

# Limnología del embalse de La Minilla durante 1976.

## II. Distribución del zooplancton.

JULIA TOJA

Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla

### INTRODUCCIÓN

En el primer estudio de este embalse (TOJA, 1976) se hizo una primera observación cualitativa de las especies del zooplancton que aparecían en las muestras dedicadas al recuento del fitoplancton, así como de las épocas del año en que estaban presentes, pero se hacía hincapié en que estas observaciones no podían sugerir ninguna conclusión y que era preciso realizar un estudio detallado.

El presente trabajo es un avance de este estudio, que se está continuando con observaciones de la distribución del zooplancton a lo largo del eje longitudinal del embalse, así como con la comparación con el zooplancton del embalse de Aracena, que durante 1976 no se pudo hacer por estar este embalse vacío prácticamente todo el año. Estos trabajos están encuadrados dentro del programa de control y mantenimiento de la calidad del agua que tiene la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla.

En este trabajo se estudia la distribución a lo largo del año de las especies del zooplancton (especialmente rotíferos y crustáceos) detectadas, así como de sus relaciones con los factores físico-químicos del medio y el desarrollo del fitoplancton.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras se tomaron al mismo tiempo que las correspondientes al análisis

del fitoplancton (TOJA, 1980), pero variando la periodicidad, que en este caso fue mensual, salvo en algunas ocasiones.

Se muestrearon las mismas profundidades que para los otros análisis (0, 2, 5, 10, 15 y 20 m), filtrando 2 muestras paralelas de 8 litros de capacidad cada una, a través de un disco de filtro de red de nylon de 60  $\mu$ m de diámetro de poro. Cada uno de los discos se introducía en un tubo con formol al 4 % para su posterior examen. Las muestras se tomaron siempre entre las 10 y las 11 horas solas. El recuento se realizó agitando el filtro en el formol hasta que se desprendieran todos los individuos y sedimentando las muestras en cámaras especiales para la observación en un microscopio invertido, recorriendo toda la superficie de sedimentación con 100 aumentos (MIRACLE, 1976).

Se contaron las especies de ciliados, rotíferos y crustáceos presentes en cada muestra. En el caso de los rotíferos se contaron los huevos cuando iban pegados al cuerpo de la madre. En los copepodos se distinguió la fase de nauplio de las de copepodito y adulto, que se contaron juntas.

### RESULTADOS

Las especies identificadas y el número de cada una en los distintos muestreos se especifican en la tabla I. Se han identificado 2 especies de ciliados, 10 de rotíferos, 4 de cladóceros y 3 de copepodos. Salvo alguna excepción, son

TABLA I - Lista de especies identificadas y número de ejemplares de cada una en los muestreos realizados, en individuos por ml; + significa presencia.

TABLE I - List of species identified and number of individuals per ml in each sample. +, presence.

	7-1-76						3-2-76						1-3-76						5-4-76					
	0	2	5	10	15	20	0	2	5	10	15	20	0	2	5	10	15	20	0	2	5	10	15	
<b>CILIADOS</b>																								
Codonella cratera	0	5	13	4	9	1	6	46	52	32	18	29	3	6	2	6	3	2	7	69	312	113	55	
Vorticella sp.	1	3	14	7	7	1	2	6	6	3	2	9	2	7	6	20	6	5	1	2	2	6	12	
<b>ROTÍFEROS</b>																								
Asplanchna priodonta (Ap)	0	0	0	0	0	0	30	36	27	11	3	3	2	2	1	+	+	+	0	+	0	0	0	
Ascomorpha saltans (As)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Filinia opoliensis (Fo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Keratella cochlearis (Kc)	2	10	13	17	16	+	10	26	8	3	2	2	31	37	45	43	30	9	+	2	3	+	+	
Keratella tropica (Kt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pompholyx sulcata (Ps)	0	0	0	0	0	0	2	4	+	+	+	+	5	12	5	2	1	+	10	206	543	112	29	
Polyarthra remata (Pr)	1	2	1	2	1	+	21	84	74	27	5	14	32	69	48	11	11	6	4	2	1	+	+	
Polyarthra vulgaris (Pv)	1	1	1	+	+	+	26	21	11	8	3	2	8	8	4	1	1	+	+	2	3	+	+	
Trichocerca sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00	0	0	0	
<b>CRUSTÁCEOS</b>																								
<b>CLADÓCEROS</b>																								
Bosmina longirostris (Bl)	+	0	0	+	0	+	0	+	+	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	1	+	+	+	
Ceriodaphnia pulchella (Cp)	+	2	6	11	11	2	1	1	1	+	+	+	9	21	45	39	11	5	73	247	195	168	268	
Daphnia hyalina (Dh)	+	+	1	+	1	+	+	+	+	0	0	0	3	5	2	1	2	1	+	+	+	+	+	
Diaphanosoma brachyurum (Db)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>COPEPODOS</b>																								
Copidodiaptomus steueri																								
nauplios (Csn)	3	14	13	20	14	11	7	11	11	4	2	2	13	30	20	11	5	4	5	11	12	7	9	
copepoditos + adultos (Csa)	+	6	5	6	4	1	+	6	5	3	4	2	16	35	17	11	9	3	2	34	15	9	5	
Acanthocyclops vernalis																								
nauplios (Avn)	0	0	0	13	9	2	5	11	16	8	5	3	14	15	10	8	2	2	14	8	12	11	9	
copepoditos + adultos (Ava)	+	0	+	1	+	+	3	4	2	1	1	+	2	2	2	1	+	+	+	2	3	2	1	
Tropocyclops prasinus																								
nauplios (Tpn)	7	51	55	30	22	4	7	10	7	4	2	8	13	17	11	8	5	3	15	18	12	6	9	
copepoditos + adultos (Tpa)	1	2	2	2	1	+	14	32	14	4	4	2	2	2	2	1	+	+	+	2	8	4	4	

las mismas especies encontradas por Armengol y Guiset (en MARGALEF *et al.*, 1976) en los muestreos realizados por ellos dentro del proyecto de estudio de los embalses españoles.

## CILIADOS

Sólo se encontraron 2 especies durante este año, no detectándose en ningún momento la presencia de *Strombiliidium* sp. ni *Epistylis rotans*, que se observaron en años anteriores.

*Codonella cratera*. Fue con mucho el ciliado que más importancia tuvo durante 1976. Su máximo ocurrió en los meses de

primavera (abril a junio), con un nuevo resurgimiento en otoño, lo que sugiere que prefiere aguas relativamente frescas. Está correlacionado positivamente con la densidad del fitoplancton (tabla II y fig. 1).

*Vorticella* sp. Aunque normalmente presente en todas las muestras de primavera e invierno, su importancia relativa es mínima, con un máximo de 18 individuos por litro en el mes de marzo (fig. 2).

## ROTÍFEROS

Se han identificado 10 especies; en este embalse los rotíferos no tienen una

10-5-76					2-6-76					28-6-76					23-8-76					18-10-76					
0	2	5	10	15	0	2	5	10	15	0	2	5	10	15	20	0	2	5	10	15	0	2	5	10	15
87	482	323	882	356	21	73	341	347	135	0	0	0	0	0	1	9	4	3	18	17	175	118	40	12	12
0	0	0	0	4	0	+	1	0	0	0	0	0	+	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4	27	24	13	5	+	1	4	0	+	6	36	23	7	1	1	+	2	1	+	1	9	12	+	0	0
0	0	0	0	0	0	0	00	0	0	106	130	337	32	7	10	4	6	4	2	26	0	0	0	0	0
0	0	0	0	+	0	+	+	+	0	0	+	+	17	12	33	45	65	56	109	129	7	10	29	15	12
2	2	3	+	+	4	3	1	+	1	+	+	+	1	+	2	1	0	0	0	0	20	23	44	21	30
0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	70	67	83	79	61
47	53	68	104	22	14	89	76	41	21	+	4	+	1	7	3	0	0	0	0	0	0	00	+	0	0
32	77	38	28	21	4	11	7	4	47	2	2	+	16	20	14	20	37	23	15	13	290	409	82	17	46
4	4	2	4	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	+	13	19	1	+	+
0	0	0	0	0	1	+	+	+	0	14	63	35	8	2	3	0	1	+	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	+	0	+	+	0	0	+	1	2	1	2	2	0	0	0	0	0	24	26	7	3	20
140	334	251	230	134	65	172	169	67	36	56	131	123	37	11	2	10	14	21	40	105	14	13	20	12	18
1	3	6	3	2	+	5	3	1	1	+	00	0	1	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	4	5	3	1	4	6	5	2	1	+	10	26	33	59	85	1	+	2	5	3
17	11	23	21	11	20	26	45	38	51	22	28	13	47	14	34	11	21	14	26	34	183	59	10	4	17
6	9	14	7	6	5	18	31	13	9	8	31	32	20	9	9	2	5	7	6	4	69	259	14	7	6
3	10'	4	8	10	14	7	11	15	8	6	7	5	19	9	8	1	6	6	2	1	23	12	8	8	4
1	1	1	1	+	2	2	5	7	6	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	1	+	5	+	+	1
7	6	7	5	4	10	6	7	7	6	5	8	5	18	8	6	8	18	11	12	11	257	252	8	7	4
3	5	8	2	6	3	6	10	12	14	1	3	2	3	3	5	5	9	8	12	13	4	12	+	1	1

biomasa muy grande comparada con los crustáceos.

Ascomorpha saltans. Sólo aparece durante el verano (3 meses); presenta una correlación positiva significativa con la temperatura ( $r = 0,56$ ). Alcanza su máximo

desarrollo a finales de junio, dominando en estos momentos sobre el resto de los rotíferos. Las profundidades en que es más abundante son 2 y 5 m (fig. 3). Se observaron muy pocos individuos con huevos.

