables. Curiosamente se halla ausente en la estación 4 entre marzo y septiembre; entre mayo y julio en la estación 5, y en enero y septiembre en la estación 8. También está ausente entre enero y agosto en la estación 1, excepto en abril y julio con cifras muy bajas.

**La situación por sectores es la siguiente:**

**Sector A (Est. 1, 2 y 3):**

En general en las estaciones 2 y 3 se hallan en la mayor parte del año, excepto en agosto. Se observaron densidades de 1.096 indiv./m<sup>3</sup> en junio, 4.290 en septiembre y 2.596 indiv./m<sup>3</sup> en noviembre, en la estación 2. La densidad más alta se observó en la estación 3 con 8.045 indiv./m<sup>3</sup>, en noviembre. En la estación 1 las mayores densidades se observaron en septiembre y noviembre, con 5.291 y 7.660 indiv./m<sup>3</sup> respectivamente. En esta estación no se hallaron entre enero y marzo, ni en mayo, ni en junio. Hay hembras ovíferas entre septiembre (Est. 1 y 3) y noviembre (Est. 2); pero, no se encontraron en octubre. No hay muestras de la estación 3 en mayo, ni en junio, ni en diciembre. De este último mes tampoco hay muestras de las estaciones 1 y 2.

**Sector B (Est. 4 y 5):**

Sólo se constataron ejemplares entre octubre (33 indiv./m<sup>3</sup>) y abril (1.394 indiv./m<sup>3</sup>) en la estación 5; en la estación 4 entre octubre y enero, con 802 y 112 indiv./m<sup>3</sup> respectivamente, presentando mayores densidades en noviembre con 5.108 y diciembre con 1.553 indiv./m<sup>3</sup>.

Se observaron hembras ovíferas entre octubre (Est. 4) y diciembre (Est. 5). No hay en noviembre.

En la estación 5 no hay muestras en agosto, ni en septiembre.

**Sector C (Est. 8):**

Se observaron individuos durante casi todo el año, a excepción de septiembre y enero, y su densidad varió entre 7.303 en noviembre y 54 indiv./m<sup>3</sup>, en agosto. Se encontraron hembras ovíferas en junio. No hubo muestras de julio, ni octubre, ni de diciembre.

**Otras observaciones:**

Paggi (1973:109-111) se refiere a la ciclomorfosis en esta especie, observando material recolectado



en Argentina.

Ramos - Jiliberto y Zúñiga (2001) han mostrado que en un lago eutrófico y monomítico de Chile Central, como es El Plateado, esta especie experimenta cambios significativos en la distribución vertical día y noche.

En el Lago Rapel se observaron hembras ovíferas entre septiembre y diciembre, y excepcionalmente en junio (estación 8).

*Ceriodaphnia dubia* Richard, 1895

(Fig. 7)

*C. dubia* Richard, 1895. Ann. Mus. Civ. Hist. Nat. Génova 14, ser. 2. fasc. 34:570.

Breve descripción:

No tiene rostro, el seno cervical está bien marcado y delimita la cabeza pequeña del cuerpo, que es grande y redondeado. El margen dorsal de la cabeza tiene una ligera concavidad en la parte media y otra más suave en la parte posterior. El posabdómen tiene 8 a 10 espinas anales fuertes, con numerosos fascículos de sedas laterales. (Basado en Araya y Zúñiga, 1985).

Distribución geográfica:

Especie holártica, etiópica y neotropical (Negrea, 1983). Cosmopolita. Brasil. Patagonia. Paraguay. Colombia. Guatemala. Andes Peruanos (Harding, 1955). Argentina. Sumatra. Nueva Zelandia. Africa (Olivier, 1962). Australia (Smirnov y Timms, 1983) y Chile.

En Chile:

Lagos: El Plateado, Peñuelas, Orozco, Peral, Negra, Yeso, Aculeo, Rapel, Lanalhue, Lleu-Lleu, Caburgua, Pichilafquén, Villarrica, Calafquén, Quillehue, Panguipulli, Neltume, Riñihue, Pirehueico, Pucuró, Puyehue, Rupanco, Atravesado y Lynch (Ruiz y Bahamonde, 1989).

Distribución en el lago:

Se encuentra prácticamente durante todo el año, en todo el lago. Es la especie que presenta la mayor densidad entre los Cladóceros. Altas concentraciones se hallaron entre septiembre y noviembre, es decir en primavera, así como también en el período marzo - junio que corresponde a otoño y que muestra densidades bastante más bajas que en primavera.

Se hallaron ejemplares con huevos en el área cercana a la represa desde julio a abril; entre octubre y marzo en el sector cercano a la desembocadura de los ríos Tinguiririca y Cachapoal, y entre septiembre y junio en las cercanías del estero Alhué.

Curiosamente en el sector de la represa sólo se observaron hembras con crías en octubre, mientras en la desembocadura de los ríos al lago se hallaron casi continuamente entre octubre y abril. En Alhué sólo en septiembre, enero y abril.

La situación por sectores es la siguiente:

Sector A (Est. 1, 2 y 3):

En general, se hallan ejemplares durante todo el año, con densidades máximas de 110.638 indiv./m<sup>3</sup> en noviembre (Est.1) y 52.484 en octubre (Est. 3). Las hembras ovíferas se observaron entre julio y abril, constatándose especímenes con crías sólo en octubre (Est. 3).

Sector B (Est. 4 y 5):

En la estación 4 se observaron ejemplares entre septiembre y mayo, con las mayores densidades en primavera - verano: enero con 19.663 y noviembre con 13.158 indiv./m<sup>3</sup>. En la estación 5 se observaron prácticamente todo el año, excepto en junio, alcanzando la mayor densidad en abril con 15.331 indiv./m<sup>3</sup>.

Hembras ovíferas se encontraron entre octubre y enero en la estación 4, y entre octubre y marzo en la estación 5. Hembras con crías aparecieron sólo en octubre y abril en la estación 5; y entre noviembre y enero en la estación 4.

Sector C (Est. 8):

Hay ejemplares durante casi todo el año, se encontraron en reproducción entre septiembre y junio. Hay crías en septiembre, enero y abril. Las mayores densidades se observaron en primavera: 56.432 indiv./m<sup>3</sup> en noviembre; notándose también un importante incremento en junio con 19.167 indiv./m<sup>3</sup>.

Otras observaciones:

Es una especie eurioica, prácticamente cosmopolita (Armengol, 1978), que se ha encontrado desde la tundra ártica hasta el desierto del Sahara, ascendiendo en las montañas hasta 2.100 m (Cáucaso). Vive en todo tipo de aguas límnicas, prefiere los charcos pequeños. También es frecuente en la orilla de los lagos.

Margalef (1953) la ha encontrado en cuevas y bajo el hielo. Aunque su presencia no está correlacionada con la existencia de vegetación acuática (Margalef *op. cit.*), Olivier (1962) la encuentra preferentemente en lagunas con abundante vegetación.

Su ecología es aún poco conocida.

Domínguez y Zúñiga, 1976 han encontrado que en El Plateado esta especie soporta rangos entre 10.5 y 20.0° C y su óptimo 10.5 y 15.0° C.

En Chile se han encontrado dos especies de *Ceriodaphnia*: *C. dubia* y *C. quadrangula*. Smirnov y Timms (1983) han hecho esquemas que permiten identificarlas adecuadamente.

## MOINIDAE

*Moina micrura* Kurz, 1874  
(Fig. 8)

*M. micrura* Kurz, 1874. Sitz. Akad. Wiss. Wien. 70(1):7. Domínguez, 1971:353-358. Lám. I y II.

Breve descripción:

Tiene la cabeza grande y generalmente extendida, carece de rostro pero presenta seno cervical. Las valvas no cubren completamente el cuerpo. Las anténulas son largas, fusiformes, con una seda sensitiva en su parte media y con bandas transversales de pelitos. El posabdómen tiene 5 a 7 dientes anales no marginales, cónicos y plumosos, concluyendo ésto en un diente más grande bífido y glabro. (Basado en Araya y Zúñiga, 1985).

Distribución geográfica:

Especie casi cosmopolita (Negrea, 1983). Eurioica. Argentina (Olivier, 1962), Australia (Smirnov y Timms, 1983). Chile.

En Chile:

Lagos: Rungue, El Plateado, Peñuelas, Orozco, Yeso, Rapel y Lanalhue (Ruiz y Bahamonde, 1989).

#### Distribución en el lago:

Se encontró en todo el lago entre noviembre y abril. Excepcionalmente aparece en junio en la estación 8, que muestra en noviembre las densidades más altas de esta especie. Hembras ovíferas sólo se observaron en enero, en el sector cercano a la represa y en el de Alhué.

La situación por sectores es la siguiente:

##### Sector A (Est. 1, 2 y 3):

Se encontraron entre enero y abril (Est. 1) en densidades que no superan 374 indiv./m<sup>3</sup>. En la estación 3 se observaron además en noviembre, con la más alta densidad del sector de 894 indiv./m<sup>3</sup>. En la estación 2 sólo se encontraron en enero 364 indiv./m<sup>3</sup>. Hembras ovíferas se hallaron en enero (Est. 1 y 3).

##### Sector B (Est. 4 y 5):

Se hallaron entre noviembre y abril, con densidades que varían entre 1.703 (Est. 4) y 56 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 5).

##### Sector C (Est. 8):

Se constató su presencia entre noviembre y abril, con densidades fluctuantes entre 4.647 y 162 indiv./m<sup>3</sup>. En junio se hallaron 833 indiv./m<sup>3</sup>. Hembras ovíferas se observaron sólo en enero.

Otras observaciones:

Es una de las especies holoplanctónicas que presenta mayor variabilidad en el género. Goulden (1968), que ha realizado una revisión completa del género, indica que es difícil creer que la gran cantidad de formas que se conocen de esta especie puedan pertenecer a *M. micrura*.

Según Armengol (1978: 35-36), *Moina micrura* es cosmopolita. Es muy común en casi todo el mundo, debido a su carácter estenotermo de aguas cálidas, evita las regiones frías (Canadá, Siberia y Europa Septentrional). Su capacidad de dispersión permite encontrarla hasta en islas del océano Pacífico y mar Caribe.

Olivier (1962) dice que es una especie "muy frecuente como eulimnoplanton, en lagunas hipohalinas hasta mesohalinas  $\beta$  (0.13 a 9.45 gr/l de sales)".

Se halla en lagunas de montañas calizas con abundante vegetación. Estival en ambientes de pequeño volumen, dulces o salobres (Margalef, 1953). Smirnov y Timms (1983), refiriéndose a ejemplares australianos indican que el epifio contiene un huevo.

Domínguez (1971) encontró y describió al macho de esta especie, el cual fue recolectado en la laguna El Plateado, cerca de Valparaíso, Chile.

#### BOSMINIDAE

##### *Neobosmina chilensis* (Daday, 1902) (Fig. 9)

*Bosmina coregoni* Ekman, 1900:73-74, lám. 4, fig.20.

*Bosmina obtusirostris* Vávra, 1900:14-15, (no G. O. Sars, 1862).

*Bosmia coregoni chilensis* Daday, 1902:444-446, figs. 3 a-b.

*Bosmina coregoni hagmanni* Thomasson, 1953:191, lám. II, fig.4.

*Bosmina chilensis* Thomasson, 1959:51, 55.

*Bosmina hagmanni* Olivier, 1962:219-220. (no Stingelin, 1903).

*Eubosmina hagmanni* Deevey y Deevey, 1971 (en parte): 205, 209 y 213, fig.4, 2.

*Bosmina (Neobosmina) chilensis* Lieder, 1983:128.

#### Breve descripción:

Tiene cuerpo globoso, casi esférico, con los bordes dorsal y ventral marcadamente convexos. El ángulo pósteroinferior de las valvas con un corto mucrón. La cabeza está truncada anteriormente, no tiene rostro y las anténulas están fijadas en su extremo. El posabdómen es subcuadrado y lleva pequeñas espinillas laterales y marginales. (Basado en Araya y Zúñiga, 1985).

#### Distribución geográfica:

Argentina, Chile.

#### En Chile:

Lagos: Chungará, Catapilco, Rungue, El Plateado. Peñuelas, Orozco, Negra, Yeso, Aculeo, Rapel, Lanalhue, Lleu-Lleu, Caburgua, Huilipilún, Pichilafquén, Villarrica, Calafquén, Pellaifa, Panguipulli, Neltume, Riñihue, Pirehueico, Ranco, Pucuró, Puyehue, Riso, Rupanco, Bonita, Todos Los Santos, Llanquihue, Atravesado y La Paloma (Ruiz y Bahamonde, 1989).

#### Distribución en el lago:

Se encuentra prácticamente durante todo el año, y con huevos, en todo el lago. Sin embargo, no se observaron cerca de la desembocadura de los ríos Cachapoal y Tinguiririca (Est. 4 y 5) entre julio y septiembre, ni en sus proximidades en agosto (Est. 3).

Hay altas densidades en primavera, entre septiembre y noviembre, especialmente en este último mes, alcanzándose los máximos en el área de unión de los tres sectores.

La situación por sectores es la siguiente:

#### Sector A (Est. 1, 2 y 3):

Las densidades más altas se observaron en octubre con 21.398 y noviembre 33.072 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 3). En las estaciones 1 y 2 las mayores densidades también se presentaron en octubre con 10.596 (Est. 1) y 7.673 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 2). En las estaciones 1 y 2 hay dos períodos con hembras ovíferas, uno entre abril y junio, y otro en septiembre. Hembras con crías se observaron en septiembre y mayo (Est. 1), y en junio (Est. 2). En la estación 3 hay hembras con huevos durante gran parte del año, y con crías en julio, octubre, noviembre y enero.

#### Sector B (Est. 4 y 5):

Se encontraron ejemplares entre octubre y junio, con máximas de 29.256 (Est. 4) y 18.397 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 5), ambas en noviembre. Hay dos períodos en que se encuentran hembras con huevos, uno entre octubre y diciembre, y otro entre marzo y abril. Se observaron hembras con crías entre octubre y noviembre. Excepcionalmente en la estación 5 hay crías en marzo.

#### Sector C (Est. 8):

Se hallaron ejemplares durante casi todo el año, con máximas en noviembre de 21.245 indiv./m<sup>3</sup>, en mayo 16.717 y en junio 26.250 indiv./m<sup>3</sup>. Hembras ovíferas se observaron entre septiembre y junio, y con crías entre enero y abril.

Otras observaciones:

Lieder (1983) dice que *Neobosmina* se distribuye en todo el hemisferio sur (zona neotropical), Africa, Australia, Nueva Zelandia, Filipinas y Oceanía. Según él, parece existir ecomorfosis entre poblaciones de esta especie, que viven en zonas más calurosas y en las poblaciones de aguas subantárticas de la Patagonia, Tierra del Fuego e Islas Malvinas (Falkland), semejante a la que ha sido descrita para *Eubosmina longispina* en el norte de la zona Paleártica.

CHYDORIDAE

*Alona pulchella* King, 1853

*A. pulchella* King, 1853. Papers of Proc. of the Royal Soc. of Tasmania. 2:260, pl. VIII B.

Breve descripción:

Tiene forma semicircular, el borde dorsal es curvo y el ventral recto, con numerosas sedas marginales. Con rostro romo, las anténulas tienen sedas sensoriales que sobrepasan el extremo rostral. El posabdomen tiene un ángulo entrante, con 8 - 9 denticulos marginales y 5 - 6 fascículos. La uña caudal es pectinada con una espina basal fuerte. (Basado en Araya y Zúñiga, 1985).

Distribución geográfica:

Australia (Smirnov y Timms, 1983). Chile.

En Chile:

Lagos: Todos Los Santos, Llanquihue, Pellaifa, Villarrica, El Plateado, Pichilafquén (Ruiz y Bahamonde, 1989).

Fue citada para el Rapel por Araya y Zúñiga, 1985 como *A. pulchella* var. *cambouei* (De Guerne y Richard, 1893).

*Chydorus sphaericus* (O. F. Müller, 1785)

(Fig. 10)

*Lynceus sphaericus* O. F. Müller, 1785. Entomostraca seu Insecta Test.:71, t. 9. f. 7-9.

Breve descripción:

Es de cuerpo esférico. Su rostro está muy desarrollado y es puntiagudo, está adosado al borde ventral de las valvas. El posabdomen es cóncavo y su borde posterior posee 8 a 10 denticulos marginales. La uña caudal es pectinada, con dos espinas basales. (Basado en Araya y Zúñiga, 1985).

Distribución geográfica:

Especie cosmopolita (Harding, 1955). Muy eurioica. Chile. Islas Malvinas, Puerto Stanley (Vávra, 1900). Europa y Norteamérica (G. O. Sars, 1901). Argentina. Brasil. Paraguay y Lago Titicaca (Olivier, 1962). Australia (Smirnov y Timms, 1983).

