

EL ZOOPLANCTON DEL EMBALSE DE LA CONCEPCIÓN (ISTÁN, MÁLAGA)

M." J. Fernández-Rosado y J. Lucena

Departamento de Ecología de la Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. Campus de Teatinos, 29071 Málaga, España.

Palabras clave: Zooplankton, bioinetría, ciclomorfosis, embalse de La Concepción

Key words: zooplankton, biometry, cyclomorphosis, La Concepción reservoir.

ABSTRACT

THE ZOOPLANKTON OF LA CONCEPCIÓN RESERVOIR (ISTÁN, MÁLAGA)

The zooplankton of La Concepción, an eutrophic inornictic reservoir, has been studied along the central axis and the shores, for one year. Along the cycle 25 species of Rotifera, 10 of Cladocera and 2 of Copepoda have appeared. All species have a little body size, the minimum size being smaller than those mentioned in Europe; some of them present cyclomorphosis and have the minimum sizes in summer or at the beginning of the autumn. The fertility is low, too. The characteristics of the zooplankton populations are related to the high temperature, the low food concentrations and the predation by planktivorous fishes.

INTRODUCCIÓN

Desde la fecha de su entrada en funcionamiento, el embalse de La Concepción ha sido estudiado bajo diferentes aspectos. MARGALEF *et al.* (1976) lo incluyen dentro de la España caliza. LUCENA & RODRÍGUEZ (1984) lo definen como cálido monomictico y eutrófico, resaltando el papel limitante del fósforo. VILLALOBOS (1985) estudia la incorporación del fósforo por el fitoplancton en dos profundidades distintas de este embalse. FERNÁNDEZ (1986) define los inodos global y celular del flujo del fósforo y CLAVERO (1987) analiza la influencia de *Cyclops sp.* en el ciclo del mismo elemento.

LUCENA *et al.* (1983) estudia la población de *Barbus barbus sclateri* Gthr., el pez más abundante del embalse, fijando su periodo de freza entre marzo y julio.

ALCARRA (1982) pone de manifiesto la existencia de gradientes verticales en la distribución de los pigmentos fotosintéticos, como consecuencia de la existencia de comunidades fitoplanctónicas con distintos óptimos lumínicos. GÁLVEZ (1986), NIELL *et al.* (1987) y GÁLVEZ *et al.* (1988) hacen un estudio pigmentario y fitoplanctónico, volviendo a detectar los referidos gradientes y resaltando la presencia de un máximo profundo clorofílico originado por la

fotoestratificación de la población de *Ceratium hirundinella*.

GÁLVEZ (1989, 1990) estudia la sedimentación biogénica y el flujo vertical de seston y GARCÍA (1995) pone de manifiesto la contribución bacteriana al flujo sestónico de fósforo.

ECHEVARRÍA, en 1987, analiza "in situ" la fitofagia de *Ceriodaphnia pulchella* y en 1991, estudia la estructura de tamaños del planctori comparándola con la de un sistema oligotrófico.

Excepto el trabajo de FERNÁNDEZ (1986) que considera el aporte alóctono en diversos puntos del embalse, los demás trabajos fueron realizados en una estación cercana a la presa. Por esta razón, se vio la necesidad de realizar un estudio de la cola a la presa, a lo largo del eje central y de las orillas del embalse, con objeto de estudiar la distribución temporal, horizontal y vertical de los parámetros físico-químicos (transparencia, temperatura y oxígeno disuelto) y biológicos (clorofila, fitoplancton y zooplankton). La distribución de los parámetros físico-químicos, la clorofila y el fitoplancton ya ha sido publicada (FERNÁNDEZ-ROSADO *et al.* 1994). Ahora presentamos el estudio taxonómico, bioinétrico y demográfico de las poblaciones zooplanctónicas. La distribución espacio-temporal de estas poblaciones también está en vías de publicación.

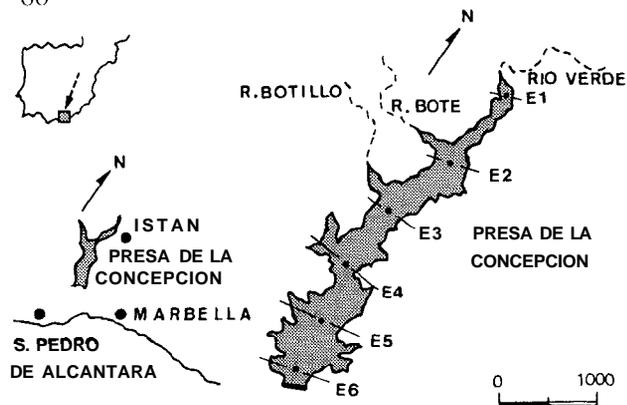


Figura 1. Localización del embalse de la Concepción y de las estaciones de muestreo.

Figure 1. Location of La Concepción reservoir and sampling stations.

La composición taxonómica de los crustáceos de este embalse fué estudiada en una estación cercana a la presa por MARGALEF *et al.* (1976) al poco tiempo de su puesta en funcionamiento; posteriormente, ECHEVARRÍA (1991) citó los crustáceos y los rotíferos existentes en la misma estación 14 años después; sin embargo, el trabajo que presentamos aquí es el primero que se realiza de forma exhaustiva sobre los rotíferos, cladóceros y copépodos que aparecieron a lo largo de un ciclo anual y de todo el embalse.

MATERIAL Y MÉTODOS

La Concepción es un embalse cálido monomítico y eutrófico. Está situado sobre el río Verde (Istán, Málaga: 363258 N, 45632 W). Tiene un área de 2.92 km², una capacidad de 89 hm³, una profundidad máxima de 68 m, una longitud desde la desembocadura del río a la presa de 4600 m y una anchura máxima de 1000 m (fig. 1). Exceptuando la cola, que está siempre en mezcla, el resto del embalse presenta un periodo de mezcla de noviembre a marzo y un periodo de estratificación de abril a octubre. Su temperatura oscila entre 11°C y 26°C y su distribución de clorofila presenta un máximo en otoño y otro en primavera, es decir, al principio de los periodos de mezcla y estratificación (LUCENA & RODRÍGUEZ 1984, FERNÁNDEZ-ROSADO *et al.* 1994).

Las muestras fueron tomadas entre las 10.00 y las 13.00 horas G.M.T., desde noviembre de 1987 a octubre de 1988, con una frecuencia quincenal o, en las fechas en que no se esperaban cambios, mensualmente. Los muestreos seguían un transecto cola-presa de 6 estaciones (E1 a E6) a lo largo del eje central y de cada una de las orillas.

Las columnas incluían las profundidades de superficie (0m), profundidad de visión del disco de Secchi (S), dos veces esta profundidad (2S) y fondo (F), puntos que desde los primeros trabajos de ALCARRA (1982) y GÁLVEZ (1986) han sido

Tabla 1. Especies zooplanctónicas presentes en todas o en la mayor parte de las estaciones muestreadas en el embalse de La Concepción. **Géneros y ³especies citadas por primera vez en este embalse.

Table 1. Zooplanktonic species that are present at all or most stations sampled in La Concepción reservoir. **Genera and ³species mentioned in this reservoir for the first time.