TABLA II - Correlación de las especies de ciliados con algunos factores del medio.  
TABLE II. Correlation between Ciliata species and some environmental factors.

	Temperatura	pH	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	Clorofila	Densidad fitoplancton
Codonella cratera	0,11	0,10	-0,11	0,26	0,10	0,52	0,52
Vorticella sp.	-0,74	-0,29	0,28	0,45	0,15	-0,60	-0,86

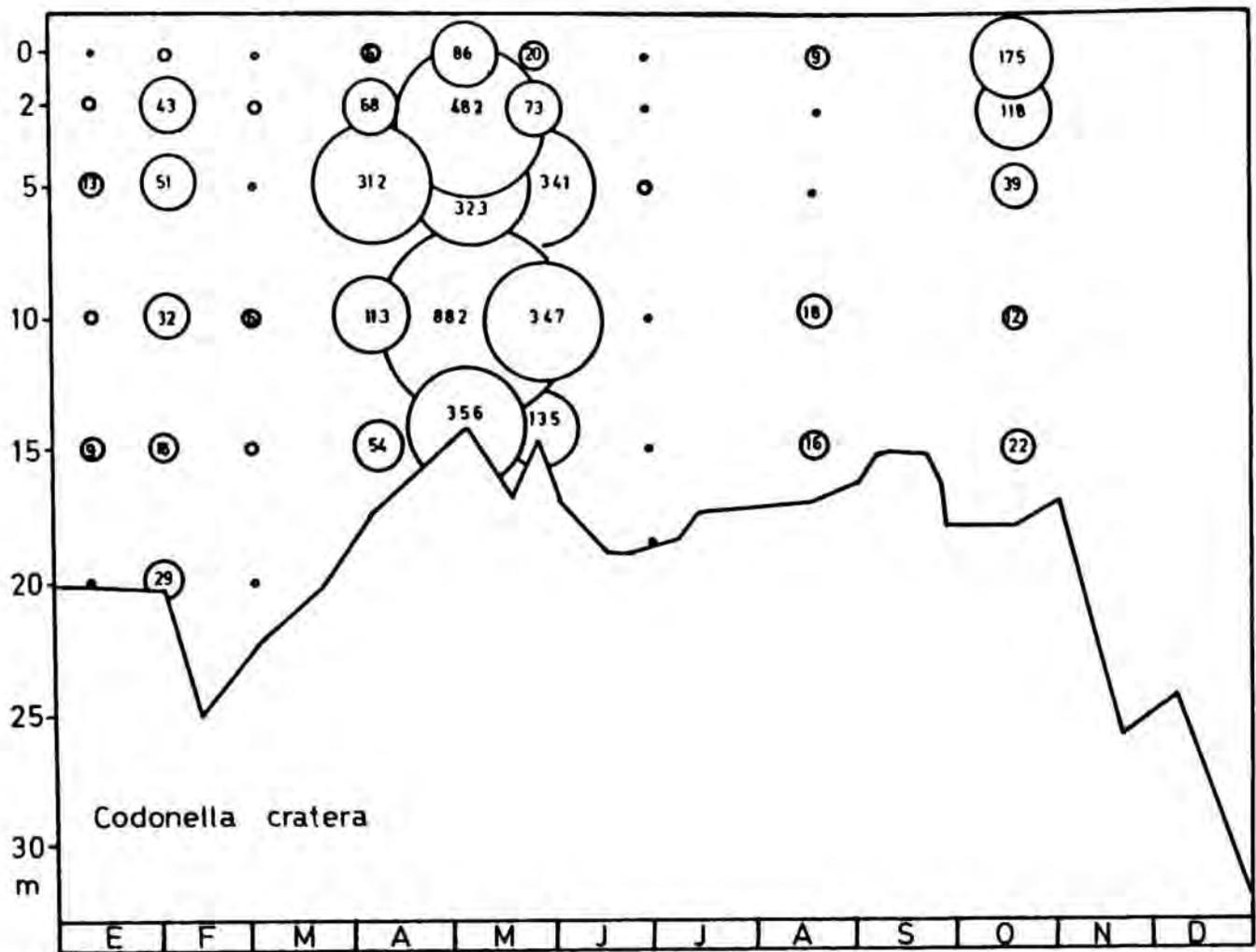


Fig. 1. Distribución de *Codonella cratera* en La Minilla durante 1976, en función del tiempo y de la profundidad. La superficie de los círculos es proporcional a la densidad de la población en las muestras correspondientes; esta densidad se indica, además, mediante la cifra del interior de los círculos, que corresponde al número de individuos por litro, excepto para aquellas muestras de densidad inferior a 6 indiv./l. Los puntos negros indican ausencia de la especie en la muestra.

Fig. 1. Distribution of *Codonella cratera* in La Minilla reservoir, in 1976, according to time and depth. The circles area is proportional to the number of individuals counted in each sample; also, in each circle the figure of the estimated number of individuals per liter is given, except for those samples in which this number is less than 6 indiv./l. Black dots mean samples from which the species is absent.

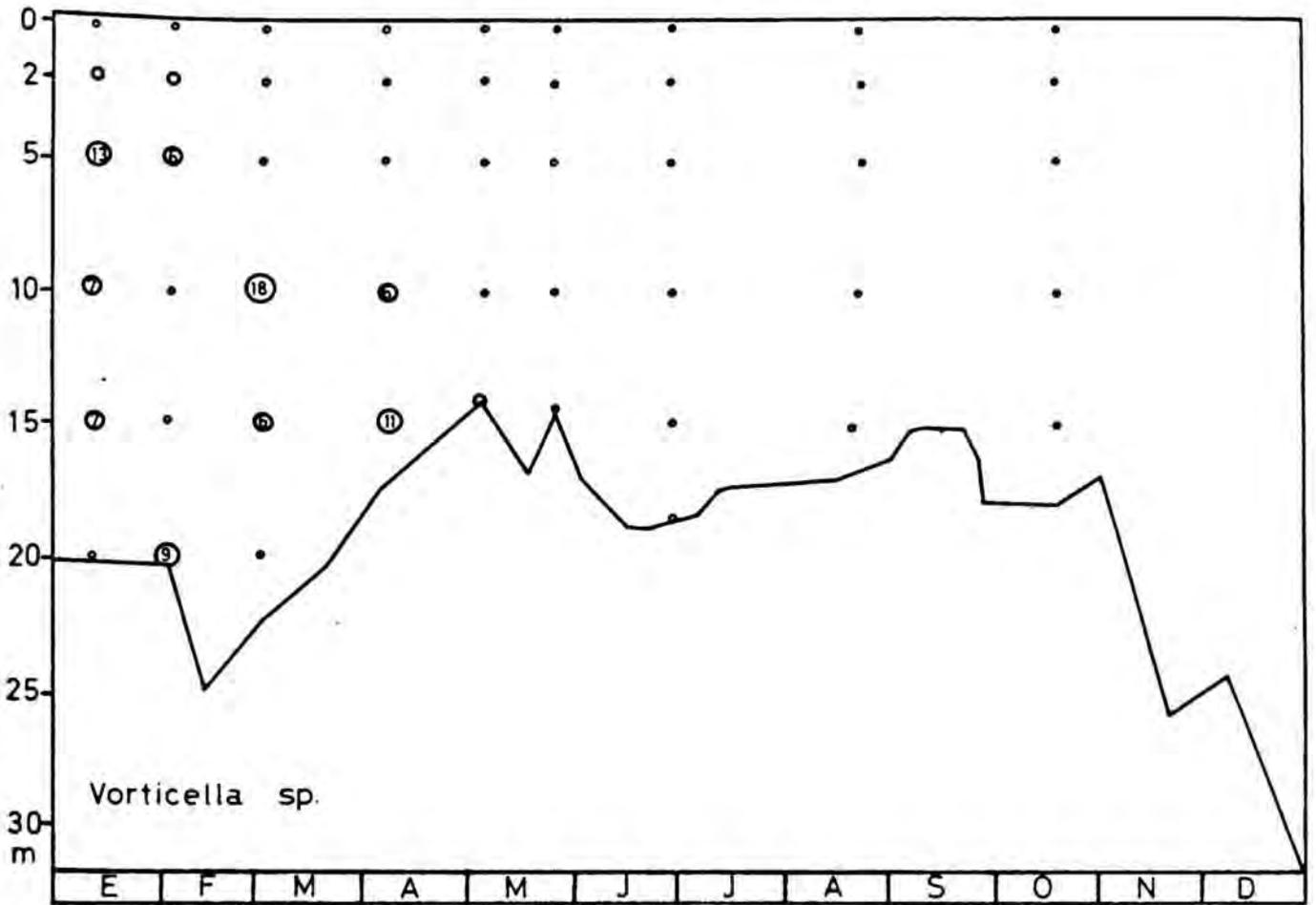
*Asplanchna priodonta*. Especie siempre presente en las muestras, pero que presenta varias generaciones, separadas por unos 2 meses unas de otras. El máximo absoluto lo tiene en julio a una profundidad de 10 m (fig. 4). Sobre todo se encuentra en el epilimnion, quizás en relación con la distribución de sus presas. Tiene una correlación significativa con *Polyarthra remata* ( $r = 0,66$ ). En el máximo de febrero la proporción de huevos era muy elevada (del 60 al 80 % de individuos los llevaban); durante el resto del año no se sobrepasó el 20 % de individuos con huevos.

Fig. 2 - Distribución de *Vorticella* sp. Véase la fig. 1.

Fig. 2 - Distribution of *Vorticella* sp. Refer to fig. 1 for further explanation.

Fig. 3 - Distribución de *Ascomorpha saltans*. Véase la fig. 1.

Fig. 3 - Distribution of *Ascomorpha saltans*. Refer to fig. 1.