En Chile:

Lagos: Chungará, El Plateado, Peñablanca (cerca de Quilpué), Peñuelas, Peral, Negra, Yeso, Aculeo, Rapel, Pichilafquén, Calafquén, Riñihue, Ranco, Llanquihue y Agua Fresca, cerca de Punta Arenas (Ruiz y Bahamonde, 1989).

#### Distribución en el lago:

Se presenta en casi todo el lago en noviembre, excepto en la estación 5.

Las densidades más altas se hallan en las estaciones 3 y 8 en noviembre. En las estaciones restantes sólo se encontraron ocasionalmente.

La situación por sectores es la siguiente:

##### Sector A (Est. 1, 2 y 3):

En las estaciones 1 y 2, en noviembre, se observaron máximas de 851 y 236 indiv./m<sup>3</sup> respectivamente, y en la estación 3 que tiene la densidad más alta del sector con 2.682 indiv./m<sup>3</sup>. En la estación 3 se encontraron además en septiembre y enero, pero en número reducido.

##### Sector B (Est. 4 y 5):

Se observaron en noviembre 155 indiv./m<sup>3</sup> y diciembre 48 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 4), y en la estación 5, en marzo y mayo 56 y 41 indiv./m<sup>3</sup> respectivamente, y en ambas estaciones también en junio, 50 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 4) y 10 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 5).

##### Sector C (Est. 8):

Se hallaron en septiembre y noviembre densidades de 1.429 y 2.656 indiv./m<sup>3</sup>, respectivamente.

#### Otras observaciones:

Según Armengol (1978: 60-62) es el cladóceros más difundido en todo el mundo. Vive en todo tipo de aguas continentales: lagos, lagunas, charcos, aguas corrientes de circulación lenta, arrozales, etc., tanto a nivel del mar como en la alta montaña (3.000 m en el Cáucaso, 2.500 en Los Pirineos).

Aunque tiene una distribución geográfica tan amplia, se conoce relativamente muy poco de su valor ecológico real. Es una especie que se encuentra preferentemente en el litoral como también en lugares poco profundos. Margalef (1953) la encuentra entre algas (*Cladophora*) o en la vegetación sumergida (*Myriophyllum*, *Chara*). Negrea y Negrea (1975) la hallan entre *Potamogeton* y *Ceratophyllum* y en zonas con vegetación litoral (*Phragmites* y *Typha*).

En la zona limnética trepa sobre los filamentos algales (Fryer, 1968), o nada libremente (Timms 1973, *vide* Smirnov y Timms 1983), su número fluctúa estacionalmente. Sin embargo, diversos autores han notado con frecuencia el paso de esta especie al plancton cuando se producen proliferaciones explosivas de Cianofíceas.

Aún cuando se han sugerido hipótesis relacionadas con el incremento de la flotabilidad por asociación con algas o por cambios en las propiedades ópticas del agua, en realidad se trata de un fenómeno aún muy poco estudiado. Según Armengol (*op. cit.*) ha sido el Quidórido más frecuente en embalses españoles y su distribución es muy localizada, ya que aparece, salvo contadas excepciones, en embalses de aguas poco mineralizadas y eutróficas, que son las que, como señala Margalef (1976), tienen cianofíceas (*Gomphosphaeria*, *Mycrocystis*, *Anabaena*), situaciones en las cuales *Ch. sphaericus* aparece en el plancton. Según Armengol es poco abundante, generalmente no sobrepasa el 1% de los crustáceos del plancton.

Es una especie polimórfica (Smirnov y Timms, 1983), con gran variabilidad. Su gran capacidad de adaptación a todo tipo de condiciones ambientales y la presencia de ciclomorfosis muy poco estudiados, y que se manifiesta por su menor tamaño en los meses de verano y por pequeños cambios en la forma, ha contribuido a que se hallan descrito muchas especies, variedades y formas, algunas de las cuales carecen de valor taxonómico y corresponden sólo a adaptaciones locales. Algunos autores han diferenciado subespecies y variedades, una de las cuales *Chydorus sphaericus* var. *plumatus* ha sido descrita por Loeffler para Chile (1961). De acuerdo con esto, debería revisarse la validez de *Chydorus patagonicus* Ekman, 1900 cuya distribución geográfica aparece aún muy localizada.

*Chydorus sphaericus* es una de las especie eurioicas de mayor espectro de tolerancia frente a las condiciones ambientales, filtra seston (flagelados y diatomeas) y detritus finos del sedimento. Según Olivier (1962) se halla en aguas oligo a mesohalinas (0.60 a 3.78 gr./l de sales). Además, menciona que Rawson y Moore (1944) la citan para aguas de salinidad variable entre 0.10 y 20.0 gr./l.

### 3.3.2. Copepoda:

Son entomostráceos con caparazón exclusivamente quitinoso. Es el grupo más evolucionado entre los constituyentes del plancton de aguas límnicas. Hay especies que muestran una gran movilidad. Las especies pelágicas se alimentan de plancton. Las hay herbívoras y carnívoras. Son de sexo separado, con frecuente dimorfismo sexual. Los espermatozoides están encerrados en espermatóforos. En la mayoría de los casos hay cópula, durante la cual el macho sujeta a la hembra, por medio de las antenas y del quinto par de patas. Con estas últimas deposita un espermatóforo en el orificio genital de la hembra. Los huevos generalmente se hallan libres en el plancton. Raras veces se depositan en sacos suspendidos de los orificios genitales de la hembra.

Las especies de copépodos pelágicos tienen áreas de distribución muy amplias que dependen especialmente de las condiciones ecológicas del ambiente.

#### DIAPTOMIDAE

*Tumeodiptomus vivianae* Dussart, 1979  
(Fig. 11)

*Tumeodiptomus viviani* Dussart, 1979: 6-7, fig. 4 (descripción).

?*Diaptomus diabolicus* Zuñiga y Araya, 1982. An. Mus. His. Nat. Valpo. 15:48.

*T. vivianae* Dussart y Defaye, 1983: 141(cita).

#### Breve descripción:

La hembra es diferenciable por su “ último segmento torácico con dos espinas hialinas a cada lado, dirigidas hacia el exterior y más próximas entre sí hacia el lado derecho que el izquierdo”. El abdomen tiene sólo dos segmentos. El segmento genital es muy característico y se parece al de *T. diabolicus* (Brehm). Es muy disimétrico, a la izquierda presenta una fuerte espina hialina y a la derecha un apéndice dirigido hacia atrás, globoso en su extremo y terminado en una espina hialina. El macho tiene los dos últimos segmentos torácicos soldados. El abdomen tiene 5 segmentos. El P5 derecho tiene el coxopodito alargado, con una carena interior y distalmente un lóbulo triangular que termina en una espina corta y fuerte (Basado en Dussart, 1979).

#### Distribución geográfica:

En Chile:

Lago Rapel (Dussart, 1979).

#### Distribución en el lago:

En general se encontraron entre noviembre y julio, en muy bajas densidades.

Está casi ausente en el área adyacente a la desembocadura de los ríos Cachapoal y Tinguiririca, durante la mayor parte del año. En el sector próximo a la represa se encontraron hembras con espermatóforos entre enero y abril. Hembras con huevos y espermatóforos se hallaron en el sector de Alhué, en abril.

Las mayores frecuencias en todo el lago se observan entre noviembre y abril, es decir primavera,

verano y otoño, cuando el embalse debería alcanzar su nivel más alto como consecuencia de los deshielos y por la ausencia de generación eléctrica. No se constató esta especie en la estación 5, que es la de menor profundidad y donde llegan los ríos Cachapoal, Tinguiririca y Estero las Cadenas.

Las estaciones 1 y 2 son las que alcanzan las mayores densidades, siendo en la estación 1 en el mes de noviembre, donde se constató la densidad más alta de esta especie en el lago.

La estación 8 aunque situada en un área de baja profundidad mostró la presencia de esta especie sólo en agosto, abril y junio.

La situación por sectores es la siguiente:

Sector A (Est. 1, 2 y 3):

Se encontraron entre noviembre 1.702 indiv./m<sup>3</sup> y julio 53 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 1), y entre julio y abril, con densidades entre 703 y 72 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 2). En la estación 3 se observaron entre enero y abril, con densidades entre 38 y 133 indiv./m<sup>3</sup>. En este sector se hallaron hembras fecundadas entre noviembre y abril.

Sector B (Est. 4 y 5):

Se detectaron en la estación 4 entre noviembre 155 indiv./m<sup>3</sup> y marzo 187 indiv./m<sup>3</sup>. No se observaron hembras fecundadas. No hubo ejemplares en la estación 5.

Sector C (Est. 8):

Se encontraron en agosto, abril y junio con densidades de 54, 203 y 417 indiv./m<sup>3</sup>, respectivamente. Hembras fecundadas se hallaron sólo en abril.

Otras observaciones:

En el lago Rapel hay un solo Diaptomidae descrito por Dussart (1979) como *T. viviani*, nombre rectificado por Dussart y Lefaye (1983) por *viviana*, de acuerdo con el Código de Nomenclatura Zoológica. Agrega que este género incluiría la especie "*Diaptomus*" *diabolicus* de Brehm (1935). Araya (1982), y Zúñiga y Araya (1982) citaron para el Rapel a *Diaptomus diabolicus* Brehm, 1935 sin mencionar en la bibliografía el trabajo de Dussart (1979), por lo cual es concebible que se trata de la misma especie de Dussart.

En 1985, Araya y Zúñiga, en su manual taxonómico del zooplancton lacustre de Chile, se refieren sólo a *Diaptomus diabolicus* de Brehm y no hay comentario alguno sobre *Tumeodiaptomus*, ni sobre *T. viviana*. De acuerdo con el Prof. Luis Zúñiga (comunicación personal) deberían considerarse sinónimos. Si ese fuera el caso, tendría prioridad la especie de Brehm. A juicio de los autores es necesario estudiar con mayor detalle la variabilidad de los Diaptómidos en Chile, ya que según Zúñiga (1975) esta variabilidad estaría relacionada con las características térmicas de las aguas del ambiente en que viven.

Loeffler (1961) ha señalado la gran variabilidad de tallas que presentaban ejemplares de *D. diabolicus* estudiadas por él, provenientes de diferentes lagos del Sur de Chile. Más tarde, Zúñiga (1975) entregó datos sobre la morfología, distribución y variabilidad de tallas en esta especie, sobre la base de material recolectado en embalses del área de Coquimbo y Valparaíso, y agrega que esta variabilidad "debe estar relacionada con las características térmicas de las lagunas". Zúñiga (*op. cit.*) encuentra una correlación negativa entre talla y temperatura al analizar muestras provenientes de la laguna El Plateado, en Chile.

Alonso y Armengol (1981), aseguran que los Diaptómidos, como muchos otros organismos límnicos, muestran alta variabilidad. La diferencia entre poblaciones, provenientes de varios lagos, tiene un interés extraordinario en los estudios limnológicos, pero es necesario conocer en cada caso, si las diferencias se deben a evolución de las especies o a evolución temporal. Métodos biométricos, cariotipos y análisis de grupos enzimáticos han sido utilizados para descubrir la variabilidad. Estos métodos permiten reconocer con mayor exactitud las diferencias específicas en los Diaptómidos. Ellos no han sido utilizados para diagnosticar



las especies chilenas de este género.

La distribución geográfica de *T. diabolicus* ha sido citada en Ruiz y Bahamonde, (1989).

#### CYCLOPIDAE

*Metacyclops mendocinus* (Wierzejski, 1892)

(Fig. 12)

*Cyclops mendocinus* Wierzejski, 1892. Rozpr. Ak. Krakow 24:238, t. 6, f. 19-24.

#### Breve descripción:

Cuerpo alargado, con el último segmento torácico separado. Segmento genital es más ancho en la región proximal. Anténula de 12 segmentos. Ramas furcales paralelas y poseen una espina en el centro de la rama. P1 a P4 con ramas de dos segmentos. P5 está fusionada al cuerpo, con una seda más o menos larga y una espina apical corta. Receptáculo seminal en forma de T, más largo que ancho. (Basado en Araya y Zúñiga, 1985).

#### Distribución geográfica:

Especie peculiar de la región neotropical.

Chile (Richard, 1897). Argentina. Haití. Colombia. Paraguay. Uruguay (en Ringuelet, 1958). Brasil. Bolivia. Ecuador. Perú. Venezuela. América Central y Antillas (en Reid, 1985).

#### En Chile:

Catapilco, Lunache, probablemente por error, por Limache, Rungue, Orozco, Rapel, Pichilafquén y Elizalde (Ruiz y Bahamonde, 1989).

#### Distribución en el lago:

Se encontraron durante todo el año en el sector cercano a la represa y en el de Alhué. Se observa un desfase en el desove: entre julio y enero aparecen ejemplares en desove en el sector de la represa, y entre septiembre y abril en el sector de Alhué.

Sólo en el área cercana a la desembocadura de los ríos faltan entre abril y septiembre, desovando entre octubre y marzo.

Se encuentra en la mayor parte del año en todo el lago, sin embargo su distribución temporal es muy reducida en la estación 4, donde sólo se halla entre octubre y enero. Las mayores densidades se constatan en enero y noviembre, especialmente en este último mes, alcanzando su máxima densidad en la estación 3.

La situación por sectores es la siguiente:

#### Sector A (Est. 1, 2 y 3):

Se hallaron durante casi todo el año, con máximas en noviembre de 3.404 indiv./m<sup>3</sup> (Est.1) y 10.726 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 3). Llama la atención la ausencia de individuos en las estaciones 1 y 2 en el mes de agosto; y en las estaciones 2 y 3 en octubre.

Se observaron hembras ovíferas entre los meses de julio y enero.

#### Sector B (Est. 4 y 5):

Se encontraron ejemplares entre octubre y marzo, cuyas mayores densidades se constataron en

noviembre con 3.096 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 4) y en enero con 456 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 5). Hembras con huevos se encontraron entre octubre y noviembre en la estación 4; y en octubre, enero y marzo en la estación 5.

Sector C (Est. 8):

Se hallaron ejemplares durante casi todo el año, con densidades entre 5.975 indiv./m<sup>3</sup> en noviembre y 54 indiv./m<sup>3</sup> en agosto. Se observaron hembras con huevos entre septiembre y abril.

*Mesocyclops longisetus* (Thiébaud, 1914)

(Fig. 13)

*Cyclops leuckarti* var. *longiseta* Thiébaud, 1914. Mém. Soc. Neuchatel. Sc. Nat., 5:165, f. 6-8.

Breve descripción:

Las ramas furcales sin sierra y tres veces más largas que anchas; receptáculo seminal de la hembra con las ramas laterales gruesas y notorias. Artejo 16 de las anténulas de la hembra con una membrana o lámina serrada; artejo 17, dentado con una o más escotaduras. Lámina basal de P4 con un par de púas o espinas. (Basado en Araya y Zúñiga, 1985).

Distribución geográfica:

Chile (Richard, 1897). Argentina, Haití, Colombia, Brasil, Paraguay (en Ringuelet, 1958). Bolivia. Venezuela. Antillas y América del Norte (en Reid, 1985).

En Chile:

Lagos: El Plateado, Negra, Rapel, alrededores de Concepción, Lanalhue. Lleu- Lleu, Caburgua, Calafquén, Pellaifa, Panguipulli, Riñihue, Pirehueico, Rancho, Puyehue, Rupanco, Bonita, Todos Los Santos, Llanquihue y General Carrera (Ruiz y Bahamonde, 1989).

Distribución en el lago:

Se halló en el área cercana a la represa durante gran parte del año, sin huevos. En el sector cercano a la desembocadura de los ríos Tinguiririca y Cachapoal se encontró entre octubre y enero, sin huevos. En el sector de Alhué se capturó durante casi todo el año. Hembras ovíferas se observaron sólo en marzo.

En agosto, no hay ejemplares en todo el lago.

Se encuentra entre julio y abril en la mayor parte del lago, excepción hecha en las estaciones 4 y 5 donde su distribución está restringida a los meses de octubre a enero. Las mayores densidades en el lago se observaron en noviembre.

La situación por sectores es la siguiente:

Sector A (Est. 1, 2 y 3):

En general se encontraron entre septiembre y abril, con densidades máximas de 6.257 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 3) y 5.106 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 1) en noviembre, y mínimas de 28 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 3) en septiembre y de 35 indiv./m<sup>3</sup> (Est. 1) en octubre. En las tres estaciones de este sector se observaron ejemplares en el mes de julio, pero no así en el mes de agosto. No se encontraron hembras con huevos.

Sector B (Est. 4 y 5):

Se hallaron entre octubre y enero, y sus densidades variaron entre 2.477 indiv./m<sup>3</sup> en noviembre y 112 indiv./m<sup>3</sup> en enero (Est. 4); y entre 846 en enero y 286 indiv./m<sup>3</sup> en noviembre (Est. 5). Excepcionalmente se encontraron en el mes de junio, en bajísima densidad, en la estación 4. No se observaron hembras con huevos.