CLASE ROTATORIA	Grupo mayor-euryptera	CLASE CRUSTACEA
ORDEN MONOGONONTA	* <i>P. euryptera</i> Wierzejski 1893	SUBCLASE BRANCHIOPODA
FAM BRACHIONIDAE	** Gèn <i>Synchaeta</i> Ehrenberg 1832	SUPERORDEN PHYLIPODA
** Gèn <i>Anuraeopsis</i> Lanterborn 1900	Grupo <i>tremula-oblonga</i>	ORDEN DIPLOSTRACA
<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse 1851	<i>S. tremula</i> Müller 1786	SUBORDEN CLADOCERA
FAM TRICHOCERCIDAE	<i>S. oblonga</i> Ehrenberg 1832	FAM SIDIDAE
Gèn <i>Trichocerca</i> Lamarck 1801	Grupo <i>stylata-pectinata</i>	<i>Diaphanosoma mongolianum</i> Ueno 1938
* <i>Trichocerca similis</i> Wierzejski 1893	<i>S. pectinata</i> Ehrenberg 1832	corregido Korovchinsky 1987
FAM GASTROPODIDAE	FAM HEXARTHRIIDAE	FAM DAPHNIIDAE
** Gèn <i>Ascomorpha</i> Perty 1850	Gèn <i>Hexarthra</i> Schmarda 1854	<i>Daphnia longispina</i> O F Müller 1785
Grupo <i>saltans-ovalis</i>	Grupo <i>mira-intermedia</i>	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars 1862
<i>A. saltans</i> Bartsch 1850	* <i>Hexarthra mira</i> Hudson 1871	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> Jurine 1820
FAM ASPLANCHNIDAE	FAM COLLOTHECIDAE	FAM BOSMINIDAE
Gèn <i>Asplanchna</i> Gosse 1850	** Gèn <i>Collotheca</i> Harring 1913	<i>Bosmina longirostris</i> O F Müller 1785
Grupo <i>girodi-brightwelli</i>	Grupo <i>pelagica</i>	
* <i>A. girodi</i> De Guerre 1888	<i>Collotheca sp.</i>	SUBCLASE COPEPODA
* <i>A. brightwelli</i> Gosse 1850		ORDEN CYCLOPOIDA
FAM SYNCHAETIDAE		FAM CYCLOPIDAE
Gèn <i>Polyarthra</i> Ehrenberg 1834		SUBFAM EUCYCLOPINAE
Grupo <i>vulgaris-dotichoptera</i>		<i>Tropocyclops prasinus</i> Fischer 1860
* <i>P. vulgaris</i> Carlin 1943		SUBFAM CYCLOPINAE
* <i>P. dotichoptera</i> Idelson 1925		<i>Icanthocyclops robustus</i> G O Sars 1863

Tabla 2. Especies zooplanctónicas de presencia esporádica en el embalse de La Concepción. **Géneros y *especies citadas por primera vez en este embalse¹. Especies béntico-litorales.

Table 2. Zooplanktonic species with sporadic presence in La Concepción reservoir. ** Genera and *species mentioned in this reservoir for the first time¹. Benthic-littoral species.

<p>CLASE ROTATORIA ORDEN MONOGONONTA FAM BRACHIONIDAE ¹ **<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg 1832 **<i>Myttilina mucronata</i> Müller 1773 **<i>Trichotria pocillum</i> Müller 1776 ¹ **<i>Lepadella ovalis</i> Müller 1768 FAM LECANIDAE ¹ <i>Lecane luna</i> Müller 1776 FAM TRICHOCERCIDAE *<i>Trichocerca porcellus</i> Gosse 1886 FAM ASPLANCHNIDAE *<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse 1850 FAM SYNCHAETIDAE Grupo remata-minor *<i>Polyarthra remata</i> Skorikow 1896 FAM TESTUDINELLIDAE **<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson 1885 **<i>Floraella brehmi</i> Donner 1949 **<i>Filinia longiseta</i> Ehrenberg 1834 FAM CONOCHILIDAE **<i>Conochilus unicomis</i> Rousset 1892</p>	<p>CLASE CRUSTACEA SUBORDEN CLADOCEKA FAM SIDIDAE <i>Diaphanosoma brachyurum</i> Fischer 1850 FAM DAPHNIIDAE *<i>Daphnia hyalina</i> Leydig 1860 *<i>Daphnia rosea</i> Sars 1862 FAM MACROTHRICIDAE ¹ <i>Macrothrix laticornis</i> Jurine 1820 FAM CHYDORIDAE ¹ **<i>Alona rectangularis</i> Sars 1862</p>
---	---

considerados como sirigulares en la distribución del plancton. Esta estrategia de muestreo asume un 10% y un 1% de la irradiancia superficial para las profundidades de S y 2S, respectivamente (MARGALEF et al. 1976, ALGARRA 1982, GÁLVEZ 1986). Las muestras de las orillas fueron tomadas en la superficie a 1.50 m de tierra firme, aproximadamente.

El agua fué recogida con dos botellas Van Dorn de 12 litros de capacidad total; posteriormente, fué filtrada a través de una

malla NYTEX de 45 mm y fijada con formol al 5%. En cada muestra se analizó la Laxonomía y biometría del zooplancton y se realizó el recuento de las poblaciones en ind/l, diferenciando sexos y estadios de desarrollo; los nauplios de copépodos fueron considerados conjuntamente en un grupo aparte.

La biometría se ha estudiado sobre muestras de 30 individuos adultos del mismo sexo (MARGARITORA 1985). La variabilidad temporal de los caracteres biométricos ha sido puesta de manifiesto comparando, mediante el test t-Student ($p < 0.05$), las medias de las medidas de 30 hembras adultas (partenogenéticas en los rotíferos y cladóceros) que fueron extraídas de muestreos correspondientes a fechas con alta densidad de población. La longitud corporal de los individuos se ha medido excluyendo espinas y sedas terminales.

CICLO ANUAL

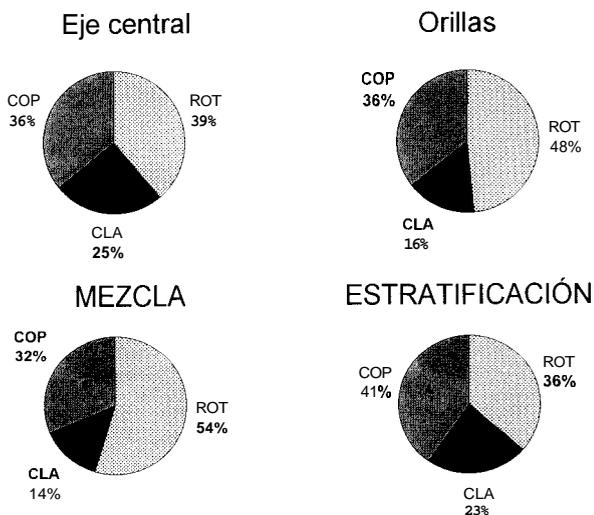


Figura 2. Porcentajes de rotíferos, cladóceros y copépodos
 Figure 2. Percentages of rotifers, cladocerans and copepods.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Taxonomía y biometría

Hemos encontrado 37 especies (2 copépodos, 10 cladóceros y 25 rotíferos) de las que tres cladóceros (*Daphnia hyalina*, *D. rosea* y *Alona rectangularis*) y todos los rotíferos, excepto *Lecane luna*, se citan por primera vez en este embalse, ya sea a nivel de género o de especie. De todas ellas las recogidas en la tabla 1 aparecen en todas o la mayor parte de las estaciones del embalse y las de la tabla 2 sólo aparecen esporádicamente en el espacio y en el tiempo.