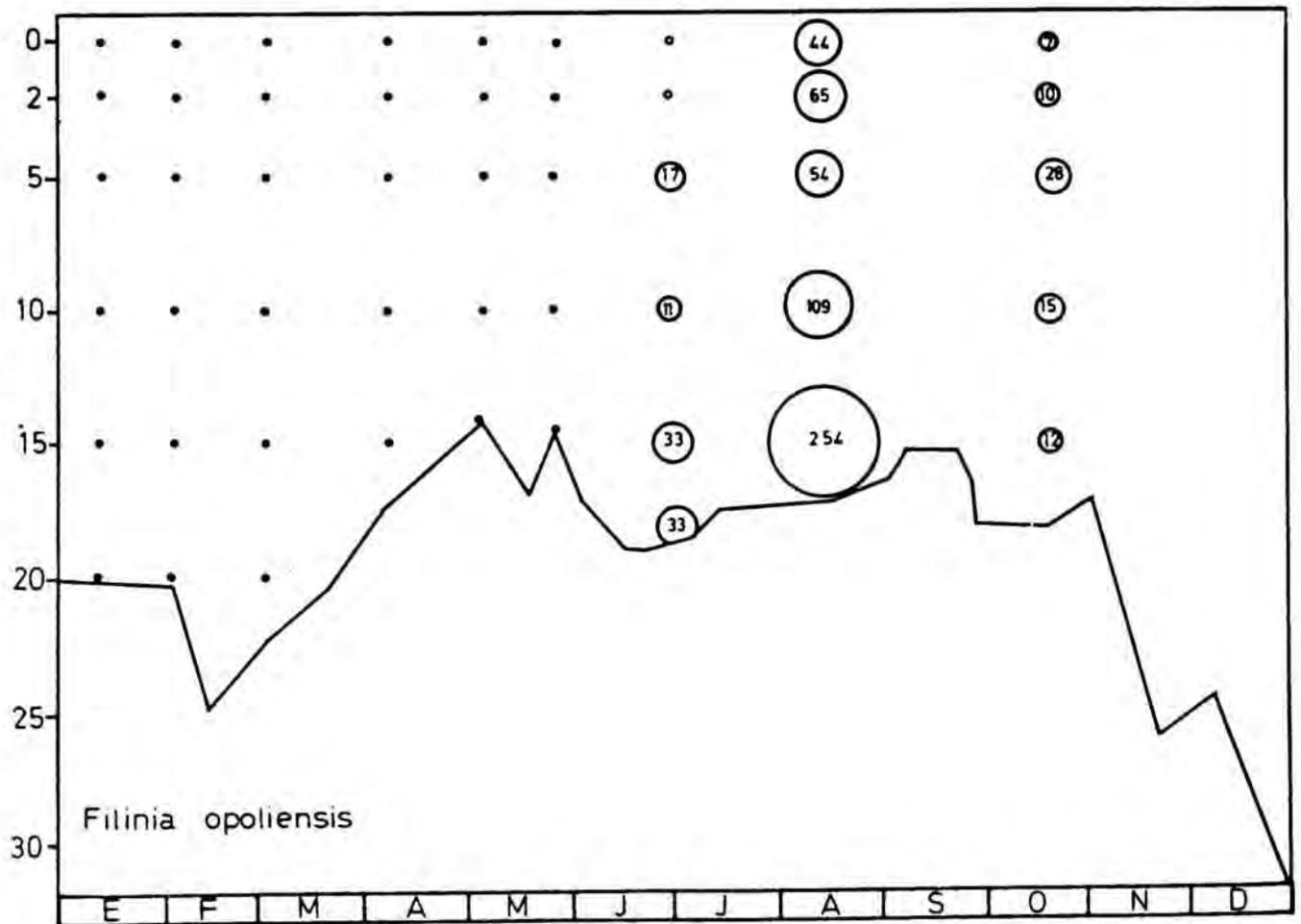
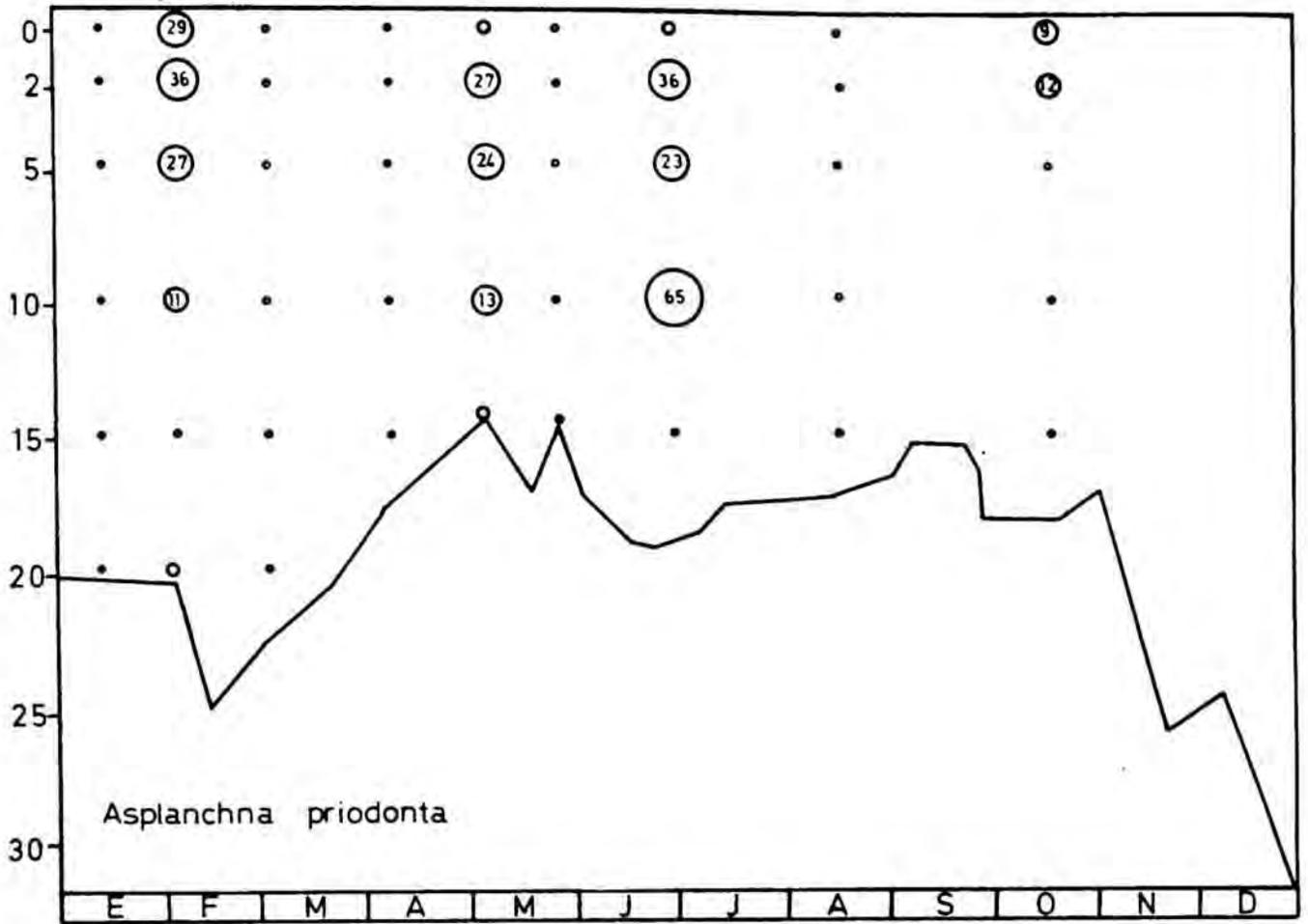


Fig. 4 - Distribución de Asplanchna priodonta. Véase la fig. 1.

Fig. 4 - Distribution of Asplanchna priodonta. Refer to fig. 1.

Filinia opoliensis. Especie típica del período de estratificación, sobre todo del final del mismo (agosto a septiembre). Presenta una correlación positiva significativa con la temperatura ( $r = 0,45$ ). Tiene preferencia por las capas profundas, que es donde se registran los máximos de densidad de esta especie (fig. 5). No se observaron huevos hasta el final de junio, y el máximo de individuos con huevos (agosto) fue del 10 %.

Pompholyx sulcata. Muy abundante en primavera, tiene su máximo en abril y prácticamente desaparece en verano. Es la dominante durante la mayor parte de la primavera (figs. 6 y 12). Tiene su máximo entre 2 y 10 m de profundidad, pero está bien representada en todo el perfil vertical. Tiene una media de un 20 % de individuos con huevos, salvo en el último muestreo en que se detectaron (28-6), en que hay pocos individuos pero un 70 % de ellos llevan huevos.

Keratella cochlearis. Especie también presente en todas las muestras pero que nunca alcanza una población muy grande, aunque domina en el plancton de invierno; tiene una correlación negativa significativa con la temperatura ( $r = -0,52$ ). Su dominancia se da en momentos en los que el total de la población tiene pocos efectivos. Se presenta en las formas cochlearis y tecta. Esta última abunda sobre todo en las muestras de verano. No parece tener preferencia por una determinada profundidad (fig. 7). Normalmente la proporción de hembras con huevos es del 5 %, pero en dos ocasiones (febrero y mayo) aumenta extraordinariamente esta proporción (47 y 75 %, respectivamente).

Fig. 5 - Distribución de Filinia opoliensis. Véase la fig. 1.

Fig. 5 - Distribution of Filinia opoliensis. Refer to fig. 1.