Sector C (Est. 8):

Se observaron entre septiembre y junio, con densidades que fluctuaron entre 13.278 indiv./m<sup>3</sup> en noviembre y 168 indiv./m<sup>3</sup> en marzo. En junio se encontraron 2.917 indiv./m<sup>3</sup>. Sólo se hallaron hembras con huevos en marzo.

### 3.3.3. Densidad total de Cladóceros y Copépodos por estaciones monitoras (Figs. 14 -16):

#### Estación 1

Cladóceros:

Entre septiembre y junio las densidades son superiores a 4.739 indiv./m<sup>3</sup>, con excepción de enero (193) y abril (738), en que las densidades son considerablemente más bajas.

Un período de alta densidad se constata entre septiembre 13.024 indiv./m<sup>3</sup> y noviembre (121.702), y un segundo período entre marzo con (7.332) y junio con 9.506 indiv./m<sup>3</sup>.

En julio y agosto las densidades son bajas, entre 379 y 160 indiv./m<sup>3</sup> respectivamente.

No hay muestras en diciembre.

Copépodos:

Entre agosto y junio las densidades son en general superiores a 2.694 indiv./m<sup>3</sup>, a excepción de enero (910) en que la densidad es mucho más baja.

Un período de abundancia se inicia en julio con 442 indiv./m<sup>3</sup>, alcanzando su máxima en noviembre (31.488), para decrecer en los dos meses siguientes, e iniciarse en enero otro período de abundancia menor al anterior y que alcanza su máxima en junio (11.110).

No hay muestras en diciembre.

#### Estación 2

Cladóceros:

Un período de abundancia se inicia prácticamente en agosto con 868 indiv./m<sup>3</sup> y alcanza su máxima en noviembre (32.331), disminuyendo hacia abril (688), mes en que se inicia un segundo período con su mayor abundancia en junio (13.973), para declinar hacia agosto.

No hay muestras en diciembre.

Copépodos:

Un período de abundancia se inicia prácticamente en julio con 4.440 indiv./m<sup>3</sup> y alcanza su máxima en octubre (12.950) disminuyendo hacia abril (1.881), en que se inicia un segundo período que tiene su mayor abundancia en mayo (18.336), decreciendo hacia los dos meses siguientes.

No hay muestras en diciembre.

#### Estación 3

Cladóceros:

El primer período de abundancia se inicia en septiembre con 2.092 indiv./m<sup>3</sup>, para alcanzar su máxima

en noviembre (97.430) y descender hacia enero (3.419) y recuperarse en marzo (11.575), y probablemente decrecer en los meses sucesivos, ya que en agosto se encontraron sólo 5 ejemplares y no hay muestras de mayo, ni junio, para asegurarlo.

No hay muestras en diciembre.

Copépodos:

Un primer período de abundancia se inicia en septiembre con 1.927 indiv./m<sup>3</sup>, para alcanzar su máxima en noviembre (235.083), decrecer en los meses sucesivos y recuperarse en abril (7.139) y probablemente volver a decrecer ya que en agosto se encontraron solamente 15 ejemplares, y no hay muestras de mayo, ni junio, para asegurarlo.

No hay muestras en diciembre.

#### Estación 4

Cladóceros:

El período de abundancia prácticamente se inicia en octubre con 5.098 indiv./m<sup>3</sup> y alcanza su mayor densidad en noviembre (51.702), para disminuir paulatinamente hacia abril (12.575) y descender bruscamente en mayo (865). No se registraron ejemplares en julio, ni en agosto.

Copépodos:

El período de abundancia se inicia prácticamente en octubre con 3.493 indiv./m<sup>3</sup> y alcanza su mayor densidad en noviembre (94.737), para disminuir paulatinamente hacia marzo (3.561) y recuperarse en abril (9.431), comenzando a descender en mayo (2.703) y bajar bruscamente en junio (41). En julio y agosto no se registró individuo alguno.

#### Estación 5

Cladóceros:

Entre octubre y abril se observan densidades superiores a 1.078 indiv./m<sup>3</sup>, con máximas en noviembre (24.339) y abril (25.436), para disminuir bruscamente entre este mes y julio (12).

No hay muestras en agosto, ni en septiembre.

Copépodos:

Entre octubre y abril se observan densidades superiores 3.992 indiv./m<sup>3</sup>, a excepción de diciembre (769), con máximas en octubre (9.862) y en abril (20.557) y disminuir vertiginosamente en mayo.

No hay muestras en agosto, ni en septiembre.

#### Estación 8

Cladóceros:

Entre septiembre y junio hay densidades superiores a 8.234 indiv./m<sup>3</sup>, con dos máximas, una en el mes de noviembre (103.569) y el otro en junio (55.833).

No hay muestras en julio, en octubre, ni en diciembre.

Copépodos:

Entre septiembre y junio hay densidades superiores a 4.638 indiv./m<sup>3</sup>, con dos máximas una en noviembre (359.834) y otro en mayo (44.885).

No hay muestras en julio, en octubre, ni en diciembre.

## 3. 3. 4. Especies más abundantes según los sectores:

## a) En el Sector A:

<i>C. dubia</i>	187.933	indiv./m <sup>3</sup>	en noviembre	<i>M. mendocinus</i>	14.838	indiv./m <sup>3</sup>	en noviembre
<i>N. chilensis</i>	35.861	“	“	<i>M. longisetus</i>	12.071	“	“
	39.667	“	en octubre				
<i>D. ambigua</i>	18.301	“	en noviembre				

## b) En el Sector B:

<i>N. chilensis</i>	47.653	indiv./m <sup>3</sup>	en noviembre	<i>M. mendocinus</i>	3.382	indiv./m <sup>3</sup>	en noviembre
<i>C. dubia</i>	16.666	“	“	<i>M. longisetus</i>	2.763	“	“
	20.292	“	en enero				
	22.269	“	en abril				

## c) En el Sector C:

<i>C. dubia</i>	56.432	indiv./m <sup>3</sup>	en noviembre	<i>M. mendocinus</i>	5.975	indiv./m <sup>3</sup>	en noviembre
	19.167	“	en junio	<i>M. longisetus</i>	13.278	“	“
<i>N. chilensis</i>	21.245	“	en noviembre				
	26.250	“	en junio				

Las especies más abundantes en el lago son: *M. mendocinus* y *M. longisetus* entre los copépodos, y *C. dubia* y *N. chilensis*, entre los cladóceros.

## 3. 3. 5. Abundancia de estados larvarios de copépodos y de juveniles de cladóceros:

## a) Nauplius de copépodos:

Las concentraciones más altas de nauplius de copépodos se encontraron en la estación 8 (sector C) en noviembre con 298.091 indiv./m<sup>3</sup>, en la estación 3 del sector A, en octubre y noviembre con 98.106 y 193.966 indiv./m<sup>3</sup> respectivamente, y en la estación 4 (Sector B) en noviembre con 63.777 indiv./m<sup>3</sup>. Llama la atención la baja concentración o ausencia de nauplius en el sector B desde junio a septiembre. En la estación 8 se observaron 32.977 indiv./m<sup>3</sup> en mayo.

## b) Copepoditos:

Las concentraciones más altas de copepoditos se constataron en noviembre en la estación 8 (Sector C) con 42.490 indiv./m<sup>3</sup>. En las estaciones 3 y 4 (Sector A y B), durante el mismo mes se encontraron concentraciones de 24.134 y 25.232 indiv./m<sup>3</sup> respectivamente. También se hallaron altas concentraciones en mayo y junio en la estación 8 (Sector C), con densidades de 11.450 y 26.667 indiv./m<sup>3</sup> respectivamente.

## c) Juveniles de cladóceros:

Las concentraciones más altas de juveniles de cladóceros se hallan en septiembre, octubre y noviembre, preferentemente en este último mes, alcanzando un máximo de 11.286 indiv./m<sup>3</sup> en noviembre, en la estación 8 (Sector C, Alhué), que es el sector menos profundo. En esta estación hay juveniles durante todo el año, pero sus densidades son muy bajas en los meses siguientes. Llama la atención la ausencia de juveniles de cladóceros, en la mayoría de las estaciones de los sectores A y B, durante mayo, junio, julio, agosto, y en algunas estaciones en septiembre.

#### 4. COMENTARIOS

##### 4.1. Al construirse el embalse:

Cuando un ecosistema terrestre es sustituido por otro acuático, los compuestos solubles del suelo y los que provienen de la descomposición de los organismos terrestres, que van quedando atrapados en el reservorio, pasan al agua y provocan cambios importantes en el sistema acuático en formación.

Ya en 1980 Armengol ha destacado que en sus inicios los reservorios pueden ser considerados ecológicamente vacíos. Las nuevas especies que allí llegan lo hacen aleatoriamente y al principio el ambiente selecciona aquellas especies con mayor capacidad de dispersión y que tienen una tasa elevada de reproducción.

En estas condiciones se favorece el desarrollo de especies pioneras, de estrategia *r*. La presencia en las proximidades de un embalse nuevo, de lagos o de otros cuerpos de agua capaces de suministrar especies, puede disminuir el período de desarrollo de esta primera fase, que es realmente de colonización.

Este período inicial se caracteriza por la inestabilidad ambiental del lago artificial, resultante del predominio de materiales alóctonos y de fluctuaciones a veces frecuentes del nivel de sus aguas. Las especies pioneras van siendo desplazadas por otras más especializadas, o mejor adaptadas a las nuevas condiciones del embalse.

Este período, que generalmente es más o menos largo va permitiendo la estructuración de una comunidad planctónica dinámica, cuya composición en un momento dado, dependerá de los factores históricos que han determinado la presencia de las especies concurrentes en este cuerpo de agua, de la climatología zonal y de las características geológicas de la cuenca en la que esté situado el reservorio. Influye también el grado de evolución de la comunidad allí presente y el régimen de fluctuaciones del nivel del agua de acuerdo con su uso: agrícola, electrogénico u otros. Los aportes de material orgánico, de nutrientes o eventualmente de sustancias contaminantes son, sin duda, también de gran importancia.

Cuando las fluctuaciones anuales son muy acentuadas predominan organismos poco especializados, capaces de aprovechar al máximo los recursos disponibles en ese momento, para luego desaparecer con rapidez.

Pareciera que cada embalse es único por sus características físicas, químicas y bióticas; como también por su funcionamiento. Por eso sería recomendable programar y establecer estudios de carácter integrados para cada uno de ellos.

Parece también importante insistir en algunos conceptos ya especificados por Rocha *et al.*, (1999), que aunque son conocidos, deben ser reiterados.

Los embalses pueden ser ambientes favorables para el desarrollo de comunidades zooplanctónicas, y en un lapso relativamente corto pueden formar conjuntos diversificados de especies. A medida que transcurre el tiempo su estructura se va haciendo más compleja, tanto desde el punto de vista taxonómico como trófico.

Los autores ya citados, han puesto de manifiesto que conceptos y teorías ecológicas vigentes pueden aplicarse provechosamente, para explicar los principales procesos que operan en el funcionamiento de las comunidades zooplanctónicas y en el reservorio mismo considerado como un todo. La teoría de la sucesión ecológica, evidencia que durante la colonización de reservorios recién creados, pioneros como protozoos y rotíferos muestran estrategias *r*, mientras los últimos colonizadores, copépodos calanoideos, son de estrategia *k*.

La edad del reservorio también es un factor importante en el desarrollo comunitario: lagos artificiales más antiguos tienden a poseer una mayor riqueza de especies. Procesos naturales como la eutroficación

natural y otros de origen antrópico, como lluvia ácida, contaminación, presencia de efluentes industriales y urbanos, pueden influir decisivamente sobre estos procesos, y en algunos casos pueden inhibir este desarrollo comunitario.

La morfometría de la cuenca, que está relacionada con el tamaño y la forma del lago, también influye sobre la diversidad comunitaria, según se ha observado en el zooplancton.

Reservorios grandes y dendríticos facilitan el desarrollo de un rico zooplancton, corroborando, según Rocha *et al.*, (*op. cit.*), la hipótesis de la heterogeneidad espacial de la diversidad.

En general, las comunidades bióticas también son sensibles a las descargas del agua del reservorio, fenómeno que influye sobre la densidad del zooplancton y su distribución, tanto superficial como batimétrica.

Rocha *et al.*, (1999), consideran que la teoría de Andrewartha y Birch (1984), puede ser aplicada para comprender las relaciones complejas entre las especies de zooplancton y la multitud de factores ambientales – bióticos y abióticos – que gobiernan los ecosistemas de los lagos artificiales.

Las comunidades del zooplancton límnicó están formadas principalmente por pequeños invertebrados como: protozoos, rotíferos y microcrustáceos. Hay también especies que pertenecen a otros grupos animales, como larvas de Dípteros, Turbelarios y Gastrótricos. La composición taxonómica varía bastante entre los diferentes grupos. Unos alcanzan mayor importancia que otros y, a veces, algunos pueden estar ausentes.

Otro hecho que es bueno recalcar es que en general en todos los lagos artificiales más antiguos, el número de especies en su región litoral es mayor que en su región pelágica.

Debe destacarse también que investigaciones límnicas, generalmente revelan que no hay grandes diferencias en cuanto a la composición por especies entre lagos naturales y artificiales.

Se ha constatado que en las primeras etapas de funcionamiento de los embalses, hay una gran descompensación entre los procesos de producción y los de respiración, por lo que han sido considerados como sistemas muy eutróficos. En los estratos superficiales, en que llega la luz, el fitoplancton logra una producción de oxígeno y de materia orgánica muy elevada, debido a la gran concentración de compuestos solubles, tanto de nitrógeno, como de fósforo, que actúan como verdaderos fertilizantes. En cambio, en las zonas profundas y sin luz, predomina el consumo de oxígeno, como consecuencia de la respiración de los organismos acuáticos, de la mineralización de la materia orgánica que sedimenta desde la superficie y de la descomposición de la vegetación terrestre que ha quedado sumergida por el embalsamiento del agua. Estos procesos, aunque relativamente lentos en el tiempo, van permitiendo la evolución del sistema ecológico hacia condiciones más equilibradas que dependen en último término de factores externos al embalse mismo, como son las características climáticas y geológicas de la cuenca en la cual está situado el reservorio. También los aportes de nutrientes y de materia orgánica que llegan por los ríos y la intensidad de la intervención antrópica a que están sometidos, son factores claves para la comprensión de estos procesos.

Por otra parte, el paso de organismos de un régimen fluvial a otro lacustre, implica necesariamente la modificación progresiva de la comunidad planctónica. También, al pasar organismos desde el lago artificial al río se constata la desaparición de especies planctónicas.

Aún en el mismo lago, las condiciones ambientales son muy variables en las zonas comprendidas entre las áreas en que llegan los influentes y la represa misma, de manera que en las primeras son típicamente fluviales, y a medida que se acercan a la represa se van haciendo cada vez más lacustres. En estas últimas, predomina la organización vertical del agua y fenómenos como sedimentación, períodos de estratificación y mezcla en el agua, migración vertical del zooplancton y otras, que se acentúan cada vez más (Armengol, 1982).

Los reservorios recién establecidos representan, sin duda, nuevas oportunidades de colonización para los organismos. Estos difieren unos de otros, de acuerdo con las características morfológicas y geológicas

del embalse, como también de la cubierta vegetacional de la hoya hidrográfica y de la composición química del agua. En su mayor parte, los microambientes que se forman son adversos a los organismos fluviales y más favorables para especies típicamente lénticas. Desde el momento en que se inicia su llenado, es posible constatar una sucesión ecológica continua, que debería ser controlada periódicamente, para conocer el estado sucesional en que se encuentra el lago artificial y su evolución en el tiempo.

A medida que éste transcurre, las especies intentan colonizar todo el embalse, pero sobreviven las mejor adaptadas a las condiciones ambientales del momento. Y así, poco a poco se van estructurando comunidades mejor integradas y estabilizadas que las originales, constatándose cambios en la diversidad.

También a lo largo del año, y de una a otra localidad, la composición por especies del zooplancton va variando, como respuesta a los cambios ambientales bióticos y/o abióticos que se suceden. Es así como se pueden establecer variaciones, tanto diarias, como mensuales, anuales e interanuales.

La riqueza en especies en los reservorios, puede variar bastante. En un inventario hecho en España, Margalef *et al.*, (1976), encuentran entre 103 reservorios analizados, 6 a 31 especies de Rotifera y 2 a 22 especies de microcrustáceos (Cladocera y Copepoda), por reservorio. En un trabajo similar de Brasil, para 23 reservorios seleccionados en el estado de Sao Paulo, Matsumura-Tundisi y Tundisi (1980) encuentran una riqueza en especies que fluctúa, entre 1 y 52 especies de Rotifera, 1 a 29 de Cladocera y 1 a 16 especies de Copepoda, por reservorio.

En el lago Rapel se constataron 6 especies de Cladocera y 3 de Copepoda. Soto *et al.*, (1984) encontraron 15 de Rotifera. Estos guarismos deberían considerarse bajos.