CICLO ANUAL

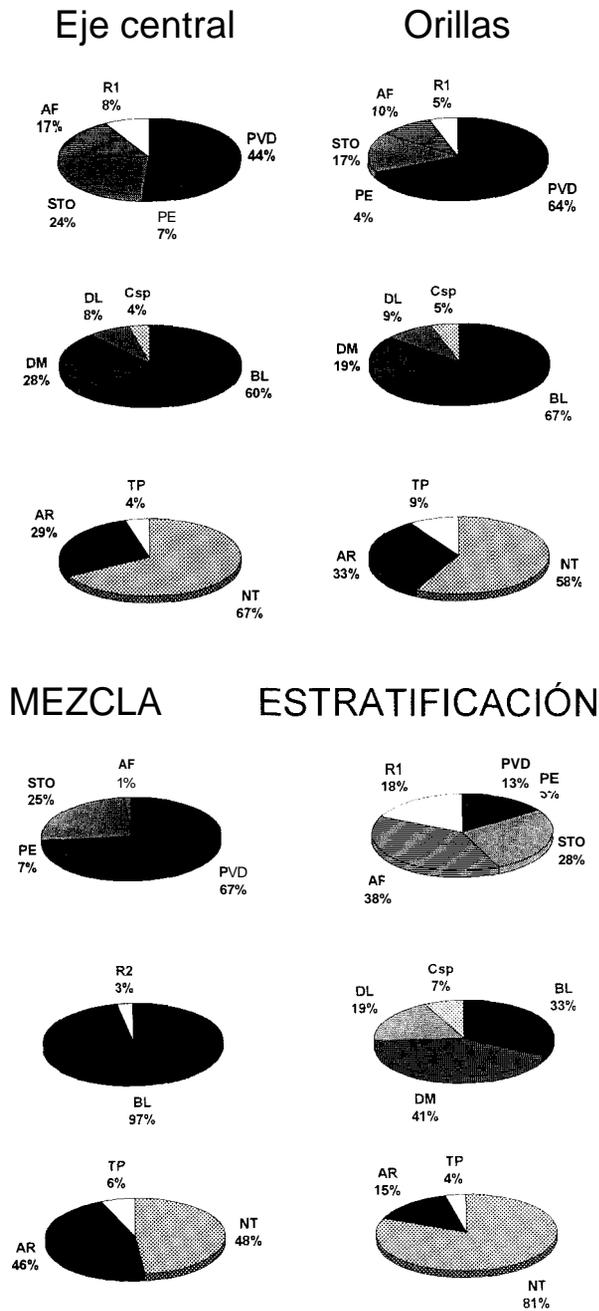


Figura 3. Porcentajes de las especies de rotíferos (arriba), cladóceros (centro) y opépodos (abajo).

Figure 3. Percentages of rotifers (above), cladocerans (centre) and copepods (below) species. PVD=*P. gr. vulgaris-dolichoptera*, PE=*P. gr. euryptera*, STO=*S. gr. tremula-oblonga*, SP=*S. pectinata*, AF=*A. fissa*, R1=*H. mira*+*A. santans*+*A. st. girardi-brightwelli*+*T. similis*+*C. gr. pelagica*, BL=*B. longirostris*, DM=*D. mongolianum*, DL=*D. Longispina*, CP=*C. pulchella* y CR=*C. reticulata*. AR=*A. robustus* y TP=*T. prasinus*, R2=*D. mongolianum*+*D. longispina*.

En general, los rotíferos constituyeron, en abundancia, el mayor porcentaje anual del zooplancton de La Concepción (fig. 2), tanto en el eje central como en las orillas. Esta superioridad se hace especialmente evidente en el periodo de mezcla; en estratificación, los copépodos son más abundantes.

Entre los rotíferos (fig. 3) y especialmente durante el periodo de mezcla, domina *Polyarthra gr. vulgaris-dolichoptera* (fig. 4.A) con una población integrada mayoritariamente por formas intermedias entre las extremas del grupo, con los valores de las relaciones longitud de las aletas/longitud del cuerpo y anchura/longitud de las aletas comprendidos entre los citados por RUTTNER-KOLISKO (1974) para *P. vulgaris* y *P. dolichoptera*; esto es, entre 312 y 1, en la primera relación y entre 1/10 y 1/15, en la segunda. Otro rotífero abundante en mezcla y estratificación es *Synchaeta gr. tremula-oblonga* (fig. 4.B), cuya población incluye formas con dos ojos fusionados que en unos individuos son iguales, como en *S. tremula*, y en otros desiguales, como en *S. oblonga*; en general, presenta un tamaño de aproximadamente 100 μ m o menos, por lo que probablemente, se trate de la forma *S. tremula kitina* (NIPKOW 1961) y de formas intermedias entre ésta y las extremas del grupo. Durante la estratificación *Anuraeopsis fissa* (fig. 4.C) es el rotífero más abundante.

Entre los cladóceros (figs. 3 y 5) *Bosmina longirostris* y *Diaphanosoma mongolianum*, son las especies más abundantes, el primero es prácticamente el único cladóceros del periodo de mezcla y el segundo, el dominante durante la estratificación. *B. longirostris* pertenece mayoritariamente a la variedad *pellucida* (FLÖSSNER 1972), caracterizada por anténulas largas y poco curvadas (fig. 5.A); esta es la variedad que también habían citado MARGALEF (1953) y ARMENGOL (1978) en otros lugares de la Península. La aparición de *D. mongolianum* (fig. 5.H) concuerda con lo señalado por JAUME (1991), que incluye a La Concepción entre los embalses españoles colonizados por esta especie; sus relaciones biométricas son similares a las encontradas en otras poblaciones españolas, exceptuando la relación longitud de la cabeza/longitud del cuerpo que es menor (tabla 3); por lo tanto, la población de La Concepción, como dichas poblaciones, pertenece a *D. mongolianum s. st.*, que en España se caracteriza por una cabeza pequeña (JAUME 1991) y que en La Concepción es más pequeña aún. *D. brachyurum*, la especie citada en este embalse en otros trabajos (MARGALEF *et al.* 1976, ECHEVARRÍA 1991), sólo aparece esporádicamente. Además de *B. longirostris* y *D. mongolianum*, en estratificación también es importante *Daphnia longispina* (fig. 5.C y D).

Tabla 3. Biometría de *B. mongolianum* en el embalse de La Concepción y en otros embalses españoles (JAUME 1991). L= longitud, A=altura
 Table 3. Biometry of *D. mongolianum* in La Concepción reservoir and in other spanish reservoirs (Jaume 1991). L=length, A=height.

	La Concepción			Otros embalses españoles
	Mín-máx	Media	Desviación	Mín-máx
L corporal (mm)	0.56-1	0.83	0.14	1.07-1.19
L cabeza/L corporal (%)	26-37	31.11	3.82	37.72-38.59
A cabeza/L corporal (%)	15-28	22.67	4.27	22.65-24.12
Dentículos de las valvas	36-41	39	1.42	19-39

Entre los copépodos (figs. 3 y 6), la mayor parte la integran los nauplios, le siguen los copepoditos y adultos de *Acanthocyclops robustus* y los de *Tropocyclops prasinus*.

Exceptuando la relación longitud/anchura del artejo final del endopodito de la cuarta pata (fig. 6.A-C) que es mayor, la población de *A. robustus* de La Concepción coincide con la descripción que hace KIEFER (1976, 1978) de esta especie y, como también ha señalado este autor, con las características del *A. americanus* descrito por DUSSART (1967, 1969) y, especialmente, con las poblaciones que este autor estudió en las marismas del Guadalquivir en el mes de mayo (1967), cuya biometría es muy similar a la de la población de La Concepción en el mismo mes (tabla 4), a pesar de las diferencias limnológicas existentes entre las marismas y el embalse.