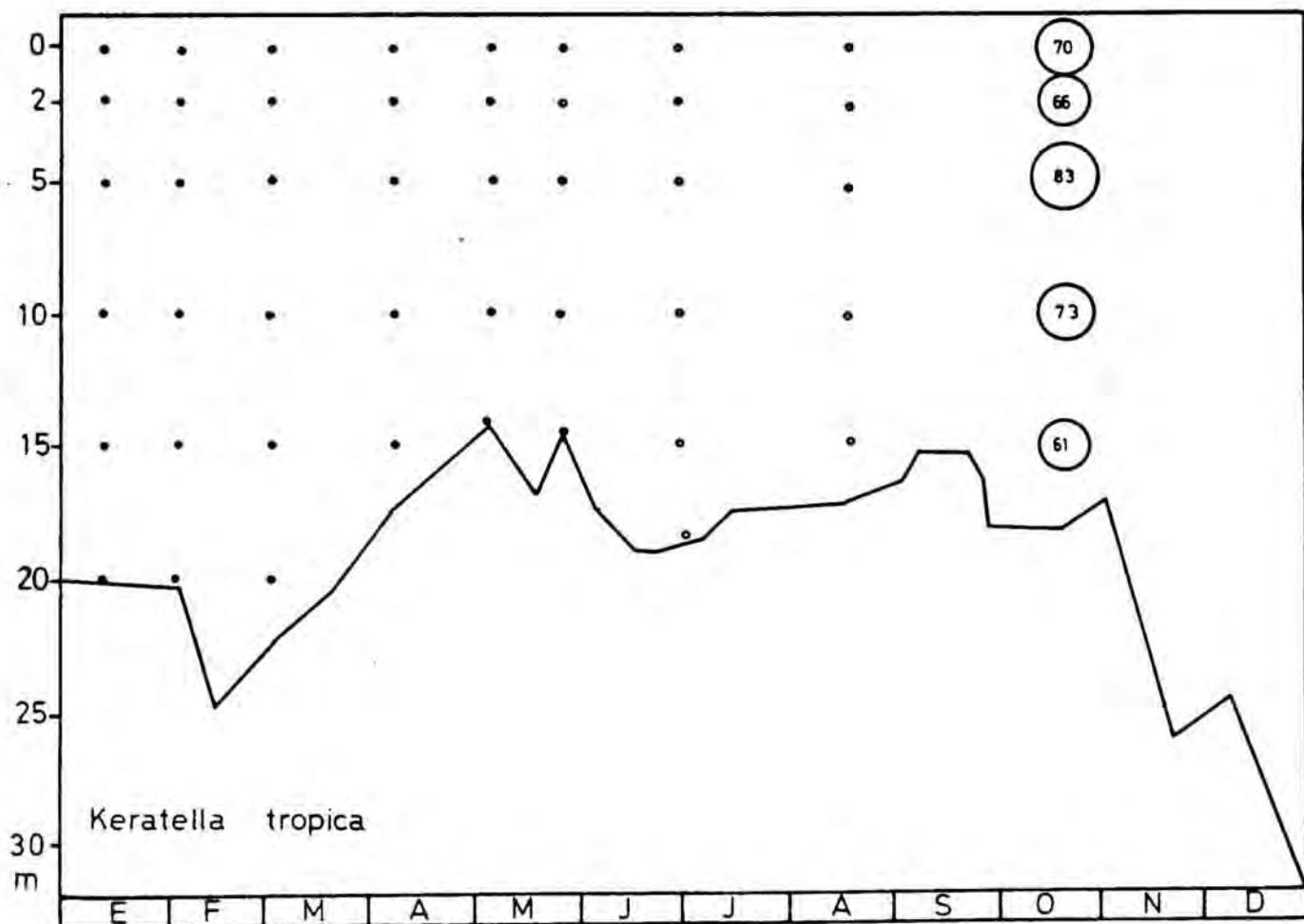
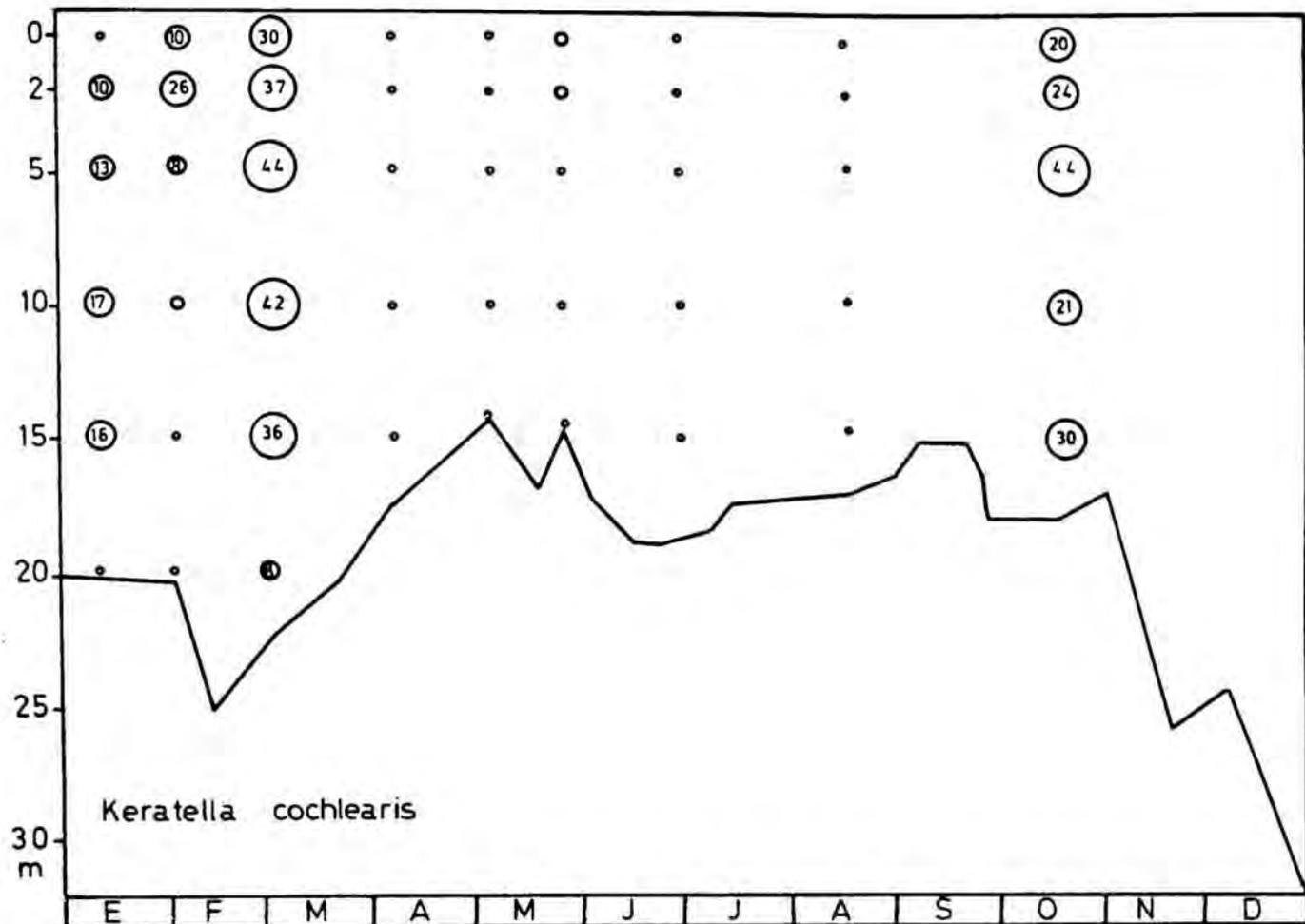
Keratella tropica. Aparece al final del verano, con muy pocos individuos y alcanza su máximo en otoño, con una población relativamente elevada (entre el 15 y el 55 % de la población total de rotíferos, según la profundidad). No tiene estratificación marcada, encontrándose con efectivos similares en todas las profundidades (fig. 8). Se observan menos del 5 % de hembras con huevos.

Polyarthra remata. Especie también presente durante todo el año y que generalmente tiene siempre buena importancia relativa. Presenta varias generaciones, separadas aproximadamente por mes y medio. El máximo ocurre en otoño, en que domina sobre las demás especies de rotíferos, sobre todo en el epilimnion (fig. 9). MIRACLE (1976) la observa en el lago de Banyoles sólo cuando la temperatura es superior a 17 °C, pero Guiset la detecta en los embalses durante todas las épocas del año (en MARGALEF et al., 1976).

Los máximos se dan casi siempre entre 0 y 2 m de profundidad. Cuando codomina con Pompholyx sulcata o Filinia opoliensis tiende a haber una pequeña estratificación de las especies, dominando P. remata en superficie y cediendo en las capas más profundas. Aunque durante todo el año se encuentran huevos, éstos no sobrepasan el 5 %, salvo al principio del año, en febrero, momento en que hay un 40 % de individuos con huevos.

Polyarthra vulgaris. Se detectó en el plancton de invierno, primavera y otoño. Es poco abundante y su máximo lo tuvo en febrero, en los 2 primeros metros de profundidad (fig. 10). En esta época hay un 70 % de individuos con huevos; después esta proporción baja.