Muchas veces el número de especies encontradas en los muestreos que se efectúan, tanto en lagos naturales como artificiales, debería ser considerado críticamente, ya que él depende del arte de captura, del esfuerzo de muestreo y de la calidad del taxónomo.

En estos ecosistemas límnicos el número de especies y los grupos faunísticos representados, en general, son muy inferiores al que habitualmente se encuentra en ecosistemas marinos.

Por todo lo antes dicho y por el lapso, aún corto, desde la formación del lago artificial, es difícil interpretar en forma segura las causas de los cambios periódicos que se constatan en la distribución estacional y espacial de los Cladóceros y Copépodos en el Lago Rapel. Sin embargo, como se ha dicho en el capítulo Antecedentes, hay una visión global aproximada de los principales fenómenos límnicos ya observados en este cuerpo de agua.

Es muy importante el conocimiento del ciclo biótico de las especies citadas en este trabajo, especialmente de aquellas que tienen mayor abundancia. Para el cabal conocimiento de cada una de ellas, se requerirá del desarrollo de una importante fase experimental para comprobar las hipótesis formuladas en diferentes oportunidades. Es interesante destacar las contribuciones pioneras que ya ha hecho Martínez (1999 y 2000) en este sentido.

#### 4.2. Productividad primaria y fitoplancton:

Los procesos de producción en un reservorio como éste, igual que en un lago natural, se efectúan básicamente en la zona fótica y dependen mucho del tipo de algas planctónicas que realizan fotosíntesis, de su abundancia y de su metabolismo. Por esta razón, es de gran valor conocer la calidad y cantidad de los componentes que estructuran las comunidades fitoplanctónicas, ya que en la medida que éstas ocupan zonas más profundas, también van cambiando las especies que lo integran.

Cabrera *et al.*, (1977), Vila y Zuñiga (1980) se han referido tanto a la distribución estacional como espacial del fitoplancton en el Rapel y a su productividad. Montecino y Cabrera (1982 a), trabajaron en el embalse durante el mismo período en que fueron obtenidas las muestras aquí analizadas y constataron que la productividad primaria en el agua superficial era baja en las estaciones 2 y 4 desde junio hasta agosto,



incrementándose desde septiembre a diciembre y disminuyendo en los meses de verano, para aumentar nuevamente entre marzo y mayo.

Constatan también que el fitoplancton total es bajo en ambos lugares en los meses de verano, y que *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs, es la especie que más abunda durante la mayor parte del año. Montecino y Cabrera (*op. cit.*) observan también que la radiación incidente y la temperatura se incrementa durante la primavera, para alcanzar sus máximos en verano. Establecieron además, que la turbiedad máxima se alcanza en invierno, probablemente como resultado de la llegada de material alóctono al lago, como consecuencia de las intensas precipitaciones.

El incremento de la fotosíntesis, después del invierno, coincide con la disminución de la turbiedad del agua, por la menor cantidad de material suspendido, el aumento de la radiación incidente total, el incremento de la temperatura y la transparencia del agua que se detecta por la mayor profundidad que alcanza la visibilidad del disco Secchi. De manera que la magnitud de la productividad primaria estaría determinada por la dimensión de la columna iluminada de agua. Piensan que la temperatura del agua, tendría mayor influencia sobre la composición del fitoplancton que sobre la intensidad de la productividad primaria. Sin embargo, la disminución de *M. granulata* en los meses de verano les resulta inexplicable.

Concluyen que el lago Rapel es eutrófico durante la mayor parte del año.

Los eventos climáticos pueden hacer avanzar o retrasar el inicio o el término del incremento de la actividad fitoplanctónica. Agregan que en cualquier caso, el período de la estabilización del período fotosintético (plateau) es más largo cerca de la represa que en las áreas de ingreso de los ríos Cachapoal y Tinguiririca.

Un análisis de la composición y abundancia del fitoplancton durante el ciclo anual 1976 - 1977, ha sido hecho por Vila *et al.*, (1987), reconociendo 60 taxas (33 de Clorofíceas, 22 de Diatomeas y 5 de Cianofíceas). Destaca por su abundancia en primavera y otoño *Melosira granulata*, confirmándose así que es la especie más abundante en todas las estaciones monitoras y durante la mayor parte del año. En los períodos de máxima abundancia fitoplanctónica constituye entre el 70% y 90% del fitoplancton total del lago. Sólo en enero y marzo su representatividad es inferior al 50% y en las zonas más profundas y cercanas a la represa (Estaciones 1, 2 y 3). Coincidiendo con el incremento de las temperaturas promedio diarias, durante octubre y noviembre aumenta la riqueza específica del embalse, determinado por el aumento en el número de especies de diatomeas. En enero aumentan las Cianofíceas, y lo mismo ocurre con las Clorofíceas en marzo y abril. Los valores del índice de diversidad Shannon y Weaver (Margalef, 1983) fueron bajos durante todo el año en todo el embalse, fluctuaron entre 0.24 en primavera y 2.71 en verano. La estación 3 entregó los valores más altos de diversidad, y se registraron en verano. Los recuentos totales de fitoplancton revelan un aumento paulatino de su abundancia desde junio a noviembre de 1976, en las zonas cercanas a la represa y desde julio a diciembre en las zonas cercanas a los afluentes principales. En ambos sectores la abundancia disminuyó en los meses de verano, mostrando un nuevo incremento en otoño, el que dura hasta mayo en la estación 4 y hasta junio en la estación 2.

A semejanza de los lagos templados del hemisferio norte, el fitoplancton del embalse Rapel presenta dos períodos de máxima abundancia, el primero en primavera y el segundo en otoño, pero mientras en los lagos mencionados el florecimiento de primavera se inicia con el crecimiento de Diatomeas y se sucede con las Clorofíceas y luego las Cianofíceas, cuya abundancia aporta al máximo otoñal, en Rapel en cambio, durante casi todo el año *M. granulata* es la especie más abundante, especialmente en los sectores con menor profundidad. En las distintas zonas del embalse la riqueza de especies es similar, pero la abundancia de cada una de ellas es diferente. El florecimiento se inicia temprano en la primavera en las zonas con régimen típicamente lacustre. En las estaciones de baja profundidad (3 y 4), se mantiene el crecimiento sostenido del fitoplancton desde octubre a marzo. En cambio, en las de mayor profundidad (Estaciones 1 y 2), cercanas a la represa, el descenso en la abundancia del fitoplancton es brusco, y durante todo el verano los valores se

mantienen bajos. Sin embargo, durante los meses de invierno el crecimiento del fitoplancton, especialmente en las zonas poco profundas, estaría limitado por las temperaturas más bajas, con menor disponibilidad de luz y alta sedimentación por efecto de las lluvias invernales. En los sectores más profundos del embalse en cambio, la abundancia es alta en primavera y disminuye en verano, probablemente por una menor disponibilidad de nutrientes en la zona trofógena, para luego presentar un segundo incremento en otoño. En las zonas someras, pero de régimen fluvial, la abundancia de fitoplancton se mantiene baja durante todo el año (Estación 5), Vila *et al.* (1987).

En resumen, el florecimiento fitoplanctónico se inicia en septiembre y la masa algal permanece alta durante primavera y verano en las áreas con menor profundidad; mientras que en las regiones más hondas, la abundancia disminuye ya significativamente durante el verano.

#### 4.3. Zooplancton límnic:

En general, como ya lo ha destacado Armengol (1982), la comunidad zooplanctónica desempeña funciones muy importantes en la transmisión de la energía solar captada por el fitoplancton, la cual por su intermedio es canalizada hacia otros niveles tróficos. Su composición no es constante en el tiempo, sino que va variando en respuesta a criterios de máxima eficiencia en dicha transmisión. Según Armengol (*op. cit.*) es posible determinar las características más importantes de un embalse, a partir de las especies que en él existan.

Zúñiga y Araya (1982) tuvieron oportunidad de estudiar la comunidad zooplanctónica del lago Rapel en organización y composición estructural, estableciendo que para mayo y junio de 1981 la distribución vertical era al azar, mientras la distribución horizontal sería contagiosa.

En el zooplancton límnic predominan, en general, cuatro grandes grupos: Protozoos, Rotíferos, Cladóceros y Copépodos. En el Rapel son conocidos aspectos dinámicos de la población de Rotíferos (Soto *et al.*, 1984) y ahora de Cladóceros y Copépodos. Nada se sabe aún de los Protozoos del lago.

##### 4.3.1. Rotíferos:

Soto *et al.*, (1984) han hecho un importante estudio sobre Rotíferos del Lago Rapel, identificaron 15 especies que corresponderían a fauna tropical típica. Sólo *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), especie muy común en aguas productivas y templadas, fue encontrada en cada estación. Por lo general, fue la especie más abundante (> 50% del total de Rotíferos), con agudas diferencias en patrones de cambios de abundancia, entre diferentes localidades del lago. Los autores ya citados observaron marcadas diferencias entre las estaciones. En las estaciones 1 y 2, que son las más próximas a la represa, encontraron las mayores densidades de Rotíferos en primavera y otoño. La Estación 4, más próxima a los ríos influentes, tienen las mayores abundancias de Rotíferos en verano. La Estación 8 es la que tiene la más alta densidad media, pero los cambios en el número de Rotíferos son menos marcados.

Según Soto *et al.*, (1984) la mayoría de las especies, tienen su abundancia más alta en primavera y otoño, y generalmente en las mismas fechas en cada estación.

Algunos autores han atribuido estas variaciones principalmente, a factores abióticos como temperatura, ph, salinidad; otros a factores biológicos. Probablemente ambos son importantes.

En las Estaciones 2 y 4 aparecen altamente correlacionados los cambios de abundancia entre fitoplancton, rotíferos y copépodos, durante agosto 1976 y julio de 1977, (Fig. 4 de Soto *et al.*, 1984) y sugieren que la hidrodinámica del reservorio puede ser causa de los patrones encontrados.

Las estaciones cercanas a los ríos, la estación 4 por ejemplo, están muy influenciadas por las grandes cantidades de sedimentos suspendidos que ellos acarrearán, especialmente durante el período de lluvias. Montecino y Cabrera (1982 a) encuentran algunas diferencias entre las estaciones 2 y 4, con valores más altos en la última, especialmente en otoño. Esta diferencia en el incremento de la turbiedad, podría influir en la disminución de la abundancia de Rotíferos y de otros organismos planctónicos. Durante el verano las

estaciones 1 y 2, situadas en la parte más angosta y profunda del reservorio, muestran una aguda disminución del número de Rotíferos, probablemente como resultado de un mayor nivel de disturbio en las estaciones 4 y 8, cuando hay un gran influjo de agua (Soto *et al.*, *op. cit.*).

La Estación 8 debería ser más estable, ya que es la más somera y la menos afectada directamente por los ríos. Además, es una de las áreas más productivas del lago. Recibe constantemente nutrientes de las áreas agrícolas que la circundan (Cabrera *et al.*, 1977). En el lago podría diferenciarse por lo menos cuatro áreas diferentes, de acuerdo con la dinámica del agua (Soto *et al.*, 1984). La estación 4 (cerca de los ríos) y la 1 (en la represa), serían las que tienen condiciones hidrológicas con mayor efecto sobre la dinámica de las poblaciones del plancton. Entre ellas Soto *et al.*, (1984), encontraron las mayores diferencias en los patrones temporales de abundancia de las poblaciones de Rotíferos. En cambio, las estaciones 2 y 8 podrían ser las menos afectadas por la dinámica del agua del embalse. Esta última es la menos afectada por el flujo del río principal y probablemente donde las interacciones biológicas alcanzan competitivamente una mayor importancia.

#### 4.3.2. Microcrustáceos:

Muchas veces se asume que la distribución de los microcrustáceos en el lago es homogénea, lo cual no es así. Se observa una clara heterogeneidad, ya que las condiciones en el ambiente lacustre son muy variables. Muchos son capaces de efectuar migraciones en el curso del día.

Desde los estudios experimentales de Cushing (1951), Moore y Corwin (1956), y Lewis (1959), se sabe de movimientos verticales de copépodos por influencia de factores ambientales como: luz, temperatura y presión.

Según Patalas (1969), es consecuencia de factores como: temperatura, morfología de la cuenca, exposición al viento, localización de influentes y efluentes, y la química de la masa de agua.

Aún más, las mismas poblaciones de microcrustáceos pueden ocasionar cambios importantes en la transparencia del agua y en los niveles de concentración de la clorofila.

Armengol (1980) ha destacado que los Cladóceros son oportunistas, en cambio los Copépodos tienden a ser más especializados o conservadores. Siguiendo a Mac Arthur y Wilson (1967), los primeros mostrarían una estrategia afín al tipo *r*, mientras los segundos estarían más próximos al tipo *k*.

La alimentación herbívora de los Cladóceros, con filtración automática, es adecuada para especies con escasa capacidad de desplazamiento y que viven en ambientes extraordinariamente ricos en fitoplancton, lo cual les permite explotar ambientes muy fluctuantes, como son los embalses o los lagos eutróficos. En general, en este grupo la alimentación carnívora es una excepción.

Los Copépodos representan en el zooplancton, especies mejor adaptadas a los ambientes estables, y son capaces de realizar una explotación más eficiente de ellos. Aunque en los Copépodos se constata una variabilidad mayor que en los Cladóceros, tienden a diferenciarse de estos últimos, por una tasa de reproducción menor, debido a que ésta es de tipo sexual y con un tiempo de generación más larga (tres meses a un año). También la captura del alimento es diferente, ya que son capaces de seleccionar activamente las partículas.

Cladóceros y Copépodos responden en forma distinta a las condiciones ambientales conforme a sus estrategias, de tal manera que la dominancia de uno u otro grupo está relacionada en forma más o menos directa con la estabilidad del sistema. De acuerdo con ésto, los Cladóceros estarían favorecidos en situaciones de estrés, mientras que los Copépodos lo estarían en situaciones más estables.

Kurosawa 1975 (*vide* Matsumura - Tundisi y Tundisi, 1976), muestra que en lagos japoneses oligotróficos hay predominancia de Copépodos (*Cyclops vicinus*), mientras que en lagos eutróficos son los Cladóceros (*Bosmina longirostris*) los que dominan.

Los Copépodos, por lo menos, son tan importantes como los Cladóceros, y a menudo más. Los

Ciclopoideos de vida libre son principalmente bentónicos, tanto en número como en especies, pero la transición de la vida béntica a la planctónica es muy fácil, en el grupo. *Metacyclops* y *Mesocyclops* son planctónicos, éste último captura y come presas animales.

Todos los ciclopoideos son bisexuales. Los huevos son llevados por las hembras en dos sacos unidos a ambos lados del segmento genital.

Estudios de Smyly (1970) sobre *Acanthocyclops viridis* (Jurine), demuestran cuan importante es conocer los efectos de la diferencia en la calidad del alimento de copépodos, ciclopoideos, sobre las tasas de desarrollo, fecundidad (número de huevos por puesta, número de puestas e intervalo entre las primeras puestas) y longevidad, para comprender los factores que influyen sobre la dinámica de las poblaciones naturales.

También Whitehouse y Lewis (1973) y Jamieson (1980) se han referido al efecto de la dieta y densidad sobre el desarrollo, tamaño y producción de huevos en *Cyclops abyssorum* Sars y *Mesocyclops leuckarti* (Claus), respectivamente.

Parece que microcrustáceos eurípagos, tienen más posibilidades de alcanzar una dispersión más amplia y lograr una permanencia más prolongada durante el año, en algunos lagos.

Los Diatómidos, Calanoideos, son esencialmente planctónicos.

Domínguez y Zúñiga (1979:57) refiriéndose a los lagos Ranco y Ríñihue, dicen que Copepoda es el taxon responsable de la mantención del nivel de complejidad estructural de la comunidad y que los Cladóceros, por su sensibilidad a los cambios ambientales, sería responsable de la variabilidad comunitaria, insinuándose como un indicador de cambios de las condiciones generales de estos lagos.

#### 4.4. Peces:

En el Rapel hay tres especies de pejerreyes: dos endémicas, consideradas reófilas: *Basilichthys australis* (Eigenmann, 1920) y *Odontesthes mauleanum* (Steindachner, 1896). La tercera es característica de lagos y lagunas, y fue introducida a Chile desde Argentina: *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1833). Esta última, es la especie dominante en el lago y la que alcanza mayor tamaño. Según los autores que se citan: "La alimentación fue más activa durante el verano y en la noche y/o amanecer, influyendo en ella la temperatura y transparencia del agua y el período de desove de las especies". Las especies de *Odontesthes* se alimentaban durante la noche, en cambio *Basilichthys* lo hacía al amanecer. Durante el período verano-otoño su crecimiento es rápido. El período de desove se inicia en agosto y finaliza en octubre, excepto en *B. australis* en el que se prolonga hasta diciembre. Los principales ítemes encontrados en los estómagos corresponden a fitoplancton, microcrustáceos, insectos y restos de vegetales superiores. Las dietas de los peces fueron semejantes, aunque la situación y morfología de las especies depredadoras, determinaron algunas divergencias alimentarias en la época invernal (Bahamondes *et al.*, 1979; Vila y Soto, 1981b).