En la población de *A. robustus* hemos encontrado casos de neotenia (hembras ovígeras con 11 artejos en las anténulas en vez de 17) y gran número de hembras con epibiontes euglenales y vorticélidos.

T. prasinus (fig. 6.D-F), es un copépodo más pequeño que el anterior. Está considerado como una especie pionera; esto concuerda con el hecho de que *T. prasinus* sea el único copépodo citado por MARGALEF et al. (1976) poco después de la entrada en funcionamiento de este embalse.

Características generales del zooplancton

Las especies zooplanctónicas más frecuentes y abundantes (tabla 1) del embalse de La Concepción son cosinopolitas, o al menos paleárticas, y pueden vivir en volúmenes de agua

Tabla 4. Biometría de *A. Robustus* en La Concepción y de *A. americanus* en las marismas del Guadalquivir (DUSSART 1967) en el mes de mayo. (L= longitud, l=anchura, Fu=ramas de la furca, Exp=exopodito, End=endopodito, esp=espina).
 Table 4. Biometry of *A. robustus* in La Concepción (DUSSART 1967) and *A. americanus* in Guadalquivir Marshes in the month of May. (L=length, l=width, Fu=Furcal rami, Exp=exopod, End=endopod, esp=spine).

MAYO		
	La Concepción	Marismas Guad.
L corporal (mm)	1.09-1.15	1.10-1.18
Fu (L/l)	4.2-4.5	4.5-5.0
Exp 3 (P1-P4)	3444	3444
End 3 P4:		
L/l	2.7-3.1	2.4-2.9
L esp Int/l End 3 P4 (%)	233-273	203-262
L esp Int/L End 3 P4 (%)	86-90	83-93
L esp Int/L esp ext (%)	107-119	103-119

Tabla 5. Valores de (A) la longitud corporal (m) y (B) del nº de huevos/hembra partenogenética (cladóceros) o el nº de huevos/saco (copépodos) de las poblaciones del embalse de La Concepción y de otras poblaciones europeas.

Table 5. Values of (A) the body length of the adult females (m) and (B) of the number of eggs/parthenogenic female (cladocerans) or number of eggs/sac (copepods) of the population of La Concepción reservoir and other european populations. (MARGALEF 1953, DUSSART 1969, FLOSSNER 1972, RUTTNRT-KOLISKO 1974, MIRACLE 1976, ARMENGOL 1978, KIEFER 1978, VOIGT Y KOSTE 1978, NEGREA 1983, MARGARITORA 1985, KORÍNEK 1987, JAUME 1991.)

A:	La Concepción		Europa
	Media	Mín-máx	Mín-máx
ROT: <i>A. saltans</i>	79.5	70-100	100-150
<i>A. fissa</i>	85.7	80-110	90-120
<i>S. gr. tremula-oblonga</i>	93.5	80-120	100-250
<i>P. gr. vulgaris-dolichoptera</i>	104.2	80-150	90-150
<i>C. gr. pelagica</i>	117.7	100-220	300-500
<i>H. mira</i>	134.6	110-180	270 (media)
<i>T. similis</i>	152.7	130-180	150-200
<i>P. euryptera</i>	185.3	170-200	180-200
<i>S. pectinata</i>	189.0	150-220	300-500
<i>A. gr. girodi-brightwelli</i>	487.3	380-670	500-1500
CLA: <i>B. longirostris</i>	356.2	220-500	230-700
<i>C. pulchella</i>	433.3	300-590	400-860
<i>C. reticulata</i>	527.7	350-690	500-1500
<i>D. mongolianum</i>	761.7	500-1100	600-1400
<i>D. longispina</i>	962.0	510-1630	1000-3000
COP: <i>T. prasinus</i>	706.3	560-800	600-950
<i>A. robustus</i>	1150.3	950-1400	1050-1700

B:	La Concepción	Europa
CLA: <i>B. longirostris</i>	1-3	1-15
<i>D. longispina</i>	1-5	2-30
<i>C. pulchella</i>	1	1-9
<i>C. reticulata</i>	1-2	1-20
COP: <i>A. robustus</i>	9-31	12-40
<i>T. prasinus</i>	6-11	2-18

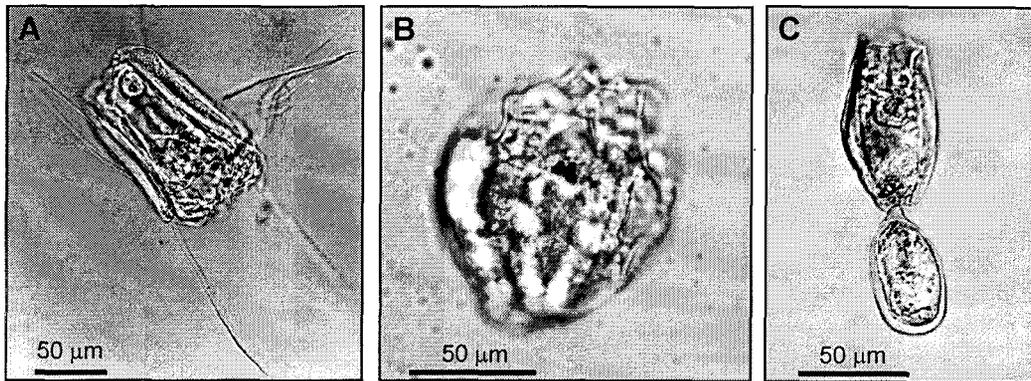


Figura 4. Heiibra amíctica de *Polyarthra gr. vulgaris-dolichoptera*. B) Hembra amíctica de *Synchaeta gr. tremula-oblonga*. C) Hembra amíctica de *Anuraeopsis fissus*.
 Figure 4. Amictic female of *Polyarthra .gr. vulgaris-dolichoptera*. B) Amictic female of *Synchaeta gr. tremula-oblonga*. C) Amictic female of *Anuraeopsis fissus*.

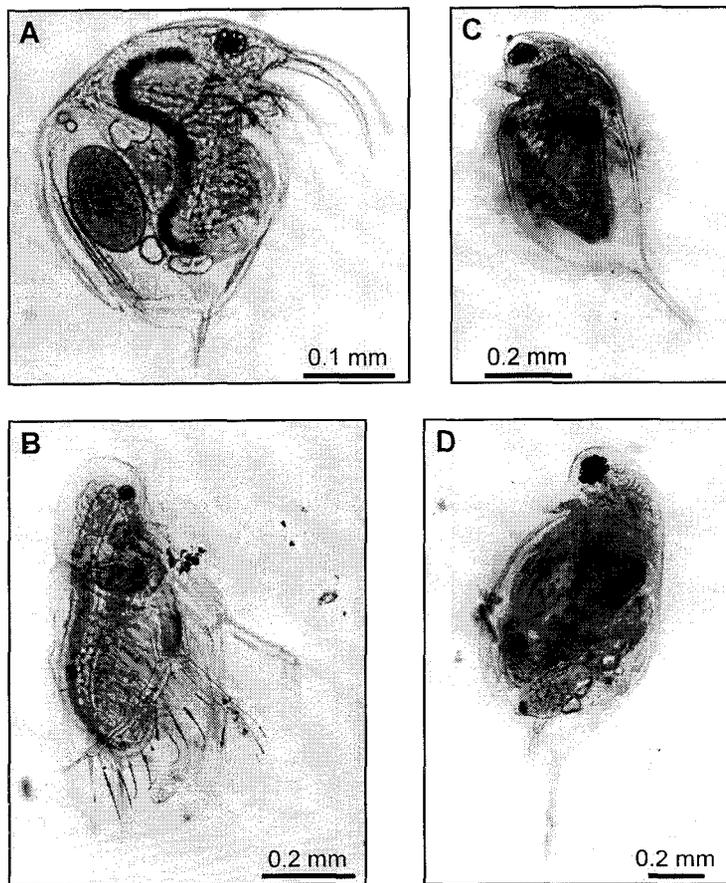


Figura 5. A) Hembra de *Bosmina longirostris* con un efiipio. B) Hembra de *Diaphanosoma mongolianum*. C) Macho de *Daphnia longispina*. D) Hembra de *Daphnia longispina*.
 Figure 5. A) Female of *Bosmina longirostri* bearin one ephippium. B) Female of *Diaphanosoma mongolianum*. C) Male of *Daphnia longispina*.