Trichocerca sp. Presente sólo durante el verano, con un máximo en julio. No tiene nunca una importancia relativa muy grande (representa como máximo el 30 % de la población en el momento de máxima abundancia). Tiene tendencia a vivir en las capas superficiales del agua (fig. 11). Hay un 85 % de individuos con huevos en





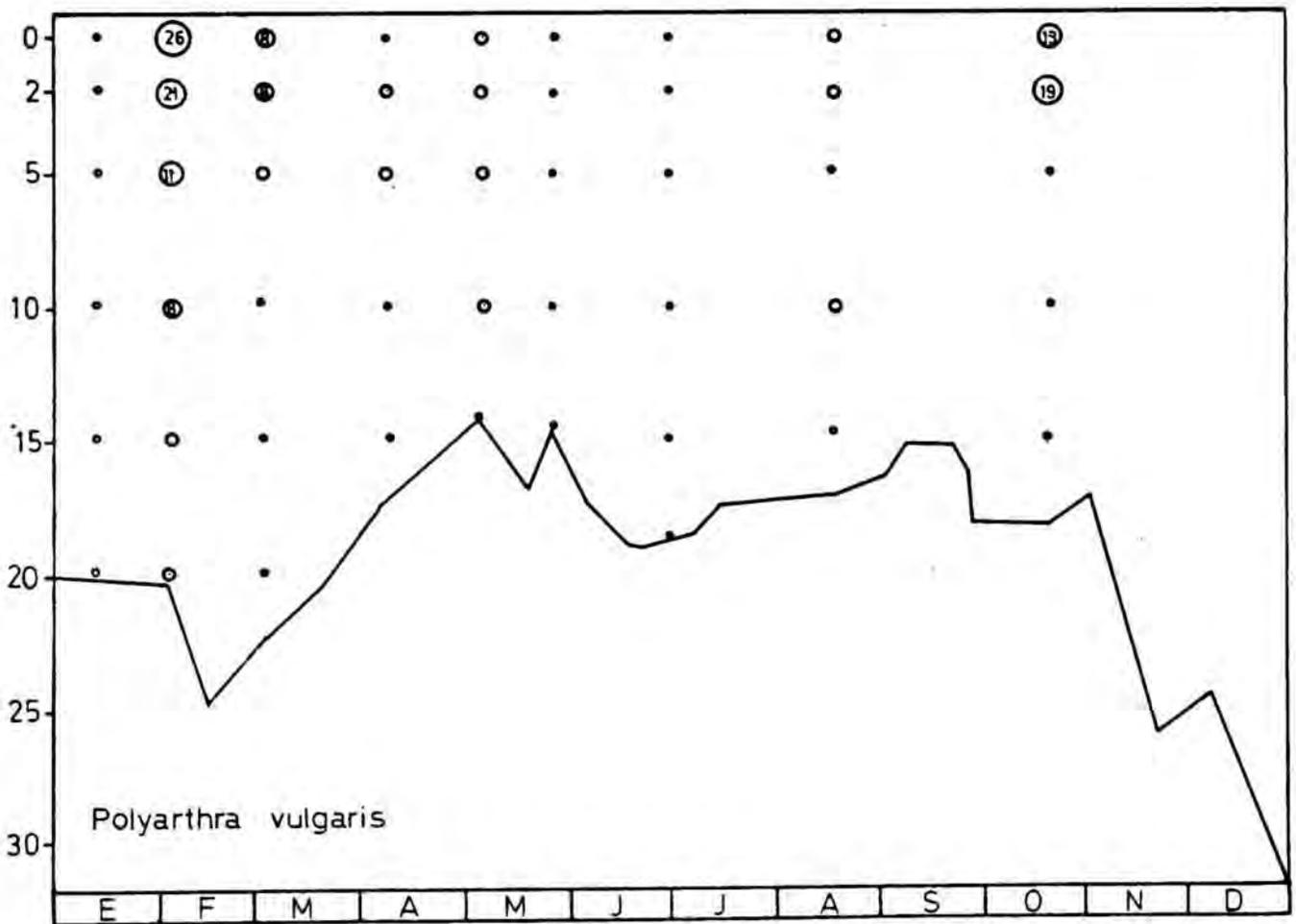
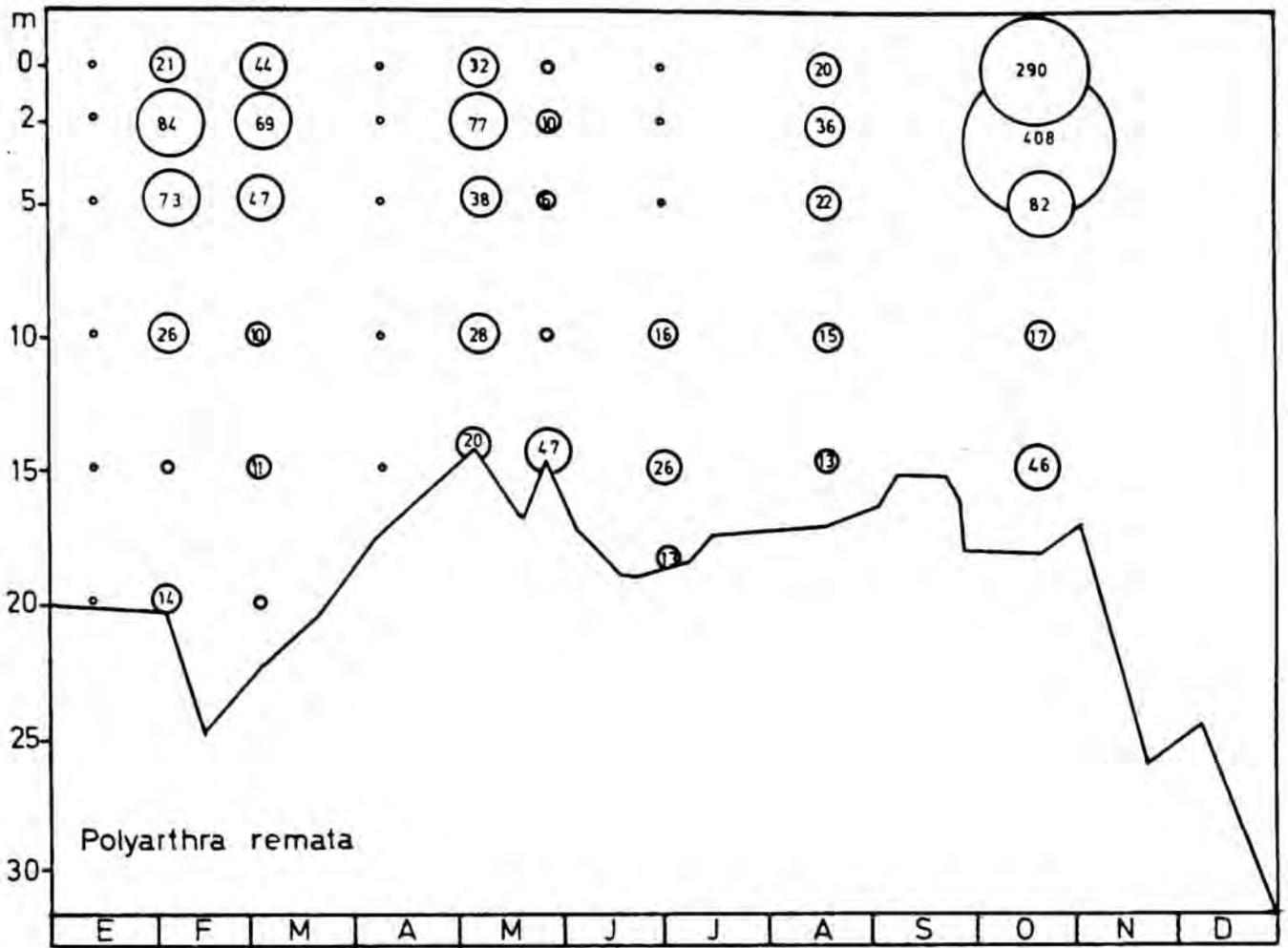


Fig. 9 - Distribución de Polyarthra remata. Véase la fig. 1.

Fig. 9 - Distribution of Polyarthra remata. Refer to fig. 1.

Fig. 10 - Distribución de Polyarthra vulgaris. Véase la fig. 1.

Fig. 10 - Distribution of Polyarthra vulgaris. Refer to fig. 1.

o asociación positiva el índice que sobrepasa  $N/1,5$  (MARGALEF, 1974) y asociación negativa o repulsión cuando el índice es inferior a  $N/1,5$ , siendo N el número de inventarios.

Según este índice, hay afinidad entre Ascomorpha saltans, Filinia opoliensis, Keratella tropica y Trichocerca sp., y tiene repulsión Polyarthra vulgaris con Trichocerca sp. y A. saltans.

Estas asociaciones parecen relacio-

nadas con la preferencia de estas especies por aguas estratificadas o mezcladas, ya que comparando la relación: presencia en agua estratificada/presencia en agua mezclada de cada una de las especies con la relación: muestras de agua estratificada/muestras de agua mezclada, se observa que Filinia opoliensis, Ascomorpha saltans, Keratella tropica y Trichocerca sp. manifiestan clara preferencia por el agua estratificada, mientras que Polyarthra vulgaris prefiere agua mezclada. Las demás especies son indiferentes en este sentido, presentándose en cualquier época del año, aunque, de todas formas, Keratella cochlearis tiene una cierta tendencia a las aguas mezcladas.