El ítem principal es fitoplancton (Bahamondes *et al.*, *op. cit.*) y su abundancia coincide con el período de más alta productividad del lago. El segundo ítem alimentario importante por su abundancia fueron microcrustáceos: Cyclopidae y Diaptomidae entre los Copépodos, y entre los Cladóceros especialmente Daphnidae (*Ceriodaphnia dubia*) y Bosminidae (*Bosmina obtusirostris* = *Neobosmina chilensis*), este ítem también disminuye en meses de invierno, Vila y Soto (1981b).

Se han citado otros peces para el lago Rapel, unos autóctonos como *Percichthys trucha* (Valenciennes, 1833) y otros introducidos, como *Cyprinus carpio* Linneo, *Carassius carassius* Linneo y *Salmo gairdneri irideus* Gibbons. Su alimentación en los diferentes estados de vida es aún poco conocida, por lo cual no es posible ni siquiera, insinuar fundadamente su verdadero impacto sobre la biota de este reservorio.

*Cyprinus carpio* es una especie fitófaga.

En general, los depredadores se constituyen en organismos capaces de devastar tanto al fito como al zooplancton y por lo cual son organismos muy importantes en la modulación dinámica del lago.

Vila *et al.*, (1990) calcularon la producción íctica del lago Rapel en 512 kg/ha/año.

#### 4. 5. Aves:

También hay aves acuáticas que frecuentan el lago. Sólo se ha observado un *Phalacrocorax: P. olivaceus olivaceus* Humboldt ; “ el cuervo negro” o “ yeco”. Es muy probable que se alimente de los peces del lago, ya que es una especie preferencialmente ictiófaga (Goodall *et al.*, 1951; Bahamonde, 1955; Philippi, 1964).

### 5. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

La revisión bibliográfica y el examen de las muestras recolectadas ha permitido:

- a) Elaborar una lista de microcrustáceos citados para el Lago Rapel y especificar su distribución geográfica y en el lago.
- b) Constatar que la comunidad pelágica está estructurada, en Rapel, por un número relativamente reducido de especies de microcrustáceos realmente importantes, valorizándose el rol ecológico de cada una de ellas. Los cambios cuantitativos mensuales, en número de especies y en abundancia, permiten establecer que la complejidad de la comunidad biótica varía durante el año.

Por otra parte, hay posibilidad de usar la abundancia relativa de Cladóceros y Copépodos, como indicadores de condiciones de estabilidad e inestabilidad demográfica en el lago, y para predecir otros fenómenos ecológicos que sean consecuencia de los cambios en estas condiciones. Sin embargo, esto último es difícil de hacer si no se cuenta oportunamente con antecedentes fehacientes de lo que esté sucediendo en el cuerpo de agua.

Por eso es importante, para proponer y establecer medidas de manejo en cuerpos de agua semejantes a éste, conocer en forma continua y metódica los procesos de evolución y organización de las comunidades límnicas que viven en estos lagos artificiales, incluyendo fenómenos de sustitución de especies, efectos del turismo, de fuentes de contaminación industrial, agrícola y urbana, sobre la dinámica demográfica del lago. Probablemente esto no puede hacerse para cada uno de ellos, por lo que sería aconsejable sistematizar y clasificar los distintos tipos de embalses que existen en el país, cuantificar su número, extensión en superficie, volumen y mecanismos de funcionamiento.

Sería también de gran interés examinar lo que sucede con poblaciones límnicas en situaciones catastróficas, como son por ejemplo: descensos extraordinarios del nivel del lago resultante de su vaciamiento, como consecuencia de sequías prolongadas, y/o grandes alzas de nivel provocadas por lluvias intensas, cuyas consecuencias a veces imprevistas, hacen necesario desaguar violentamente el embalse.

También se constatan diferencias importantes en las condiciones ambientales de diferentes áreas del lago, como consecuencia de la intervención de agentes externos al lago mismo, como son por ejemplo las entradas de ríos o de esteros permanentes o efímeros, los que influyen sobre la calidad del agua, el arrastre diferencial en calidad y cantidad de sedimento, el relieve adyacente y el efecto de las lluvias locales. Todo esto influye sobre la calidad, el volumen del agua embalsada y la extensión del área superficial. Factores como temperatura ambiente, vientos locales, nubosidad, etc., están influyendo en forma permanente sobre la evaporación del agua, pero la acción específica de cada uno de estos factores debería irse analizando en el terreno mismo.

En el caso del Rapel tiene especial importancia el conocimiento de la zona del lago que está bajo la influencia de los ríos Tinguiririca y Cachapoal, cuyas características físicas y químicas, también cambiantes durante el año, y de un año a otro, deberían ser determinadas para establecer su efecto sobre las comunidades pelágicas, litorales y bénticas. Esta zona es la más fría del lago y muestra la mayor cantidad de sedimentos, la que es alta sobre todo en junio, durante el período de lluvias intensas.

Las fluctuaciones climáticas que se producen durante el año en el área en que está situado el embalse, sin duda que también influyen en forma directa e indirecta sobre las características físicas, químicas y bióticas del lago artificial. Muchos de estos procesos, probablemente, se repiten cíclicamente en forma semejante de uno a otro año, sólo con pequeñas modificaciones mientras no haya cambios realmente significativos en los factores externos que determinan estas fluctuaciones.

Investigadores, citados en el texto, han concluido que en verano, como consecuencia de la irradiación solar, la temperatura en el agua es relativamente alta, pero la producción primaria no es muy elevada, por lo cual la concentración de oxígeno es relativamente baja, con respecto a meses más fríos (primavera), también en estos meses se produce anoxia en el fondo de los embalses, lo cual repercute en el descenso de la concentración media de Oxígeno. En invierno las condiciones se invierten, ya que junto con el descenso de la temperatura del agua, aumenta la concentración de oxígeno como consecuencia de la turbulencia originada por el viento. La transparencia del agua varía en forma similar a como lo hace la temperatura, aumenta en verano, debido a que está afectada sólo por la presencia del fitoplancton, en tanto en invierno disminuye bastante como consecuencia del incremento de las arcillas y otros materiales sólidos arrastrados por el agua.

Al morir los organismos, parte importante de la producción del lago se integra a su sedimento, observándose ocasionalmente situaciones de anoxia en el hipolimnion, que en forma excepcional podrían permanecer durante todo el año.

Es interesante recordar también que Margalef ya en 1976, ha señalado que uno de los efectos de la eutroficación de un ecosistema es la disminución de la diversidad, debido a que la mayor abundancia de alimento favorece a especies oportunistas, con mayor tasa de reproducción, en detrimento de las más especializadas. Agrega, que al mejorar la calidad del agua se produce un efecto contrario, aparecen especies de variado régimen alimentario y la diversidad aumenta.

Finalmente, este trabajo confirma la existencia de tres áreas naturales en el lago Rapel (cf. pág. 8), lo cual es muy importante para la planificación de trabajos futuros en este cuerpo de agua.

## AGRADECIMIENTOS

A la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA), por las facilidades otorgadas para realizar muestreos en el lago Rapel.

A Sergio Cabrera S., Irma Vila P., Vivian Montecino B., y a H. Thielemann, de la Universidad de Chile. A Doris Soto, de la Universidad Austral de Chile.

A Herman Núñez C., Oscar Gálvez H., Miguel Angel Azócar M., e Isabel Donaire O., del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.

A Luis Zúñiga M., de la Universidad Católica de Valparaíso.

Todos ellos colaboraron desinteresadamente, en distintos momentos de la elaboración de este trabajo, tales como recolección de muestras, provisión de referencias bibliográficas, cálculos estadísticos, confección de gráficos y también aportando ideas y/o críticas para mejorar su contenido.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, M. I J. ARMENGOL. 1981. Distribució dels Diaptòmids Ibèrics en relació amb àrees geogràfiques pròximes: Factors Històrics i Ecològics. *Treb. Inst. Cat. Hist.*, **9**: 135 -145.
- ANDREW, T. E. S., S. CABRERA, S. & V. MONTECINO. 1989. Diurnal changes in zooplankton respiration rates and the phytoplankton activity in two Chilean lakes. *Hydrobiologia* **175**: 121 - 135.
- ANDREWARTHA, H. G. & BIRCH, L. C. 1984. The ecological Web. More on the Distribution and Abundance of Animals. University of Chicago Press. Chicago, 506 p.
- ARAYA, J. 1982. Estructura y distribución espacial de la comunidad zooplanctónica del Embalse Rapel. Tesis para optar al Título de Profesor de Biología. Universidad Católica de Valparaíso, 42 páginas.
- ARAYA, J., Y L. R. ZÚNIGA, 1985. Manual taxonómico del zooplankton lacustre de Chile. Comité Limnológico de Chile. *Boletín Informativo Limnológico* **8**: 110 págs.
- ARMENGOL, J. 1978. Los crustáceos del plancton de los embalses españoles. *Oecologia Aquatica* **3**: 3 - 96.
- ARMENGOL, J. 1980. Colonización de los embalses españoles por crustáceos planctónicos y evolución de la estructura de sus comunidades. *Oecologia Aquatica* **4**: 45 - 70.
- ARMENGOL, J. 1982. Ecología del zooplankton de los embalses. *Mundo Científico* **2**(11): 168 -178.
- BAHAMONDE, N. 1955. Alimentación de cormoranes o cuervos marinos (*Phalacrocorax atriceps*; *Ph. magallanicus* y *Ph. olivaceus olivaceus*). *Investigaciones Zoológicas Chilenas*. Santiago, Chile, **2**: 132 - 133,
- BAHAMONDE, N. Y R. RUIZ. 1981. Selectividad en muestreos de zooplankton en el Lago Rapel. *Noticiario Mensual*, Museo Nacional de Historia Natural. Santiago, Chile, **25**(294): 8 -12.
- BAHAMONDE, N. Y S. CABRERA (Editores). 1984. Embalses, Fotosíntesis y Productividad Primaria (MaB 5 Programa sobre El Hombre y la Biósfera, UNESCO). Curso -Taller Universidad de Chile. 236 págs.
- BAHAMONDES, I., D. SOTO E I. VILA. 1979. Hábitos alimentarios de los pejerreyes (Pisces: Atherinidae) del Embalse Rapel. Chile. *Medio Ambiente* **4**(1): 3 -18.
- CABRERA-SILVA, S. 1979. La clorofila "a" como indicador de la biomasa presente en dos estuarios y un lago de Chile Central. Museo Nacional de Historia Natural. Santiago, Chile, *Publicación Ocasional* **29**: 3 -10,
- CABRERA, S., V. MONTECINO, I. VILA. N. BAHAMONDE, I. BAHAMONDES, I. BARENS, R. RODRIGUEZ, R. RUIZ Y D. SOTO. 1977. Características limnológicas del Embalse Rapel, Chile Central. *Publicación OEA*. Seminario sobre Medio Ambiente y Represas. Montevideo, Uruguay. Departamento de Asuntos Científicos y Tecnológicos, **1**: 40 -61.
- CABRERA, S., & V. MONTECINO, 1984. The meaning of the euphotic chlorophyll a measurement. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, **22**: 1328 -1331.
- CABRERA, S., Y V. MONTECINO. 1987. Productividad primaria en ecosistemas límnicos. *Arch. Biol. Med. Exp.* **20**: 105 -116.
- CUSHING, D. H. 1951. The vertical migration of planktonic Crustacea. *Biol. Rev.*, **26**: 158 -192.
- DAVIS, C. 1955. Notes on the food of *Craspedacusta sowerbii* in Cristal Lake, Ravenna, Ohio. *Ecology* **36**: 364 -365.
- DOMÍNGUEZ, P. 1971. Nota sobre *Moina micrura* (Kurz). *Anales Museo de Historia Natural de Valparaíso*,

Chile, 4: 353 - 358.

DOMÍNGUEZ, P. 1973. Contribución al estudio de los Cladóceros Chilenos. I. Cladóceros del lago Chungará. Noticiario Mensual Museo Nacional Historia Natural, Santiago, Chile, 17(201 - 202): 3-10.

DOMÍNGUEZ, P. Y L. ZUÑIGA. 1976. Análisis fenológico de los cladóceros limnéticos. (Crustacea: Entomostraca) de la Laguna El Plateado (Valparaíso). Anales Museo Historia Natural Valparaíso, Chile, 9: 35 - 44.

DOMÍNGUEZ, P., Y L. ZUÑIGA. 1979. Perspectiva temporal de la entomostracafauna limnética del Lago Ranco (Valdivia, Chile). Anales Museo Historia Natural Valparaíso, Chile, 12: 53 - 58.

DUSSART, B. 1979. Algunos Copépodos de América del Sur. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Publicación Ocasional 30: 3 -13.

DUSSART, B., Y D. DEFAYE. 1983. Répertoire Mondial des Crustacés Copépodes des eaux intérieures. I. Calanoïde. Centre Nat. de la Recherche Scientifique (France), 224 págs.

ENDESA, 1972. Caudales medios mensuales retrospectivos. Empresa Nacional de Electricidad. División Hidrología.

ENDESA. 1974. Central Hidroeléctrica Rapel. 67 págs.

FRYER, G. 1968. Evolution and adaptative radiation in the Chydoridae (Crustacea: Cladocera): A study comparative functional morphology and ecology. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. B. 254 (795): 221 - 385.

GOODALL, J.D., A. W. JOHNSON & R. A. PHILIPPI. 1951. Las Aves de Chile. Su conocimiento y sus costumbres. Vol. 2, 445 págs. Platt Establecimientos Gráficos S. A., Buenos Aires.

GOULDEN, C. E. 1968. The sistematics and evolution of the Moinidae. Trans. Amer. Phil. Soc. N. S., 58: 1-101.

HANEY, J. F. 1973. An in situ examination of grazing activities of natural zooplankton communities. Archiv. für Hydrobiologie 72: 87 - 132.

HARDING, J. P. 1955. Percy Sladen Trust. Exp.to lake Titicaca in 1937. Crustacea: Cladocera. Trans. Linn.Soc. Lond. (Zool.), 1(3): 329 - 354.

HUTCHINSON, G. E. 1967. A treatise limnology. Introduction to lake biology and the limnoplankton. 2, 1115 págs. John Wiley & Sons, Inc.

JAMIESON, G. 1980. Observations on the Effects of Diet and Temperature on rate of Development of *Mesocyclops leuckarti* (Claus) (Copepoda, Cyclopoida). Crustaceana 38(2): 145 - 154.

LEWIS, A. G. 1959. The vertical distribution of some inshore Copepods in relation to experimentally produced conditions of light and temperate. Bull. Mar. Sc. of the Gulf and Caribbean 9(1): 69 - 78.

LIEDER, U. 1983. Revision of the Genus *Bosmina* Baird, 1845 (Crustacea, Cladocera). Int. Revue ges. Hydrobiol. 68(1): 121 - 139.

LOEFFLER, H. 1961. Zür Systematik und Ökologie der chilenischen Süßwasserentomostraken. Beitr. Neotropischen Fauna 2(3): 145 - 222.

MACARTHUR, R. H., & WILSON, E. O., 1967. The theory of Island Biogeography. Princeton University Press. Princeton, N. J.

MARGALEF, R. 1953. Los crustáceos de las aguas continentales ibéricas. Biología de las aguas continentales, 10. Minist. Agricultura, Inst. Forest. Invest. y Exp., Madrid, 243 págs.

MARGALEF, R. 1976. Biología de los embalses. Investigación y Ciencia, 1: 50 - 62.