Tabla 6. Valores de la longitud corporal (μm) de *P. gr. vulgaris-dolichoptera*, *B. longirostris*, *A. robustus* y *T. prasinus* en los períodos de máximas densidades.
 Table 6. Values of the body length (μm) of *P. gr. vulgaris-dolichoptera*, *B. longirostris*, *A. robustus* and *T. prasinus* in the periods of maximum density.

<i>P. gr. vulgaris-dolichoptera</i>	Noviembre	Junio	t-Student
Mín-máx	80-150	80-150	
Media	120.7	132.5	p<0.01
Desviación típica	17.0	11.8	

<i>B. longirostris</i>	Marzo	Junio	t-Student
Mín-máx	280-500	240-450	
Media	403.5	307.7	p<0.001
Desviación típica	62.4	52.6	

<i>A. robustus</i>	Marzo-Abril	Oct.-Noviembre	t-Student
Mín-máx	980-1400	950-1230	
Media	1170	1070	p<0.001
Desviación típica	110.0	70.1	

<i>T. prasinus</i>	Junio	Oct.-Noviembre	t-Student
Mín-máx	650-800	560-710	
Media	720	660	p<0.001
Desviación típica	40.1	30.0	

grandes o pequeños, ocupando tanto aguas libres como litorales. Las de presencia esporádica (tabla 2), por el contrario, son en gran parte propias del litoral y sólo se hallan en la zona pelágica accidentalmente. En general, todas las especies se encuentran en los embalses españoles y concretamente *P. gr. vulgaris-dolichoptera*, *B. longirostris* y *A. robustus* son muy abundantes (ARMENGOL 1978, GUISET & DE MANUEL 1993).

Corno consecuencia del carácter cálido y eutrófico (LUCENA & RODRÍGUEZ 1984) de este embalse, algunas de las especies que aparecen en él son termófilas (*D. mongolianum*, *C. pulchella*, *T. prasinus*, *T. similis* y *C. gr. pelagica*) e indicadoras de eutrofia (*P. eurypetra*, *S. pectinata*, *A. fissa*, *H. mira* y *T. similis*); pero también las hay propias de

aguas oligo-mesotrofas (*P. gr. vulgaris-dolichoptera*, *S. gr. tremula-oblonga* y *A. saltans*), lo cual concuerda con la disminución de la eutrofia que se ha detectado en el embalse (GÁLVEZ *et al.* 1988, GÁLVEZ 1990, GARCÍA 1995) posteriormente a su calificación como eutrófico por LUCENA & RODRÍGUEZ (1984).

Todas las especies zooplanctónicas de La Concepción tienen un pequeño tamaño corporal, en comparación con el que presentan en otras poblaciones de Europa (tabla 5); dicho tamaño alcanza valores mínimos que son menores que los citados en el resto del continente. Anteriormente, ECHEVARRÍA (1991) ya había observado el pequeño tamaño general del plancton en la estación más cercana a la presa.

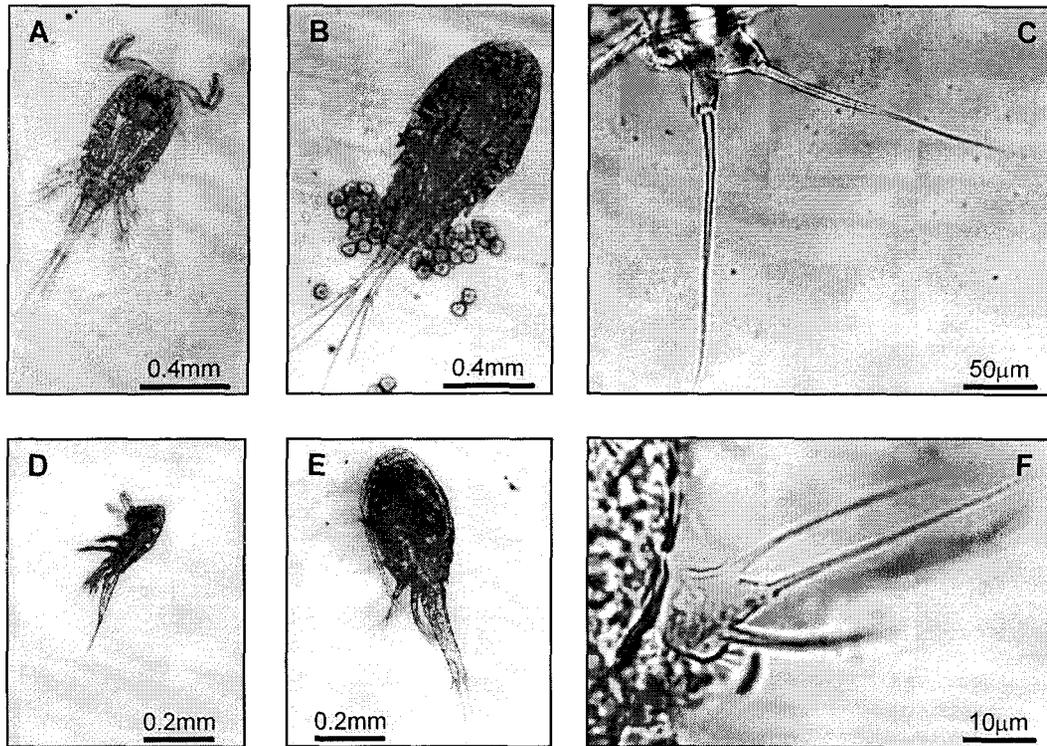


Figura 6. *Acanthocyclops robustus*: A) Macho, B) Hembra, C) 5ª pata *Tropocyclops prasinus*. D) Macho, E) Hembra, F) 5ª pata. *Tropocyclops prasinus*: D) Macho, E) Hembra, F) Leg. 5.

El pequeño tamaño corporal del zooplancton se ha relacionado con las altas temperaturas, la depredación por peces planctívoros y la falta de alimento. Las altas temperaturas aceleran el desarrollo de los individuos haciendo que alcancen la madurez a edad más temprana y a menor tamaño (MARGALEF 1977, VIJVERBERG 1980) e incluso originando casos de neotenia, como los que presenta *A. robustus* en La Concepción. Los peces planctívoros depredan visualmente eliminando las especies e individuos más grandes y determinando la aparición de una comunidad zooplanctónica formada por poblaciones de pequeño tamaño corporal (HROOKS & DODSON 1965, STENSON 1976, LESCHER-MOUTOUÉ *et al.* 1985, TESSIER *et al.* 1992). Por último, existen numerosos trabajos que demuestran que la falta de cantidad o de calidad del alimento también determina un pequeño tamaño en los individuos (MASUNDIRE 1991, WALZ & ROTHUCHER 1991, STERNER *et al.* 1993). Todos estos factores son de gran importancia en un embalse

como el de La Concepción, calificado de cálido, con periodos de escasez de fitoplancton en invierno y verano y con una población de *B. barbatus* que, como otras especies de barbos (ENCINA & GRANADO-LORENCIO 1990), probablemente tiene al zooplancton como parte de su alimentación.