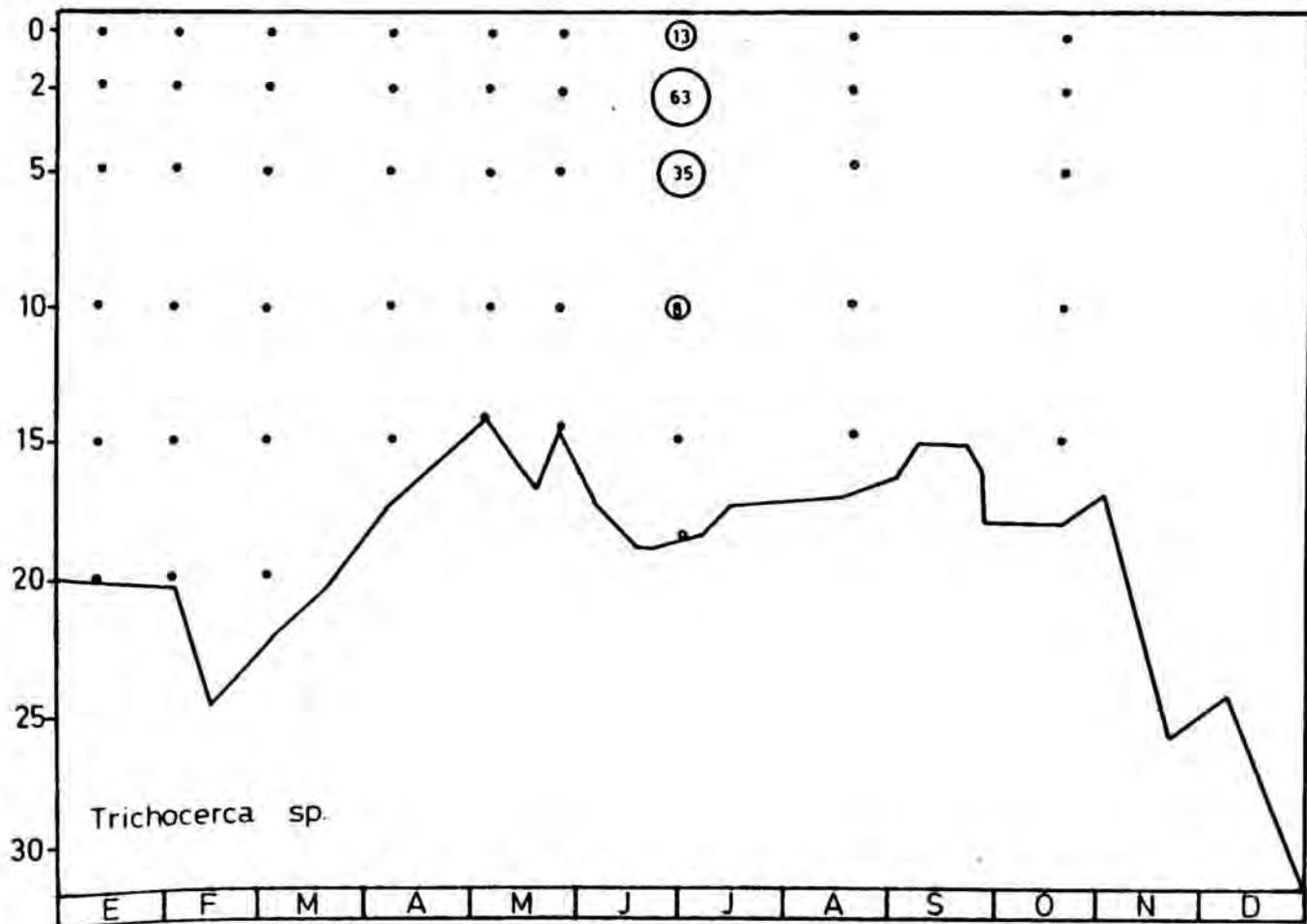
CRUSTACEOS

CLADÓCEROS

Fig. 11 - Distribución de Trichocerca pusilla. Véase la fig. 1.

Fig. 11 - Distribution of Trichocerca pusilla. Refer to fig. 1.

Bosmina longirostris. Presente casi todo el año, pero con individuos aislados,



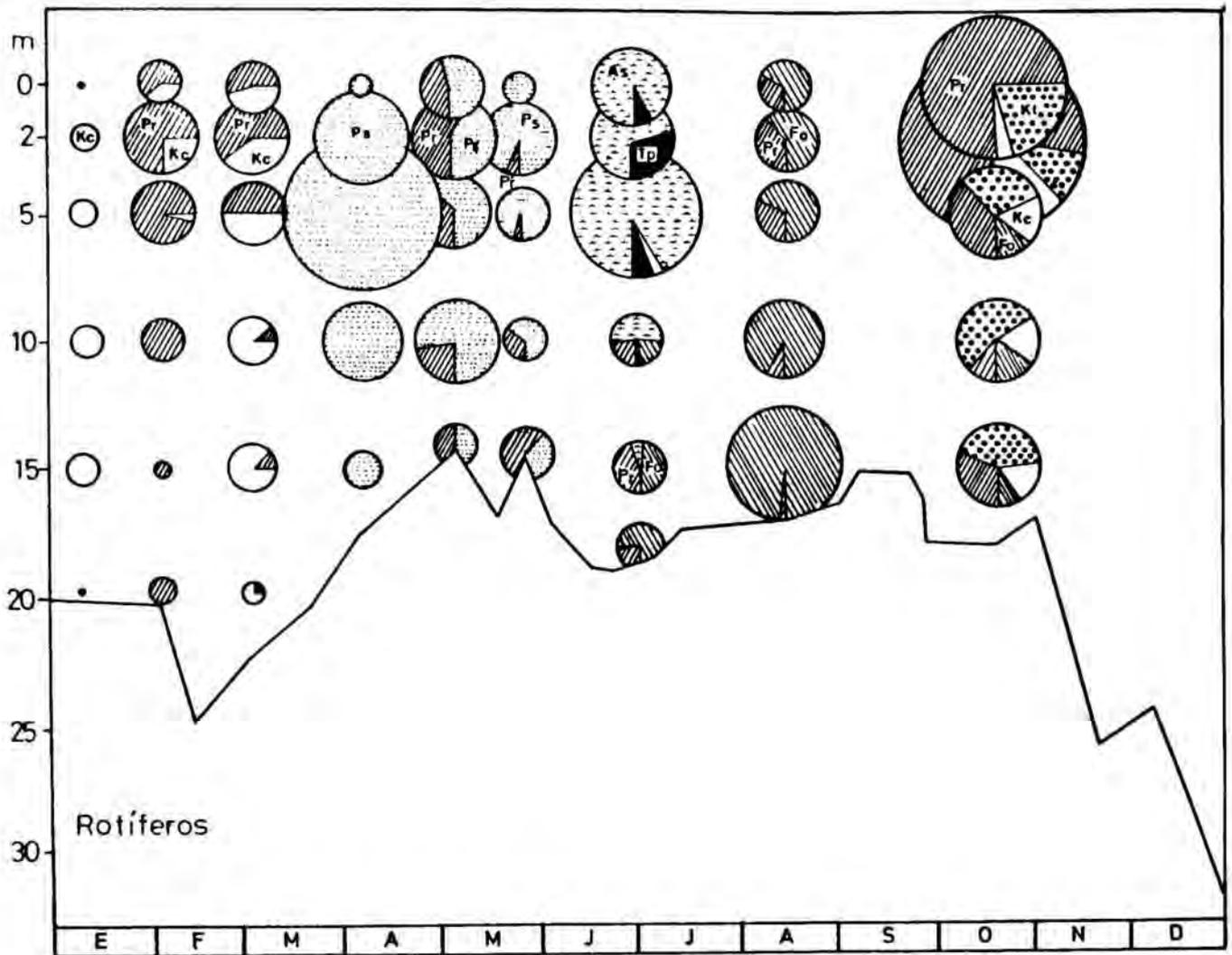


Fig. 12. Sucesión de las especies de rotíferos en el tiempo y la profundidad. La superficie correspondiente a cada especie es proporcional a su abundancia relativa (% de la población total). Sólo se han considerado las especies que alcanzan por lo menos el 10 %. Véase la tabla I para la identificación de las abreviaturas.

Fig. 12. Succession of Rotatoria species according to time and depth. The surface of each circle is proportional to its relative abundance (in % of total population). Only those species with percentages above 10 % have been considered. Refer to table I for abbreviations.

salvo en otoño, época en que tiene un ligero desarrollo que no llega al 25 % de la población de crustáceos (fig. 13).

Ceriodaphnia pulchella. Es el cladóceros más importante en este embalse y domina en el zooplancton durante la primavera, época en la que presenta una alta biomasa. Está bien representado en todas las profundidades (fig. 14). De todas formas, no soporta aguas muy frías y no es abundante en invierno (Armengol en MARGALEF et al., 1976).

Daphnia hyalina. Presente en la mayoría de las muestras pero muy escasa, no en-

contrándose más de 5 individuos por litro en ningún momento.