MARGALEF, R., D. PLANAS, J. ARMENGOL, A. VIDAL, N. PRAT, A. GUISET, J. TOJA Y M. ESTRADA. 1976. Limnología de



- los Embalses Españoles. Ministerio de Obras Públicas. Madrid. 422 págs., 30 figs.
- MARGALEF, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega. Barcelona. 1010 págs.
- MARTÍNEZ, G. 1999. Estrategias de alimentación de tres especies del zooplancton límnic (Cladocera). Revista Chilena de Historia Natural **72**: 671 - 676.
- MARTÍNEZ, G. 2000. Conducta alimentaria de *Daphnia ambigua* Scourfield 1947, *Moina micrura* Kurz 1874 y *Ceriodaphnia dubia* Richard 1895 (Cladocera) frente a un gradiente de concentración de alimento. Revista Chilena de Historia Natural **73**: 47 - 54.
- MARTÍNEZ, G. & V. MONTECINO. 2000. Competencia en Cladocera: implicancias de la sobreposición en el uso de los recursos tróficos. Revista Chilena de Historia Natural **73**(4): 787 - 795.
- MATSUMURA – TUNDISI, T. & J. G. TUNDISI. 1976. Plankton Studies in a Lacustrine Environment. Oecologia (Berlin) **25**: 265 - 270.
- MATSUMURA – TUNDISI, T. & J. G. TUNDISI. 1980. Typology of Sao Paulo State Reservoirs. Project Report, FAPESP, 300 p.
- MCMAHON, J. W. & R. H. RIGLER. 1965. Feeding rates of *Daphnia magna* Strauss in different foods labeled with radioactive phosphorus. Limnology and Oceanography **10**: 105 - 113.
- MONTECINO - BANDERET, V. 1981. Estimación de la productividad primaria en el Embalse Rapel y su metodología. Noticiario Mensual, Museo Nacional de Historia Natural. Stgo., Chile, **25**(293): 3 - 11.
- MONTECINO, V. Y S. CABRERA. 1978. Productividad primaria en el Embalse Rapel y cuantificación de la influencia de los factores que la controlan. Arch. Biol. Med. Exp. **11**(4): 198.
- MONTECINO, V. & S. CABRERA. 1982a. Phytoplankton activity and standing crop in an impoundment of central Chile. Journal of Plankton Research **4**(4): 943 - 950.
- MONTECINO, V. Y S. CABRERA. 1982b. Período de actividad fotosintética en dos ecosistemas acuáticos en Chile Central. Boletín Informativo Limnológico **6**: 20.
- MONTECINO, V. & S. CABRERA. 1984. Limnological pilot project for the characterization of temperate lakes in Central Chile. Verh. Internat. Verein. Limnol. **22**: 1332 - 1334.
- MOORE, H. B., & E. G. CORWIN 1956. The effects of temperature, illumination and pressure on the vertical distribution of zooplankton. Bull. Mar. Sci. Gulf Carib. **6** (4): 273 - 287.
- MÜLHAUSER, H., Y J. PETERS. 1983. Estación piloto de Limnología de la Universidad de Chile en el Embalse Rapel. Revista ENDESA **31**(316): 10 - 11. Santiago, Chile.
- MÜLHAUSER, H., AND V. MONTECINO. 1990. The interference of tripton on CO<sub>2</sub> dark fixation in a temperate impoundment with high input of suspended solids. Acte Hydrochimica et hydrobiologica **18**(5): 523 – 531.
- NEGREA, S. 1983. Fauna Republicii Socialiste România. Crustacea, Cladocera. Academia Republicii Socialiste România. Vol. **4**(12): 1 - 399.
- NEGREA, S., & A. NEGREA. 1975. Ecologia populatiilor de cladoceri si gasteropode din zona inundabila a Dunarii. Edit. Acad. R. S. Romane, 232 págs.
- OLIVIER, S. R. 1962. Los Cladóceros Argentinos. Revista Museo de La Plata (N. S.) Sección Zoología **7**: 173 - 269.
- PAGGI, J. C. 1973. Contribución al conocimiento de la fauna de Cladóceros dulceacuícolas argentinos. Physis **32** (84): 105 - 114.

- PAGGI, J. C. 1978. Revisión de las especies argentinas del género *Diaphanosoma* Fischer (Crustacea, Cladocera). Acta Zoologica Lilloana **33**: 43 - 65.
- PATALAS, K. 1969. Composition and Horizontal Distribution of Crustacean Plankton in Lake Ontario. Journal Fisheries Research Board of Canada **26**(8): 2135 - 2164.
- PATALAS, K. 1990. Diversity of zooplankton communities in Canadian lakes as a function of climate. Internat. Verein. Theor. Angewan. Limnologie **24**(part 1): 360 - 368.
- PHILIPPI B., R. A. 1964. Catálogo de las Aves de Chile con su distribución geográfica. Investigaciones Zoológicas de Chile **11**: 29.
- RAMOS, R., F. FLORES, C. TRAPP, O. SIEBECK & L. ZÚÑIGA. 1997. Thermal, light and oxygen characteristics in a small eutrophic warm monomictic lake (El Plateado, Valparaíso, Chile). Verh. Internat. Verein. Limnol. **26**: 256 – 260.
- RAMOS, R., C. TRAPP, F. FLORES, A. BRIGNARDELLO, O. SIEBECK & L. ZÚÑIGA. 1998. Temporal succession of planktonic crustaceans in a small eutrophic temperate lake (El Plateado, Valparaíso), Chile). Verh. Internat. Verein. Limnol. **26**: 1997 - 2000.
- RAMOS-JILIBERTO, R. & L. R. ZÚÑIGA 2001. Depth-selection patterns and diel vertical migration of *Daphnia ambigua* (Crustacea: Cladocera) in lake El Plateado. Revista Chilena de Historia Natural **74** (3): 573-585
- RAWSON, D., y J. E. MOORE, 1944. The saline lakes of Saskatchewan, en Canadian Jour. Res., D., **22**: 141 – 201.
- REID, J. W. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). Bolm. Zool., Univ. S. Paulo, **9**: 17-143.
- REYNOLDS, C. S., V. MONTECINO, M. E. GRAF & S. CABRERA. 1986. Short - term dynamics of a *Melosira* population in the plankton of an impoundment in Central Chile. Journal of Plankton Research **8**(4): 715 - 740.
- RICHARD, J. 1897. Entomostracés de l' Amérique du Sud, recuillis par M. M. Deiters, H. von Ihering, C. W. Müller et C. O. Poppe. Mémoires de la Societé Zoologique de France **10**: 263- 306.
- RIGLER, F. H. 1961. The relation between concentration of food and feeding rate *Daphnia magna* Straus. Canadian Journal of Zoology **39**: 857 - 868.
- RINGUELET, R. A. 1958. Los Crustáceos Copépodos de las Aguas Continentales en la República Argentina. Sinopsis Sistemática. Contribuciones Científicas. Facultad de Ciencias. Exactas y Naturales. Buenos Aires, **1**(2): 35 - 126.
- ROCHA, O., MATSUMURA – TUNDISI, T., ESPÍNDOLA, E.L.G., ROCHE, K.F. AND RIETZLER, A. C. 1999. Ecological Theory Applied to reservoir zooplankton. Theoretical Reservoir Ecology and its Applications, 457 – 476.
- RUIZ, R., y N. BAHAMONDE. 1989. Cladóceros y Copépodos Límnicos en Chile y su Distribución Geográfica. Lista Sistemática. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Publicación Ocasional **45**: 5 - 48.
- SARS, G. O. 1901. Contributions of the knowledge of the freshwater Entomostraca of South America, as shown by artificial hatching from the dried material. Archiv for Matematik of Naturvidenskad, Oslo, **23** (3): 1- 102.
- SCHMID - ARAYA, J. M.. & L. R. ZÚÑIGA 1992. Zooplakton community structure in two chilean reservoirs. Arch. Hydrobiol. **123** (3): 305-335
- SMIRNOV, N., & B. TIMMS. 1983. A revision of the Australian Cladocera (Crustacea). Records of the Australian Museum. Supplement **1**: 1-132 págs.
- SMYLY, W. J. P., 1970. Observations on rate of development, longevity and fecundity of *Acanthocyclops viridis* (Jurine) (Copepoda, Cyclopoidea) in relation to type of prey. Crustaceana, **18**: 21 – 36.

- SOTO, D., I. VILA & B. VILLALOBOS. 1984. Temporal and spatial distribution of rotifera in a Chilean reservoir: A possible effect impoundment hydrodynamics. *Hydrobiologia* **114**: 67 - 74.
- VILA, I. 1980. Actual State of Development of Limnological Studies of Reservoirs and Lakes of Central Chile, especially on Diagnosis and Evaluation of the Biological Potential of Lakes and Reservoirs of Central Chile (MaB 5, Chile). Proceedings of the First Workshop for the Promotion of Limnology Developing Countries (Kyoto): 127 - 130.
- VILA, I. 1998. Prof. Dr. Hugo Campos Cereceda 1935 - 1998. Homenaje del Comité Nacional de Limnología de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* **71**: 389 - 393.
- VILA, I., y L. ZUÑIGA. 1980. Distribución temporal y espacial del fitoplancton del Embalse Rapel. *Arch. Biol. Med. Exp.* **13**(1): 117.
- VILA, I., y D. SOTO. 1981a. Age and growth of *Basilichthys australis* Eigenmann, 1927, in Rapel reservoir, Chile (Pisces, Atherinidae). *Neotropical Fauna* **16**: 9 - 22.
- VILA, I., y D. SOTO. 1981b. Atherinidae (Pisces) of Rapel Reservoir, Chile. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **21**: 1334 - 1338.
- VILA, I., V. MONTECINO, H. MÜLHAUSER y S. CABRERA. 1986. Diagnóstico y evaluación del potencial biológico de lagos naturales y artificiales de Chile Central. *Amb. y Des.* **2**(1): 127-137.
- VILA, I., I. BARENDIS y V. MONTECINO. 1987. Abundancia y distribución temporal del fitoplancton en el Embalse Rapel, Chile Central. *Revista Chilena de Historia Natural* **60**: 37 - 55.
- VILA, I., y V. MONTECINO. 1987. Estudio limnológico en los Embalses Rapel y El Yeso (Informe). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias, 152 págs.
- VILA, I., M. CONTRERAS, SH. COMTE y H. MÜLHAUSER. 1990. Embalse Rapel : Un modelo para el uso complementario de represas hidroeléctricas. Primer Congreso Nacional de Energía. Págs.: 565 - 567.
- VILA, I., M. CONTRERAS y J. PIZARRO. 1997. Eutrophication and phytoplankton selective responses in a temperate reservoir. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **26**: 798 - 802.
- VILA, I., M. CONTRERAS, V. MONTECINOS, J. PIZARRO y D. ADAMS. 2000. Rapel: A 30 years temperate reservoir. eutrophication or contamination ? *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* **55**: 31 - 44.
- WHITEHOUSE. J. W. & B. G. LEWIS, 1973. The effect of diet and density on development, size and egg production in *Cyclops abyssorum* Sars. *Crustaceana*, **25**(3): 225 - 236.
- ZUÑIGA, L. R. 1975. Sobre *Diaptomus diabolicus* Brehm (Crustacea: Copepoda, Calanoida). *Noticiario Mensual, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile*, **19**(228): 3 - 9.
- ZUÑIGA, L., y J. ARAYA. 1982. Estructura y distribución, durante un período otoñal, del zooplancton del Embalse Rapel. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, Chile*, **15**: 45 - 57.

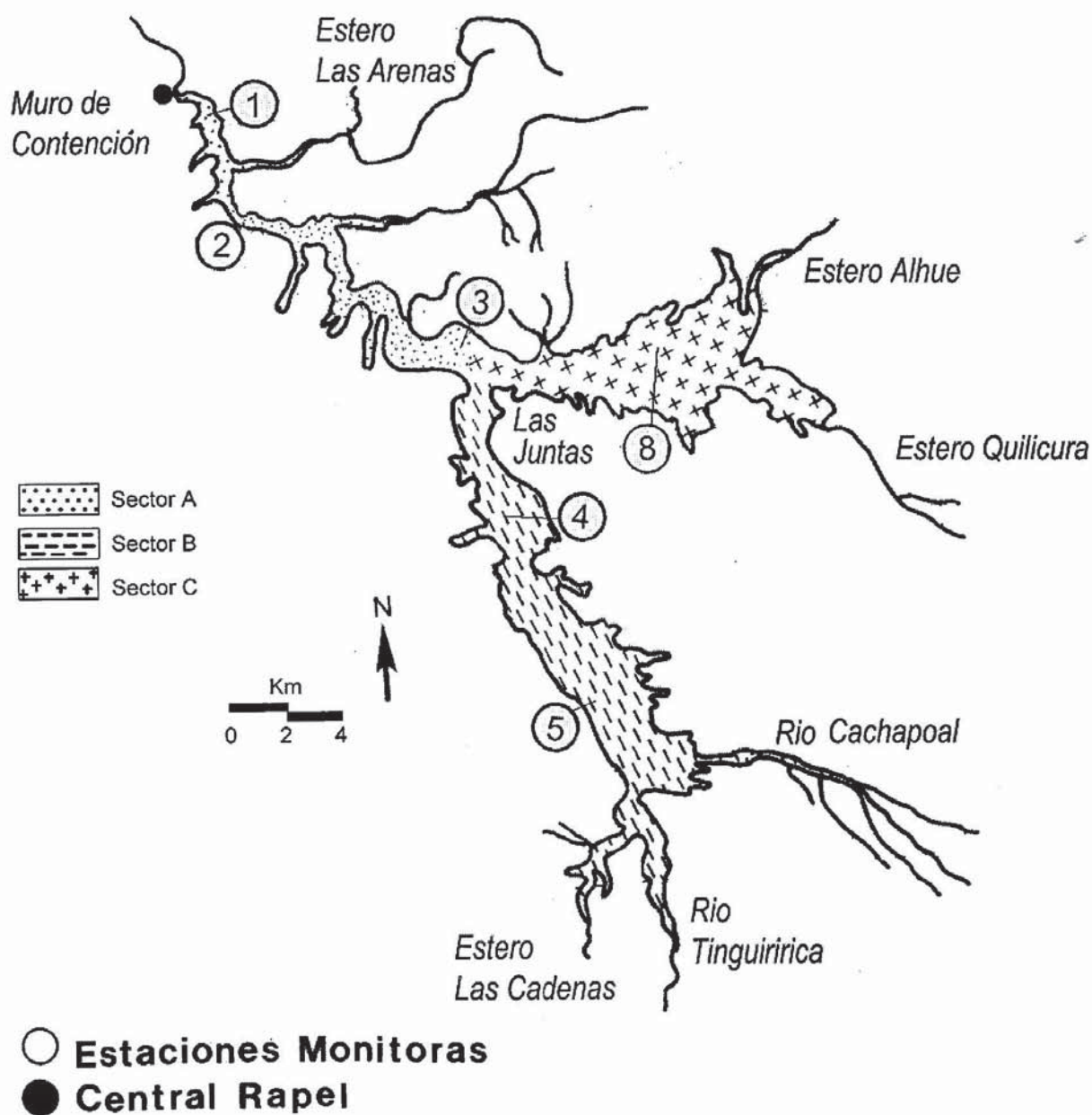
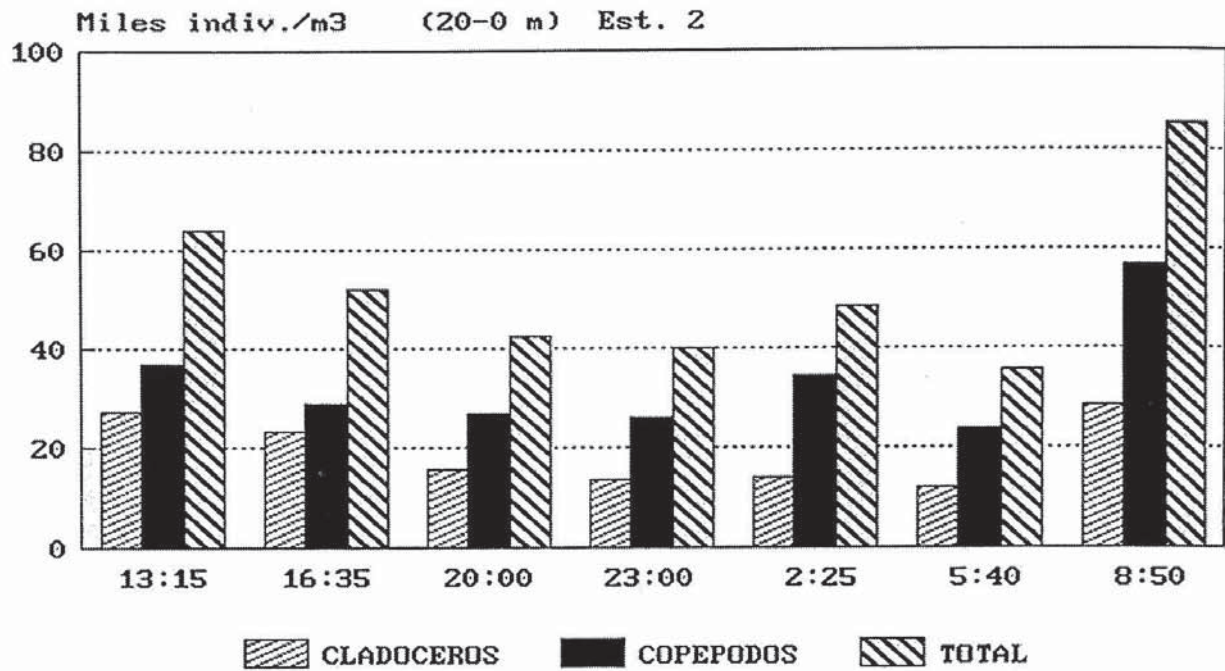


Fig. 1. Situación de las estaciones monitoras y de la central hidroeléctrica en el Lago Rapel.  
(Basado en Cabrera *et al.*, 1977).