La influencia de estos factores se observa especialmente en las especies que tienen ciclomorfosis en este embalse, *P. Si. vulgaris-dolichoptera*, *B. longirostris*, *A. robustus* y *T. prasinus* (tabla 6), las cuales presentan sus tamaños más pequeños en verano o al principio del otoño, coincidiendo o a continuación de las altas temperaturas, las bajas concentraciones de clorofila (FERNÁNDEZ-ROSADO *et al.* 1994) y la freza de los peces (LUCENA *et al.* 1983).

En el caso de *B. longirostris*, la ciclomorfosis también puede estar relacionada con la influencia de *A. robustus*, que está considerado como un depredador de *Bosmina* (LI & LI 1979, LYNCH 1979) y que, como es propio de los invertebrados (DODSON 1974), depreda preferentemente

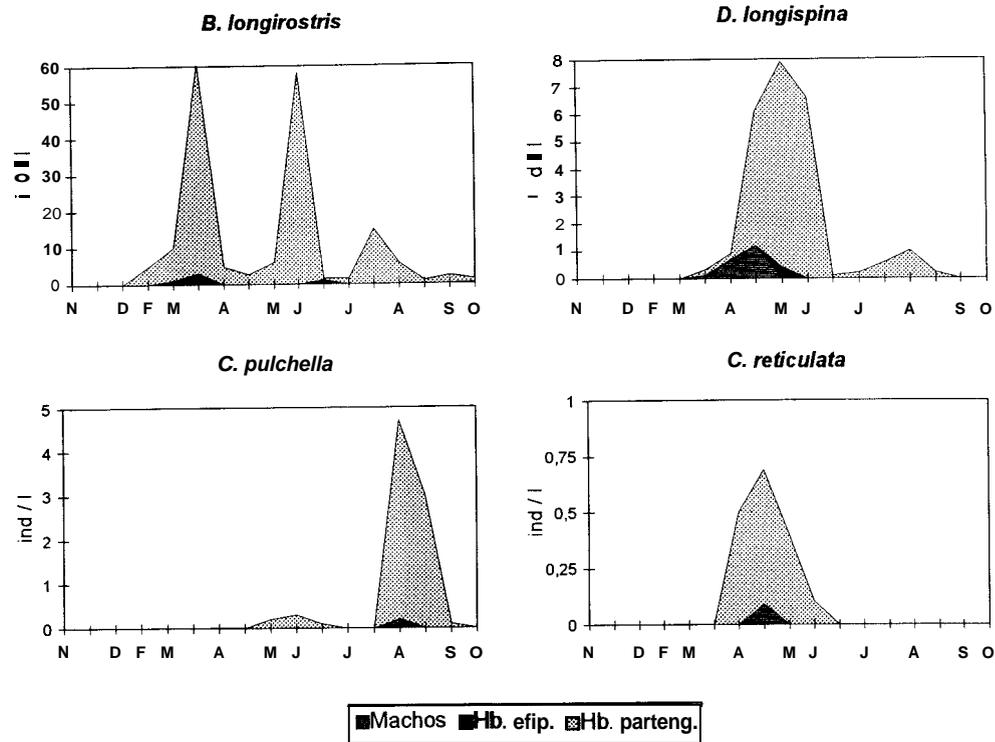


Figura 7. Estructura de las poblaciones de cladóceros o periodos de reproducción sexual (eje central del embalse).
 Figure 7. Structure of the populations of cladocerans with sexual reproduction periods (central axis of the reservoir)

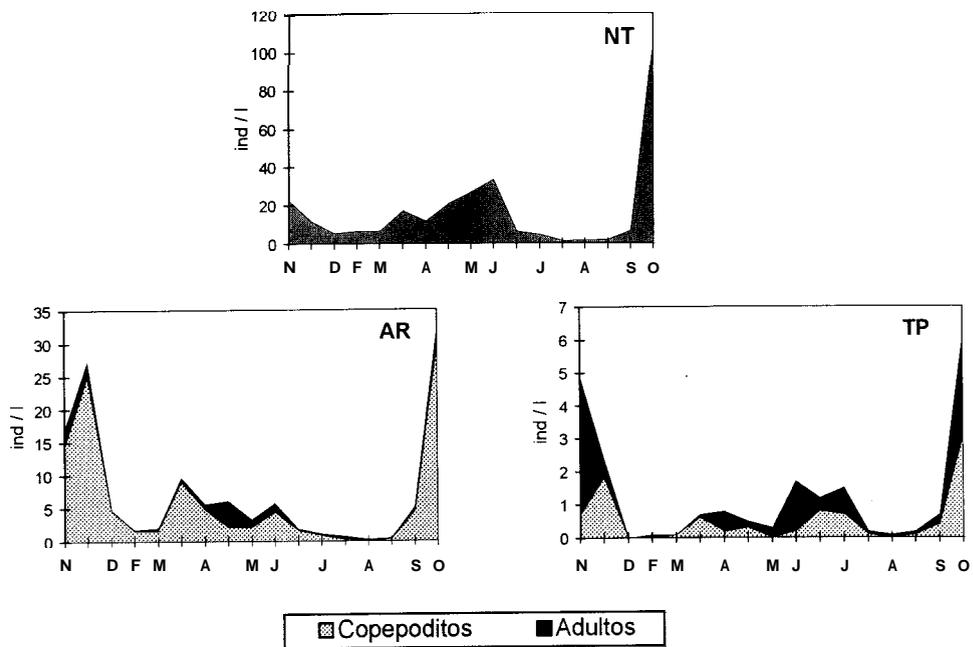


Figure 8. Distribución temporal de los nauplios de copépodos (NT), los copepoditos y adultos de *A. robustus* (AR) y *T. prasinus* (TP) en el eje central del embalse.
 Figure 8. Temporal distribution of the Copepoda nauplii (NT), copepodites and adults of *A. robustus* (AR) and *T. prasinus* (TP) in the central axis of the reservoir.

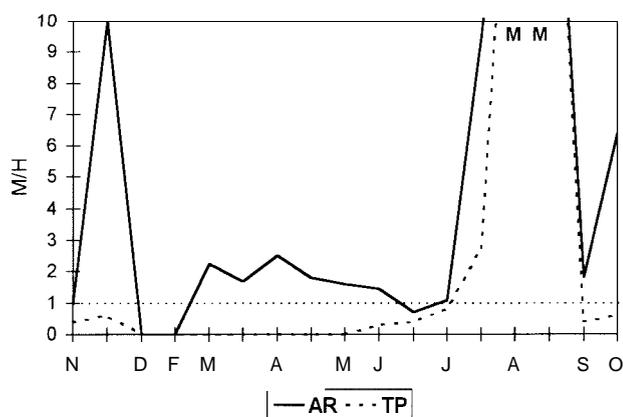


Figura 9 Distribución temporal de la relación machos/hembras de *A. robustus* (AR) y *T. prasinus* (TP) en el eje central del embalse. M M= presencia de machos únicamente.