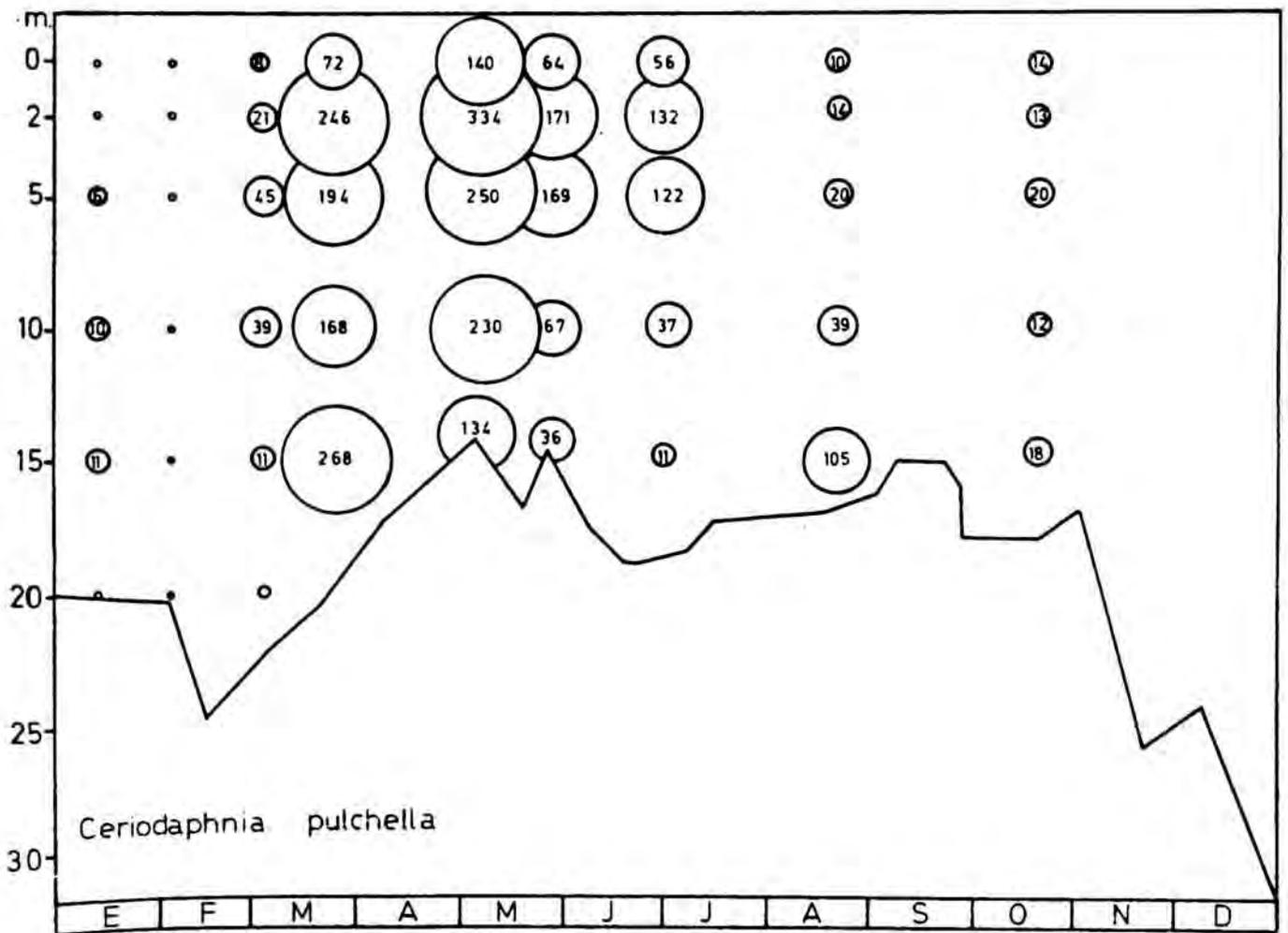
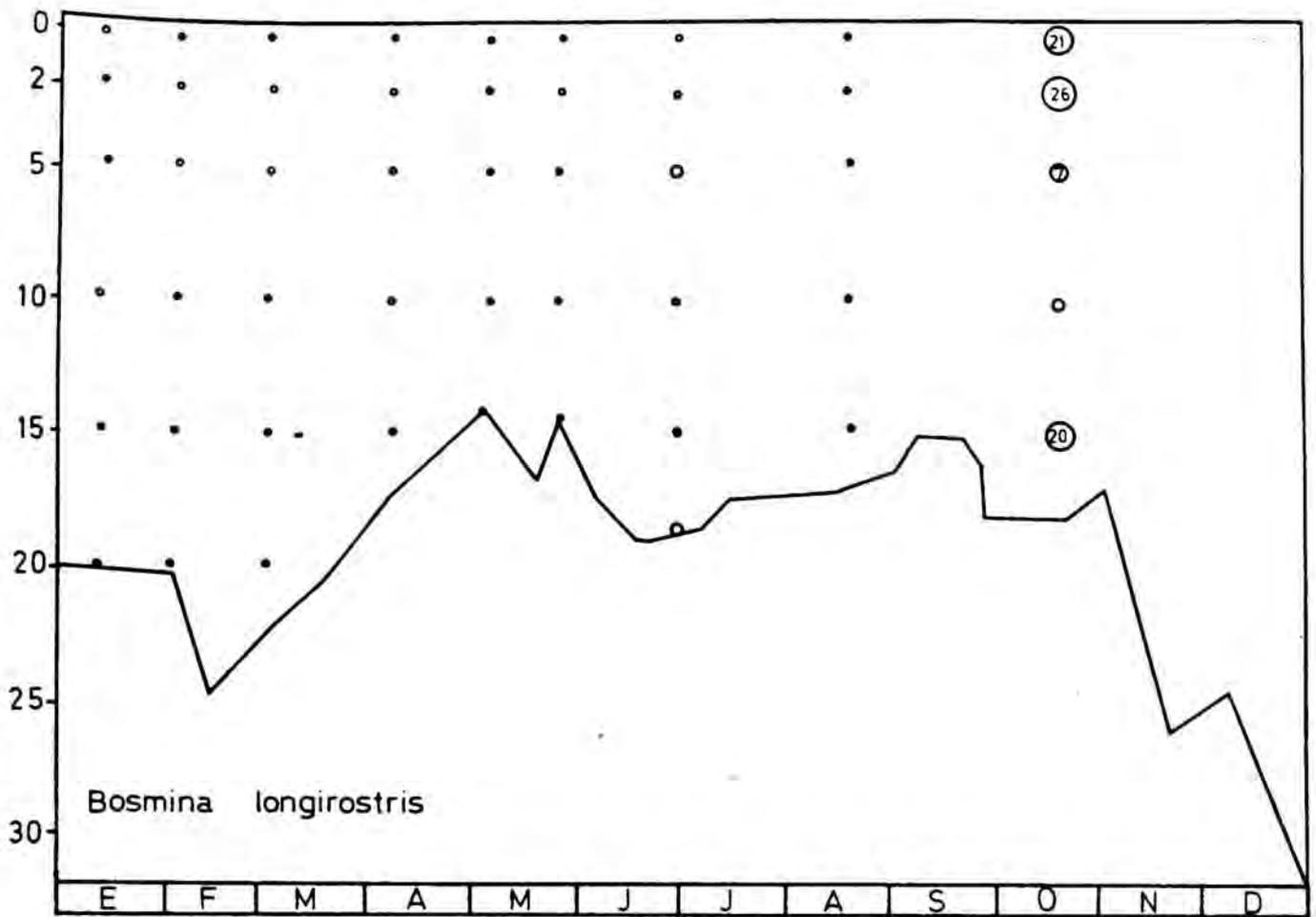
Diaphanosoma brachyurum. Prefiere temperaturas altas, por lo que sólo se la encuentra a partir de junio, con un máximo

Fig. 13 - Distribución de Bosmina longirostris. Véase la fig. 1.

Fig. 13 - Distribution of Bosmina longirostris. Refer to fig. 1.

Fig. 14 - Distribución de Ceriodaphnia pulchella. Véase la fig. 1.

Fig. 14 - Distribution of Ceriodaphnia pulchella. Refer to fig. 1.



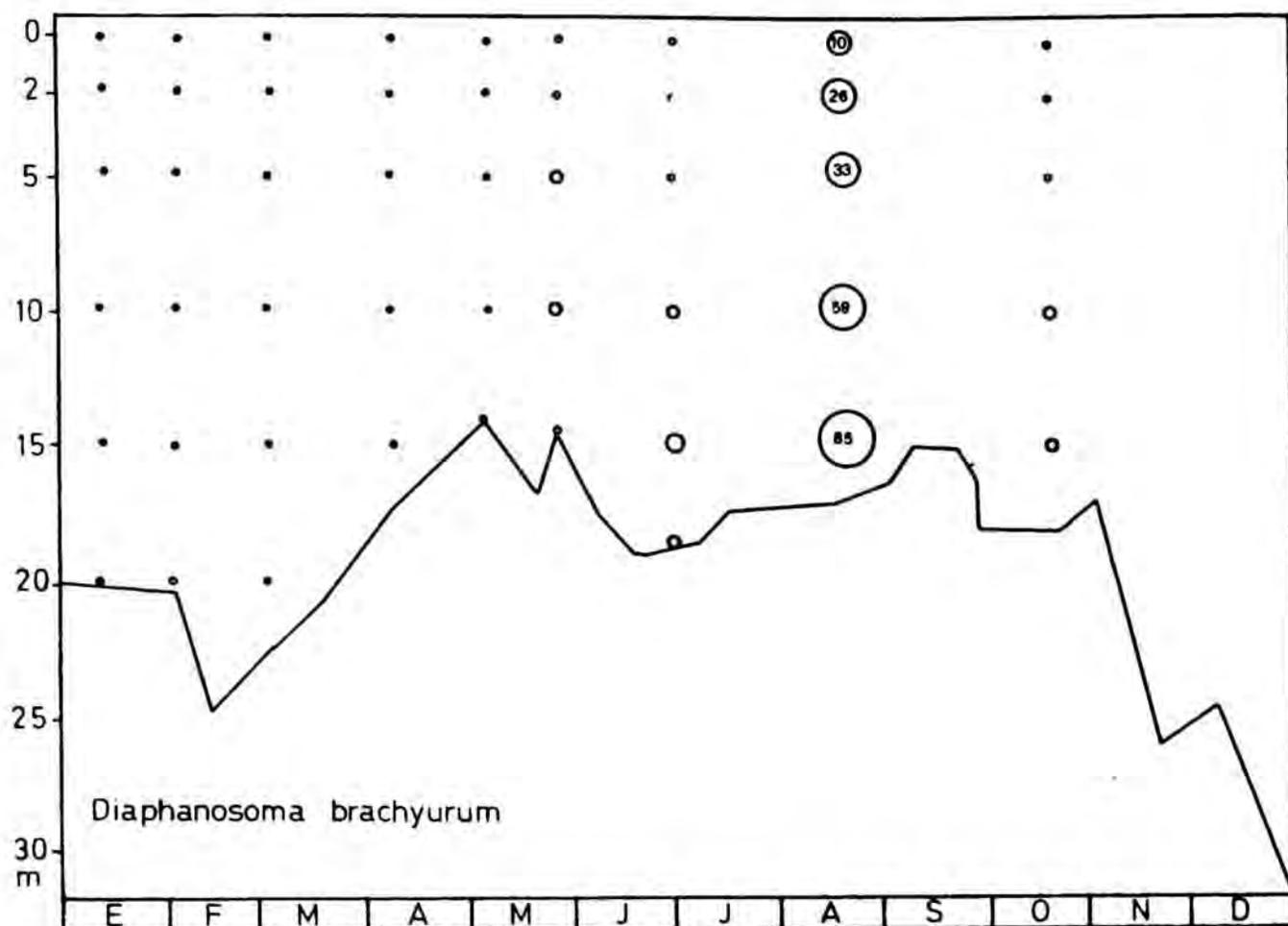


Fig. 15. Distribución de *Diaphanosoma brachyurum*. Véase la fig. 1.