a



b

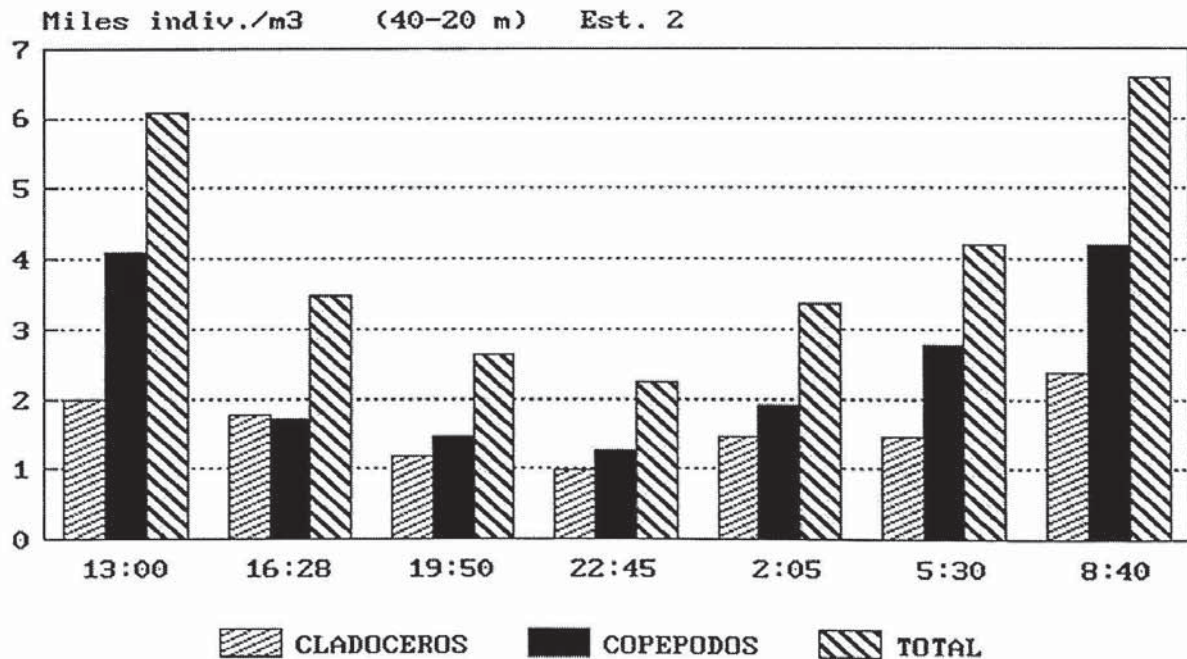


Fig. 2. Abundancia relativa de Cladóceros y Copépodos en la Estación 2 en el Lago Rapel, entre el 10 y el 11 de abril de 1981, según horas del día. a) 20 - 0 m; b) 40 - 20 m.

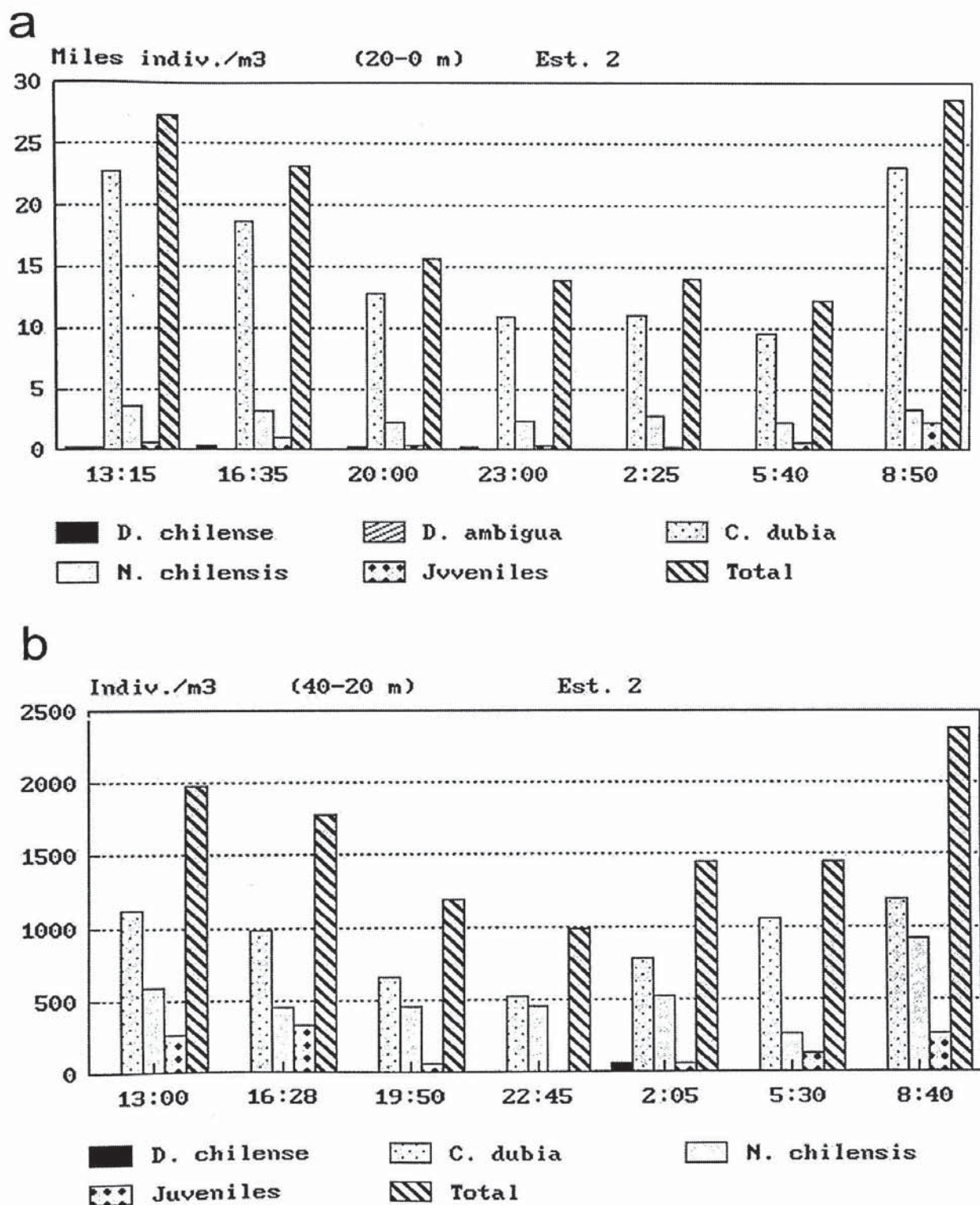
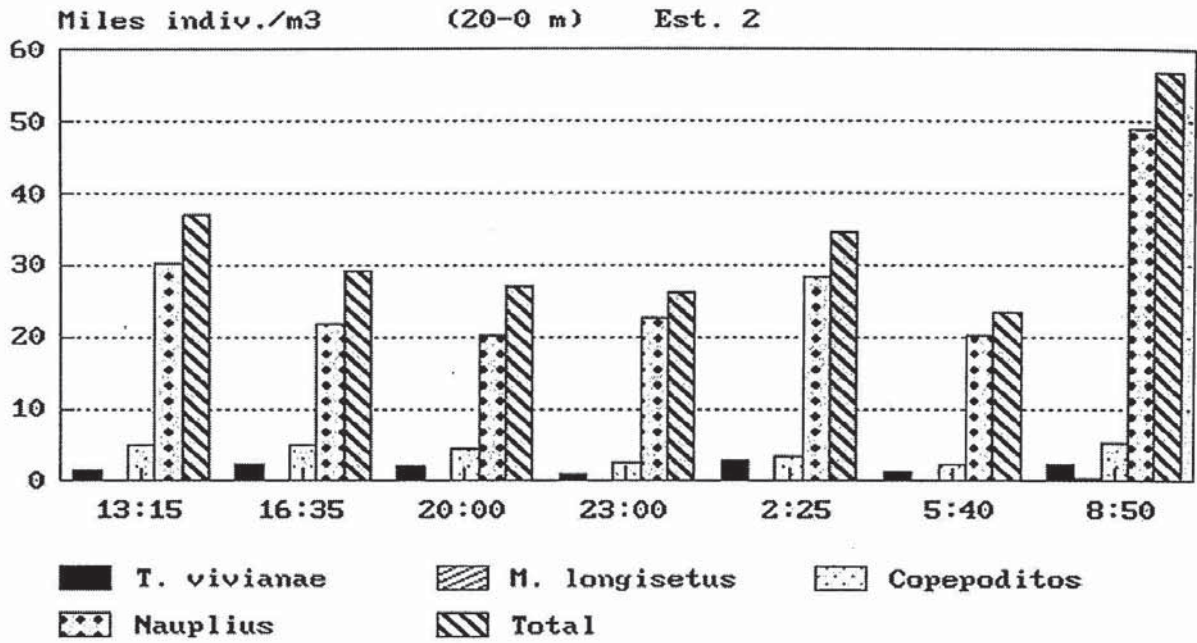


Fig. 3. Abundancia relativa de especies de Cladóceros en la Estación 2 en el Lago Rapel, entre el 10 y el 11 de abril de 1981, según horas del día. a) 20 - 0 m; b) 40 - 20 m.

a



b

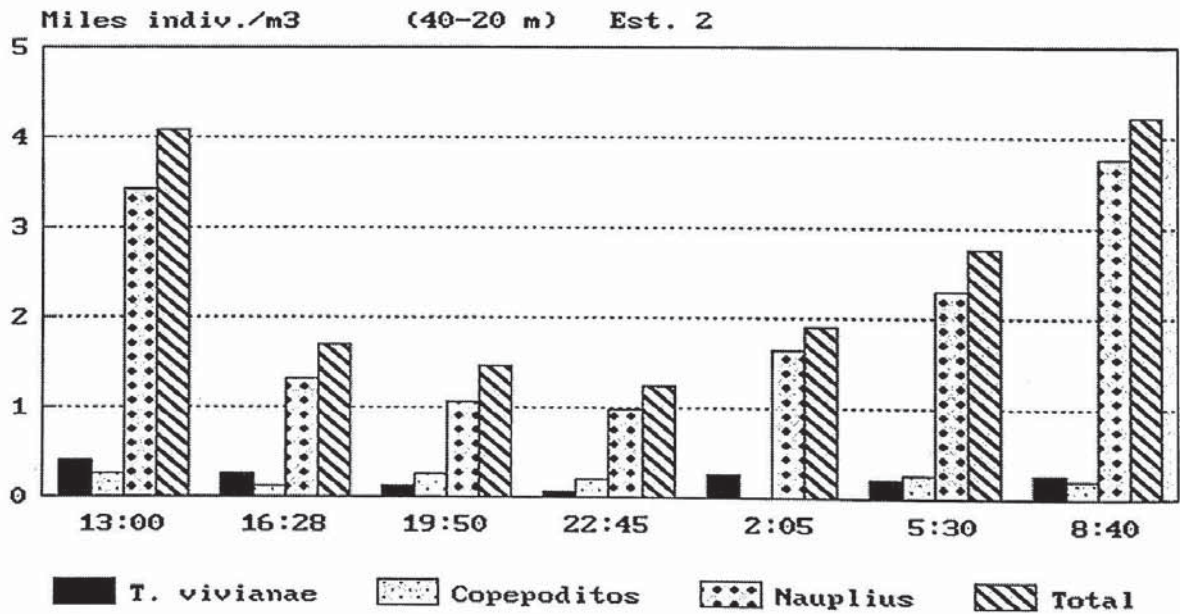


Fig. 4. Abundancia relativa de especies de Copépodos en la Estación 2 en el Lago Rapel, entre el 10 y el 11 de abril de 1981, según horas del día. a) 20 - 0 m; b) 40 - 20 m.







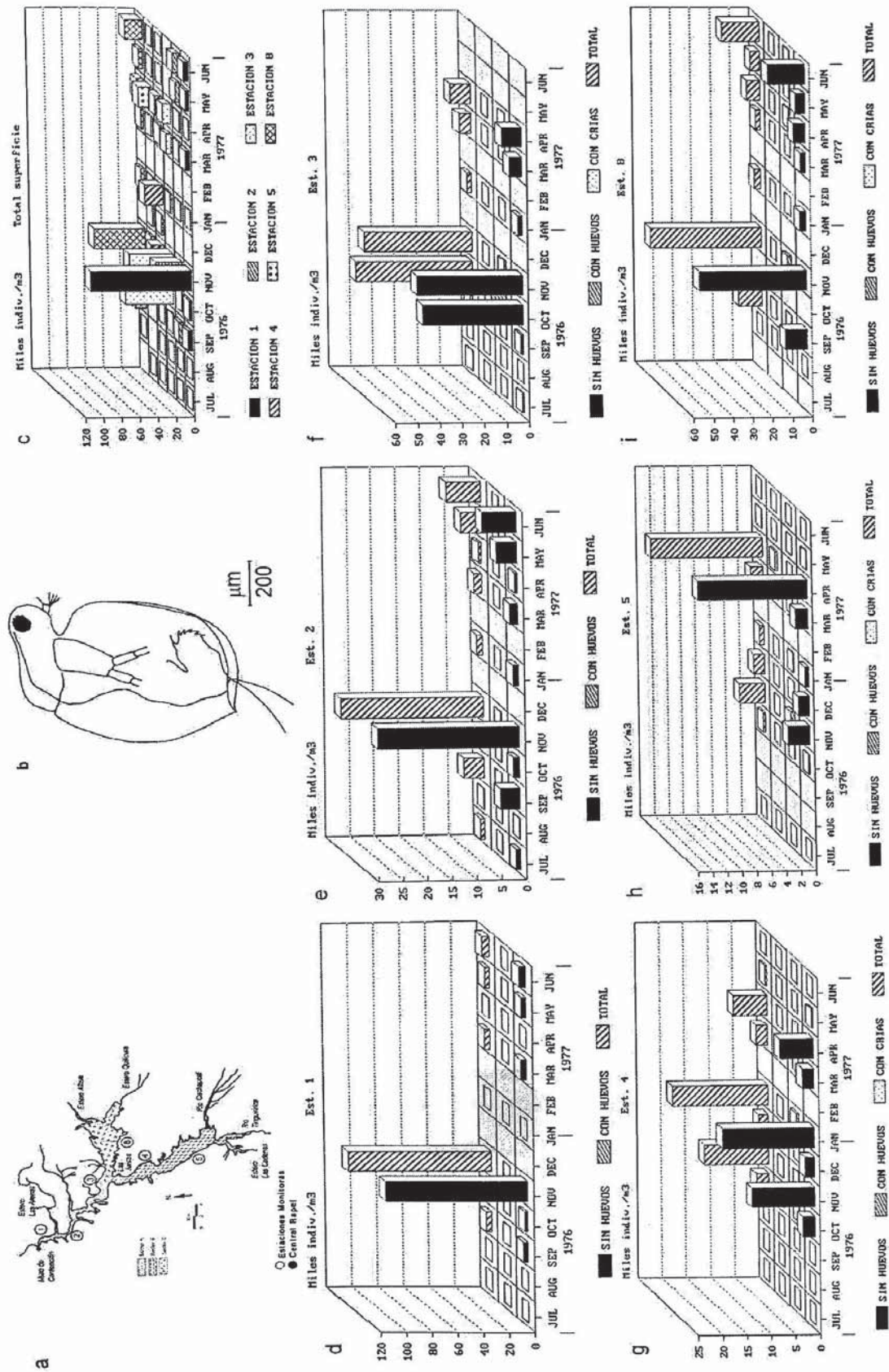


Fig. 7. Distribución superficial de *Ceriodaphnia dubia* Richard, 1895 en el Lago Rapel, entre julio de 1976 y junio de 1977. a) situación en el lago de las estaciones monitoras 1, 2, 3, 4, 5 y 8. b) esquema del adulto. Abundancia relativa de la especie durante el año: c) en las seis estaciones monitoras. d) en la estación 1. e) en la estación 2. f) en la estación 3. g) en la estación 4. h) en la estación 5. i) en la estación 8.