Figure 9. Temporal distribution of the relations males/females of *A. robustus* (AR) and *T. prasinus* (TP) in the central axis of the reservoir. M M= occurrence of only males.

sobre los individuos de menor tamaño. La depredación por *A. robustus* condicionaría el mayor tamaño corporal de *Bosmina* en primavera; en verano, el aumento de la temperatura y la freza de los peces explicaría la disminución del cuerpo de este animal. La influencia conjunta de los peces y de los copépodos sobre este cladóceros ha sido puesta de manifiesto anteriormente por diversos autores (KERFOOT 1975, KERFOOT & PETERSON 1980, HANAZATO 1992).

Estructura de las poblaciones

La estructura de las poblaciones zooplanctónicas es similar en el eje central y en las orillas del embalse, por lo que únicamente presentaremos las gráficas correspondientes al eje central.

Las poblaciones de rotíferos están constituidas por heinbras arnéticas y únicamente han aparecido huevos de *Polyarthra*, en gran número, y de *A. fissa*, esporádicamente. El hecho de que no se hayan encontrado huevos de otros rotíferos, ni ningún macho o hembra mítica, puede ser consecuencia, por un lado, del rápido desarrollo y de la corta duración de la vida de estos animales, que haría necesaria una mayor frecuencia de muestreo para capturarlos y, por otro, del pequeño tamaño de muchos de ellos, que les permitiría el paso a través de la malla de filtrado.

En todas las poblaciones de cladóceros (fig. 7), menos en *B. mongolianum*, aparecen machos o hembras epifiales una vez al año, son por tanto monocíclicas, exceptuando a *B. longirostris*, que presenta un periodo en marzo que se registra en todo el embalse y otro en junio que sólo se da en la cola; por lo tanto,

es dicíclica en la cola y monocíclica en el resto del embalse. La aparición de estos periodos coincide con los máximos de población, lo cual está de acuerdo con la relación entre sexualidad y superpoblación que se ha encontrado en estos animales (HUTCHINSON 1967, D'ABRAMO 1980, HOBBAEK & LARSSON 1990).

Sin incluir a los nauplios, la población de *A. robustus* está formada mayoritariamente por copepoditos, mientras en la de *T. prasinus*, copepoditos y adultos están más equilibrados (fig. 8); de esta forma se pone de manifiesto una mayor mortalidad de los copepoditos de *A. robustus*. En ambas poblaciones, los adultos presentan una relación sexual que varía a lo largo del año, produciéndose un claro dominio de los machos durante el verano, al final del cual son los únicos copépodos adultos (fig. 9); esto se ha interpretado como efecto de las altas temperaturas (DUSSART 1969) y de la depredación por peces planctívoros, que se encuentran en la freza de inarzo a julio (LUCENA *et al.* 1983) y que capturan antes a las hembras por ser mayores que los machos (DUSSART 1969, HAIRSTON *et al.* 1983), sobre todo si son ovígeras o tienen epibiontes (WILEY *et al.* 1990, THRELKELD 1993), como en el caso de *A. robustus* en este embalse.

Tanto los cladóceros como los copépodos presentan una baja fertilidad respecto a la de otras poblaciones europeas, como consecuencia probablemente del pequeño tamaño corporal y de la influencia de los factores que, además de determinar un pequeño tamaño corporal, pueden bajar la fertilidad directamente: las altas temperaturas, la poca cantidad de alimento y la depredación por los peces (COWGILL *et al.* 1985, MAIER 1989, GLAZIER 1992, LAMPERT 1993, LÓPEZ 1994, PETERSON & KIMMERER 1994).

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al Centro de Cálculo de la Universidad de Málaga, especialmente a RAMÓN HIDALGO, así como a JOSÉ ANGEL GÁLVEZ, a FIDEL ECHEVARRÍA y a todos los miembros del Departamento de Ecología, cuya ayuda hizo posible la ejecución de este trabajo.

Este trabajo fue subvencionado por la Junta de Andalucía y la C.I.C. y T. del Ministerio de Educación y Ciencia.

BIBLIOGRAFÍA

- ALGARRA, P. 1982. *Gradientes espaciales de pigmentos clorofílicos como indicadores de estrés en sistemas acuáticos y sedimentarios*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Málaga. 97 pp.

- ARMENGOL, J. 1978. Los crustáceos del plancton de los embalses españoles. *Oecologia aquatica*, 3: 3-96.
- RROOKS, J.L. & DODSON, S.I. 1965. Predation, body size, and composition of plankton. *Science*, 150: 28-35.
- CLAVERO, V. 1987. *Modelo compartimentalizado sobre la influencia de Cyclops sp. en el ciclo del fósforo*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Málaga. 125 pp.
- COWGILL, U.M., KEATING, K.I. & TAKAHASHI I.T. 1985. Fecundity and longevity of *Ceriodaphnia dubia/affinis* in relation to diet at two different temperatures. *Journal of Crustacean Biology*, 5(3): 420-429.
- D'ABRAMO, L.R. 1980. Ingestion rate decrease as the stimulus for sexuality in populations of *Moina macrocopa*. *Limnol. Oceanogr.*, 25(3): 422-429.
- DODSON, S.I. 1974. Zooplankton competition and predation: an experimental test of the size-efficiency hypothesis. *Ecology*, 55: 605-613.
- DUSSART, B. 1967. Contribution B l'étude des Copépodes d'Espagne. *P. Inst. Biol. Apl.*, 42: 87-105.
- DUSSART, B. 1969. *Les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale*, vol. II. Boubje. ParRs. 292 pp.
- ECHEVARRÍA, F. 1987. *Análisis de la alimentación fitófaga "in situ" de Ceriodaphnia spp. (Cladocera): variaciones a corto plazo*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Málaga. 134 pp.
- ECHEVARRÍA, F. 1991. *Variabilidad espacio-temporal de la estructura de tamaños del plancton en dos sistemas acuáticos epicontinentales*. Tesis doctoral. Universidad de Málaga. 241 pp.
- ENCINA, L., & C. GRANADO-LORENCIO. 1990. Morfoecología trófica en el género *Barbus* (Pisces. Cyprinidae). *Limnetica* 6: 35-46.
- FERNÁNDEZ, J.A. 1986. *Modelos global y celular de flujo de fósforo en embalses de regiones subáridas sometidos a alta erosión*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. 283 pp.
- FERNÁNDEZ-ROSADO, M. J., LUCENA J. & NIELL F. X. 1994. Space-time heterogeneity of the chlorophyll-a distribution in La Concepción reservoir (Istán, Málaga). Representative models. *Arch. Hydrobiol.* 129: 311-325.
- FLÖSSNER, D. 1972. *Krebstiere, Crustacea. Kiemen-und Blattfüsser, Branchiopoda Fischläuse, Branchiura*. Die Tierwelt Deutschlands, 60. Jena. 501 pp.
- GÁLVEZ, J.A. 1986. *Heterogeneidades verticales pigmentarias en el embalse eutrófico de La Concepción (Istán, Málaga)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Málaga. 122 pp.
- GÁLVEZ, J.A. 1989. Seston vertical flux model for a eutrophic reservoir. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 33: 9-18.
- GÁLVEZ, J.A. 1990. *Sedimentación biogénica en el embalse de La Concepción (Málaga). Aproximación a un modelo para sistemas acuáticos continentales*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. 214 pp.
- GÁLVEZ, J.A., NIELL, F. X. & LUCENA, J. 1988. Description and mechanism of formation of a deep chlorophyll maximum due to *Ceratium hirundinella* (O. F. Müller) Bergh. *Arch. Hydrobiol.*, 112: 143-155.
- GARCÍA, R., 1995. *Contribución bacteriana al flujo sestónico de fósforo; desviación del índice C/P*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. 238 pp.
- GLAZIER, D. S. 1992. Effects of food, genotype, and maternal size and age on offspring investment in *Daphnia magna*. *Ecology*, 73(3): 910-926.
- GUISET, A. & DE MANUEL, J. 1993. Distribution of planktonic rotifers in Spanish reservoirs: Changes after 15 years. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25: 1213-1217.
- HAIRSTON, N.G. Jr., WALTON, W.E. & LI, K.T. 1983. The causes and consequences of sex-specific mortality in a freshwater copepod. *Limnol. Oceanogr.*, 28(5): 935-947.
- HANAZATO, T. 1992. Population dynamics and cyclomorphosis of *Bosmina longirostris* in Lake Yunoko. *Jpn. J. Limnol.*, 53(1): 13-25.
- HOBBAEK, A. & LARSSON, P. 1990. Sex determination in *Daphnia magna*. *Ecology*, 2255-2268.
- HUTCHISON, G.E. 1967. *A treatise on Limnology*. Vol. II. J. Wiley & Sons Inc.. New York. 1115 pp.
- JAUME, D. 1991. The genus *Diaphanosoma* (Ctenopoda: Sididae) in Spain. *Hydrobiologia*, 225: 23-35.
- KERFOOT, W.C. 1975. The divergence of adjacent populations. *Ecology*, 56: 1298-1313.
- KERFOOT, W.C. & PETERSON, C. 1980. Predatory copepods and *Bosmina*: Replacement cycles and further influences of predation upon prey reproduction. *Ecology*, 61(2): 417-431.
- KIEFER, F. 1976. Revision der *robustus-vernalis*-Gruppe der Gattung *Acanthocyclops* Kiefer (Crustacea, Copepoda) (Mit eingehender Beurteilung des "*Cyclops americanus* Marsh, 1892". *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, 35: 95-110
- KIEFER, F. 1978. Freilebende Copepoda. In: *Das Zooplankton der Binnengewässer*, 2. Teil. Die Binnengewässer. Stuttgart. 380 pp.
- KORÍNEK, V. 1987. Revision of three species of the genus *Diaphanosoma* Fischer, 1850. *Hydrobiologia*, 145: 35-45.
- LAMPERT, W. 1993. Phenotypic plasticity of the size at first reproduction in *Daphnia*: The importance of maternal size. *Ecology*, 74(5): 1455-1466.
- LESHER-MOÛTOUÉ, F., GARNIER, J. & POURRIOT, R.