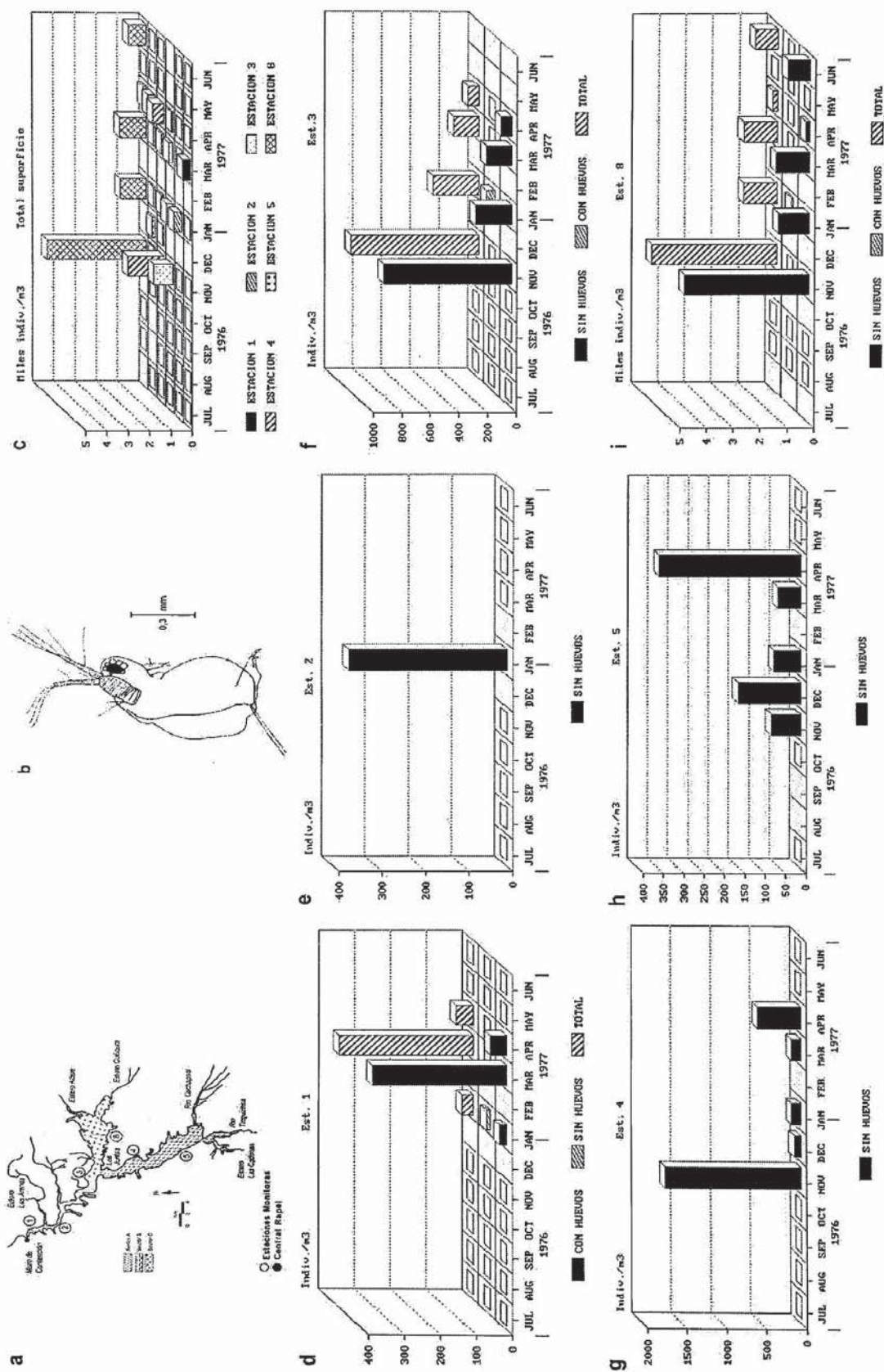


Fig. 8. Distribución superficial de *Moina micrura* Kurz, 1874 en el Lago Rapel, entre julio de 1976 y junio de 1977. a) situación en el lago de las estaciones monitorias 1, 2, 3, 4, 5 y 8. b) esquema del adulto. Abundancia relativa de la especie durante el año: c) en las seis estaciones monitorias. d) en la estación 1. e) en la estación 2. f) en la estación 3. g) en la estación 4. h) en la estación 5. i) en la estación 8.

















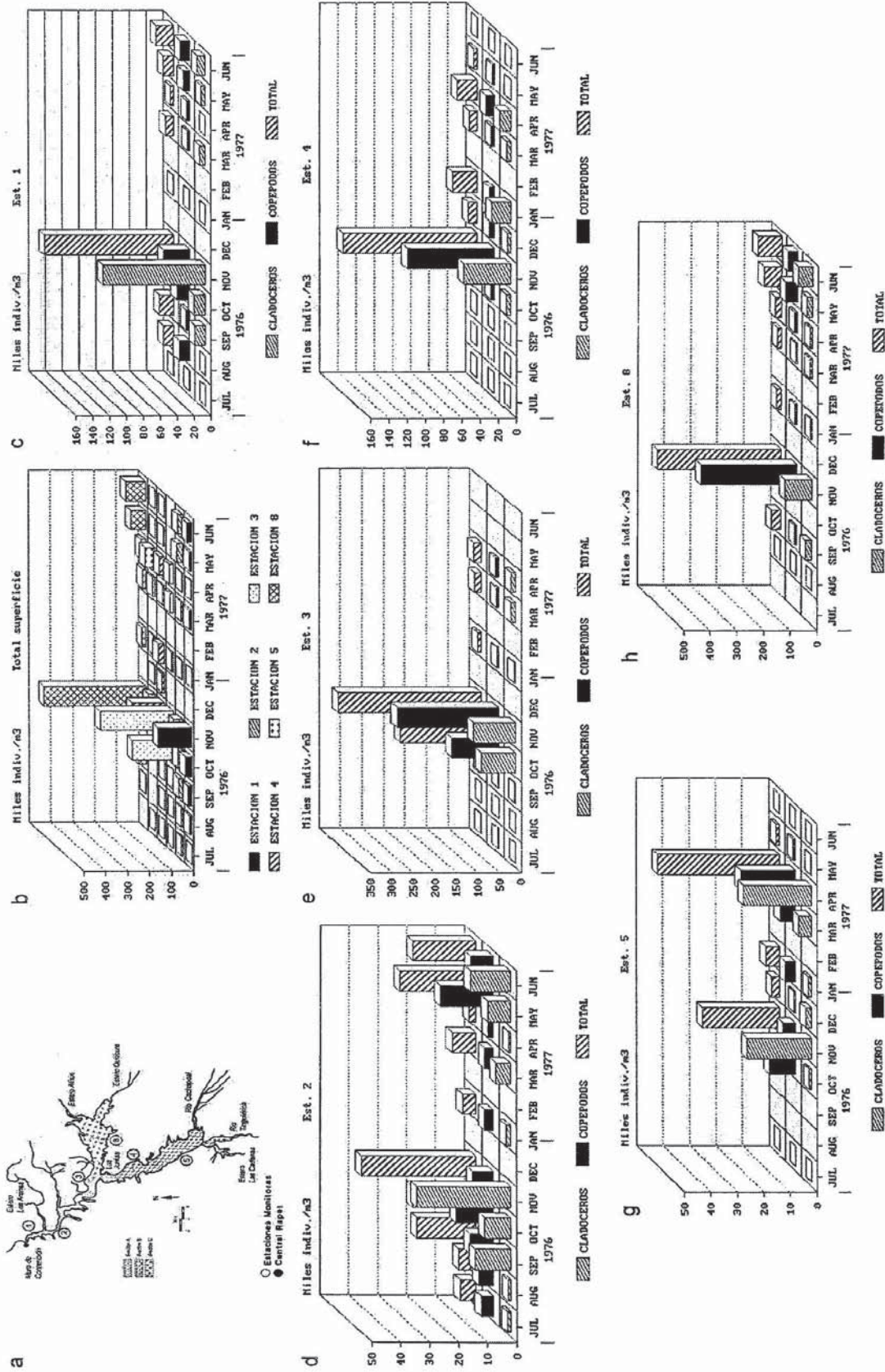


Fig. 16. Distribución superficial de Cladóceros y Copépodos en el Lago Rapel, entre julio de 1976 y junio de 1977. a) situación en el lago de las estaciones monitoras 1, 2, 3, 4, 5 y 8. Abundancia relativa durante el año: b) en las seis estaciones monitoras. c) en la estación 1. d) en la estación 2. e) en la estación 3. f) en la estación 4. g) en la estación 5. h) en la estación 8.

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL  
PUBLICACION OCASIONAL

- Nº 1 (1963). Catálogo de las arañas chilenas de las familias de la división Metarachnae. 32 p. Allan F. Archer.
- Nº 2 (1963). Informe sobre el descubrimiento de un área arqueológica. 16 p. Emil de Bruyne.
- Nº 3 (1963). Dos Nuevos Cerambícidos Chilenos (Coleoptera-Cerambycidae). 8 p. Miguel Cerda G.
- Nº 4 (1963). Fototipos, una Valiosa Documentación Científica en el Estudio de las Plantas. 18 p. Carlos Muñoz P.
- Nº 5 (1964). Homenaje a Don Ricardo E. Latcham 1868-1943. 41 p. Humberto Fuenzalida V., Eugenio Pereira E., Tomás Lago y Grete Mostny G.
- Nº 6 (1965). El "Catálogo de los Lepidópteros de Chile" del Dr. Emilio Ureta Rojas. 15 p. Vicente Pérez D'A.
- Nº 7 (1965). El género *Garthia* Donoso-Barros & Vanzolini y los geckos Gimnodactílidos afines. 8 p. Roberto Donoso-Barros.
- Nº 8 (1965). Distribución de las tortugas en Sudamérica. 14 p. Roberto Donoso-Barros.
- Nº 9 (1965). Los afloramientos plantíferos de "El Arrayán", inmediaciones de Santiago. 8 p. Humberto Fuenzalida V.
- Nº 10 (1966). Termes citados para Chile. 11 p. Rodio Guzmán S.
- Nº 11 (1966). Dos nuevos *Gonatodes* de Venezuela. 32 p. Roberto Donoso-Barros.
- Nº 12 (1967). Notas sobre ofidios colectados por el Dr. Emilio Ureta en la Amazonía Boliviana. 8 p. Roberto Donoso-Barros.
- Nº 13 (1972). Revisión de la subfamilia Oxypeltinae (Coleoptera, Cerambycidae). 10 p. Miguel Cerda G.
- Nº 14 (1972). Morfometría del lago Riñihue (Prov. de Valdivia, Chile). 14 p. José N. Arenas.
- Nº 15 (1973). Acerca de la posible función de bacterias agarolíticas del erizo blanco *Loxechinus albus* (Mol.). 8 p. Patricio García-Tello y Ana María Baya.
- Nº 16 (1973). Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas* (Bruguière) (Gastropoda-Muricidae). 16 p. Carlos Gallardo S.
- Nº 17 (1975). Diccionario de sitios arqueológicos de Chile Central. 96 p. Rubén Stehberg L.
- Nº 18 (1975). Osteología de *Pygidium aerolatum* Valenciennes. 1848 (Peces Siluriformes, Trichomycteridae). 12 p. Gloria Arratia E y Augusto Chang G.
- Nº 19 (1975). Osteocráneo de *Nematogenys inermis* Guichenot, 1848 y consideraciones acerca de la primitividad del género (Peces Siluriformes, Trichomycteridae). 7 p. Gloria Arratia F. y Augusto Chang G.
- Nº 20 (1975). Organogénesis de la rana chilena *Calyptocephalella caudiververa* (Amphibia, Leptodactylidae). 29 p. Boris Jorquera y Emilio Pugin.
- Nº 21 (1975). Peces de Chile. Lista sistemática. 20 p. Nibaldo Bahamonde N. y Germán Pequeño R.
- Nº 22 (1976). Lista de Cormófitos acuáticos de la región valdiviana. 12 p. Carlos Ramírez G., Madalena Romero A. y Magaly Riveros G.
- Nº 23 (1976). La Fortaleza de Chena y su relación con la ocupación incaica de Chile Central. 50 p. Rubén Stehberg L.

- Nº 24 (1978). Estudio florístico y vegetacional del Parque Nacional Tolhuaca (Malleco-Chile). 23 p. Carlos Ramírez G.
- Nº 25 (1978). Petroleum possibilities of the Darwin's Navidad Formation near Santiago, Chile. 31 p. Giovanni O. Cecioni.
- Nº 26 (1978). Estudio poblacional de *Mus musculus* silvestre en Santiago, Chile. 12 p. Jaime E. Péfaur, Fabián Jaksic y José L. Yáñez.
- Nº 27 (1978). Historia Natural de *Octodon degus* Molina) (Rodentia, Octodontidae). 11 p. José Yáñez y Fabián Jaksic.
- Nº 28 (1979). Acción depredadora de aves silvestres en cultivos de arroz de la provincia de Talca. 11 p. Patricio Drouilly, Roberto Montecinos y Carlos Muñoz C.
- Nº 29 (1979). La clorofila "a" como indicador de la biomasa presente en dos estuarios y un lago de Chile Central, 10 p. Sergio Cabrera-Silva.
- Nº 30 (1979). Algunos Copépodos de América del Sur, 13 p. Bernard H. Dussart.
- Nº 31 (1980). Diccionario de Sitios Arqueológicos de Araucanía. 209 p. Rubén Stehberg.
- Nº 32 (1980). Catálogo de los Tipos de Insecta depositados en la colección del Museo Nacional de Historia Natural (Santiago, Chile). 45 p. Ariel Camousseight M.
- Nº 33 (1981). El uso medicinal y alimenticio de plantas nativas y naturalizadas en Chile. 91 p. Mélica Muñoz S., Elizabeth Barrera M. e Inés Meza P.
- Nº 34 (1981). Géneros de peces de aguas continentales de Chile. 108 p. Gloria Arratia F.
- Nº 35 (1981). El complejo prehispánico Aconcagua en la Rinconada de Huechún. 87 p. Rubén Stehberg L.
- Nº 36 (1981). Estudio sobre discriminación y clasificación de poblaciones prehispánicas del N-O-Argentino. 60 p. José A. Cocilovo.
- Nº 37 (1982). Bibliografía escogida y comentada sobre mamíferos fósiles de Chile. 24 p. Daniel Frassinetti C.
- Nº 38 (1982). Primer Encuentro Nacional de Mastozoólogos. Talca, 7-9 noviembre 1980. Actas. 237 p. Coordinación y Edición Daniel Frassinetti C. y José Yáñez V.
- Nº 39 (1983). Nombres folclóricos y usos de la flora de la isla Quinchao, Chiloé. 58 p. Carolina Villagrán, Inés Meza, Erika Silva y Nelda Vera.
- Nº 40 (1984). Catálogo de la colección de hongos de Rolf Singer. 43 p. Elizabeth Barrera M.
- Nº 41 (1984). Descripción y análisis interpretativo de un sitio arcaico temprano en la quebrada de Camarones. 194 p. Virgilio Schiappacasse F. y Hans Niemeyer F.
- Nº 42 (1985). *Hoplosphyrum griseus* (Philippi) y *Microgryllus pallipes* Philippi, dos especies de grillos escamosos en Chile (Insecta: Grylloptera: Gryllidae: Mogoplistinae). 54 p. Madeleine Lamborot Ch.
- Nº 43 (1986). Catálogo crítico de los tipos reptiles conservados en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, Chile. 23 p, Juan Carlos Ortiz y Herman Núñez.
- Nº 44 (1989). Tipos de Aves en el Museo Nacional de Historia Natural: Catálogo crítico. 31 p. Juan C. Torres-Mura y Marina L. Lemus.
- Nº 45 (1989). Cladóceros y Copépodos, límnicos en Chile y su distribución geográfica. Lista sistemática. 48 p. Rosario Ruiz L. y Nibaldo Bahamonde N.
- Nº 46 (1992). Origen de las especies por medio de la deriva natural o la diversificación de los linajes a través

- de la conservación y cambio de los fenotipos ontogénicos. 48 p. Humberto Maturana R, y Jorge Mpodozis M.
- Nº 47 (1993). Catálogo colección de peces depositada en el Museo Nacional de Historia Natural de Chile. 224 p. Roberto Meléndez C., Oscar Gálvez H. y Augusto Cornejo C.
- Nº 48 (1993). Las especies de Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) de interés agrícola en Chile. 79 p. Mario Elgueta D.
- Nº 49 (1994). Introducción a los insectos del Orden Psocoptera en Chile. 26 p. Ariel Camousseight y Timothy R. New.
- Nº 50 (1996). Autoecología comparada de dos especies de lagartijas de Chile Central. 59 p. Herman Núñez.
- Nº 51 (1997). Helechos de Juan Fernández, 104 p. Elizabeth Barrera M.
- Nº 52 (1998). El sitio agroalfarero temprano de la Granja: un aporte desde la perspectiva arqueobotánica. 66 p. M. Teresa Planella O. y M. Blanca Tagle A.
- Nº 53 (1999). La colección de Carlos José Bertero depositada en el Herbario del Museo Nacional de Historia Natural. 84 p. Mélica Muñoz S.
- Nº 54 (1999). Catálogo de Orthoptera (Insecta) de Chile. 60 p. Mario Elgueta, Ariel Camousseight y Carlos S. Carbonell.
- Nº 55 (2000). Catálogo de la colección de musgos antárticos depositada en el Museo Nacional de Historia Natural de Chile. 56 p. Elizabeth Barrera.
- Nº 56 (2000). Colección Max Uhle: Expedición a Calama 1912. 49 p. Eliana Durán, María F. Kangiser y Nieves Acevedo.
- Nº 57 (2001). Colección de Cefalópodos del Museo Nacional de Historia Natural: Catálogo de especies de aguas chilenas. 86 p. Marco Antonio Vega P., Sergio Letelier y Esteban Carreño P.