1985. Interactions entre les peuplements planctoniques et piscicole du Lac de Créteil: Impact d'une reproduction exceptionnelle de percidés. *Bull. Ecol.*, 16(1): 9-17.
- LI, J.L. & LI, H.W. 1979. Species-specific factors affecting predator-prey interactions of the copepod *Acanthocyclops vernalis* with its natural prey. *Limnol. Oceanogr.*, 24(4): 613-626.
- LÓPEZ, C. 1994. Egg-stock and clutch size of two species of *Thermocyclops* Kiefer (Crustacea: Copepoda) in a tropical reservoir. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25: 1287-1290.
- LUCENA, J. & RODRÍGUEZ, J.M. 1984. Primeros datos sobre la influencia de la producción biológica en la calidad de las aguas del embalse de La Concepción. *Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente, M.O.P.U.* 193-202.
- LUCENA, J., FUENTES, M.C. & RODRIGUEZ MUÑOZ, J.M. 1983. Étude somatométrique de la composition corporelle du barbeau (*B. barbus sclateri* Gthr.). Barrage de La Concepción (Málaga). *Vie milieu*, 33(1): 17-24.
- LYNCH, M. 1979. Predation, competition, and zooplankton community structure: An experimental study. *Limnol. Oceanogr.*, 24(2): 253-272.
- MAIER, G., 1989. The seasonal cycle of *Thermocyclops crassus* (Fischer 1853) in a shallow, eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 178: 43-58.
- 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 pp.
- MARGALEF, R. 1977. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 pp.
- MARGALEF, R., PLANAS, D., ARMENGOL, J., VIDAL, A., PRAT, N., GUISET, A., TOJA, J. & ESTRADA, M. 1976. *Limnología de los embalses españoles*. Dirección General de Obras Hidráulicas. Ministerio de Obras Públicas. Madrid. 422 pp.
- MARGARITORA, F.G. 1985. *Cladocera*. Edizioni Calderini. Bologna. 399 pp.
- MASUNDIRE, H.M. 1991. Seasonal variation in size of *Bosmina longirostris* O.F. Müller in tropical Lake Kariba, Ziinababwe. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 24: 1455-1459.
- MIRACLE, M.R. 1976. Distribución en el espacio y en el tiempo de las especies del zooplankton del lago de Banyoles. *Monografías del Ministerio de Agricultura*, 5: 270 pp.
- NEGREA, ST. 1983. *Fauna Republici Socialiste România*. Vol. 4, 12. Crustacea, Cladocera. Academiei Republicii Socialiste România. Bucarest. 399 pp.
- NIELL, F.x., GÁLVEZ, J.A., LÓPEZ-FIGUEROA, F. & ALGARRA, P. 1987. Usos no fotosintéticos de la luz en plantas acuáticas. *IV Congres. Esp. Limnol. Actas*: 13-23.
- NIPKOW, R. 1961. Die Rädertiere im Plankton des Zürichsees und ihre Entwicklungsphasen. *Schweiz. Z. Hydrol.* 22 (2): 398-461.
- PETERSON, W. & KIMMERER, W. 1994. Processes controlling recruitment of the marine calanoid copepod *Temora longicornis* in Long Island Sound: Egg production, egg mortality, and cohort survival rates. *Limnol. Oceanogr.*, 39(7): 1594-1605.
- RUTTNER-KOLISKO, A. 1974. *Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy*. Die Binnengewässer. Stuttgart. 146 pp.
- STENSON, J.A.E. 1976. Significance of predator influence on composition of *Bosmina* spp. Populations. *Limnol. Oceanogr.*, 21(6): 814-822.
- STERNER, R.W., HAGEMEIER, D.D., SMITH, W.L. & SMITH, R.F. 1993. Phytoplankton nutrient limitation and food quality for *Daphnia*. *Limnol. Oceanogr.*, 38(4): 857-871.
- TESSIER, A.J., YOUNG, A. & LEIBOLD, M. 1992. Population dynamics and body-size selection in *Daphnia*. *Limnol. Oceanogr.*, 37(1): 1-13.
- THRELKELD, S.T. 1993. Organization of crustacean epizoan communities in a chain of subalpine ponds. *Limnol. Oceanogr.*, 38(8): 623-627.
- VIJVERBERG, J. 1980. Effect of temperature in laboratory studies on development and growth of Cladocera and Copepoda from Tjucukmeer, the Netherlands. *Freshwater Biology*, 10: 317-340.
- VILLALOBOS, J.A. 1985. *Incorporación de fósforo en dos comunidades del embalse eutrófico de La Concepción*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Málaga. 129 pp.
- VOIGT, M. & KOSTE, W. 1978. *Rotatoria*. Gerrüder Borntraeger. Berlin. Textband: 643 pp. II: Tafelband.
- WALZ, N. & ROTHBUCHER, F. 1991. Effect of food concentration on body size, egg size, and population dynamics of *Brachionus angularis* (Rotatoria). *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 24: 2750-2753
- WILLEY, R.L., CANTRELL, P.A. & THRELKELD, S.T. 1990. Epibiotic euglenoid flagellates increase the susceptibility of some zooplankton to fish predation. *Limnol. Oceanogr.*, 35(4): 952-959.