Fig. 15. Distribution of *Diaphanosoma brachyurum*. Refer to fig. 1.

no muy elevado en agosto. A la hora en que se verificaron los muestreos se encuentra más abundante en las capas profundas (fig. 15). Según el índice AB/Z, manifiesta repulsión con *D. hyalina*.

## COPEPODOS

*Copidodiaptomus steueri*. Junto con *C. pulchella* es el crustáceo más abundante en La Minilla, aunque su dominancia es más tardía y ocurre en octubre. Hay una proporción semejante de nauplios y copepoditos + adultos (fig. 16). Se observaron hembras con huevos durante casi todo el período de estudio, salvo en invierno.

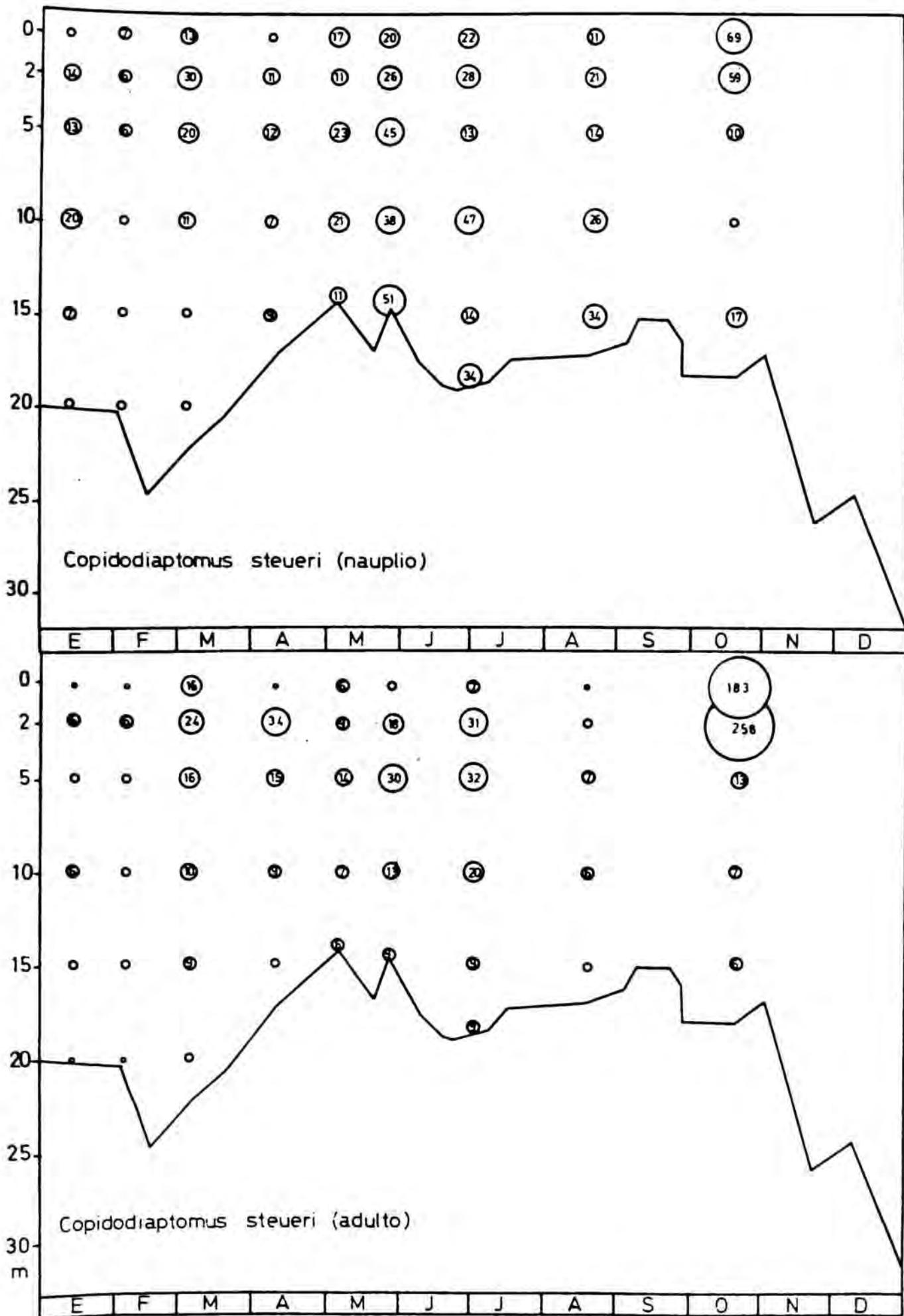
*Acanthocyclops vernalis*. Especie también presente durante todo el año, pero con muy pocos representantes. Los adultos son escasos (fig. 17): el máximo observado ha sido de 7 individuos por litro. Esta especie está generalmente asociada con *C. steueri* y *Daphnia hyalina* en el conjunto de los embalses españoles (MARGALEF et al., 1976).

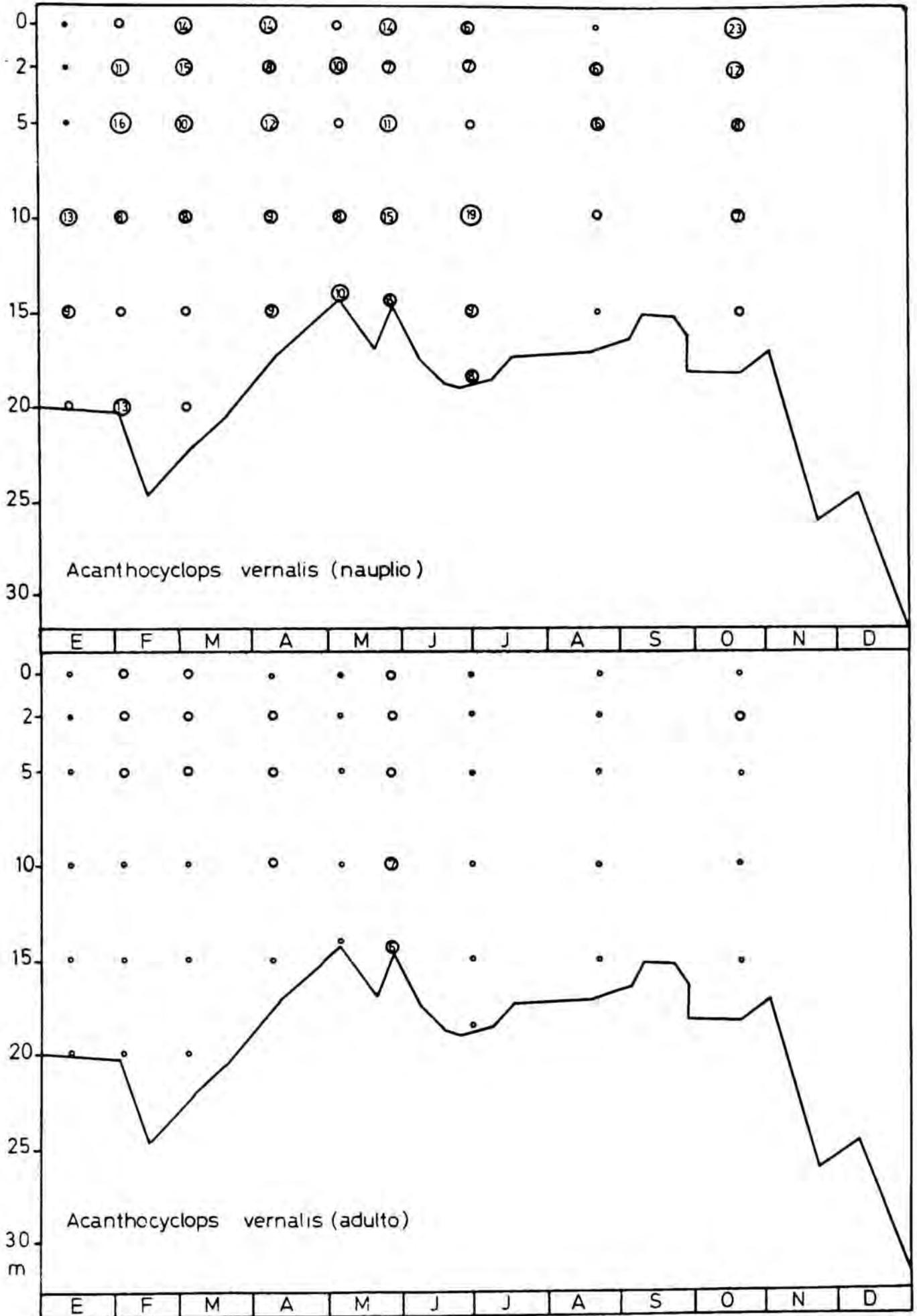
*Tropocyclops prasinus*. También presente en todos los muestreos con una alta proporción de nauplios. Prefiere aguas relativamente frescas y tiene su máximo de adultos en febrero y octubre, pero parece que produce varias generaciones (fig. 18).

Fig. 16. Distribución de *Copidodiaptomus steueri*. Véase la fig. 1. a, nauplio; b, adulto.

Fig. 16. Distribution of *Copidodiaptomus steueri*. Refer to fig. 1. a, nauplius; b, adult.







## SUCESIÓN DE LAS ESPECIES DE CRUSTACEOS

En la figura 19 se expresa la evolución de los crustáceos; el criterio empleado ha sido el mismo que en el caso de los rotíferos. Prácticamente durante todo el ciclo dominan Ceriodaphnia pulchella y Copidodiaptomus steueri, aunque en algunos muestreos los nauplios de Tropocyclops prasinus y, en menor medida, los adultos de esta especie o los nauplios de Acanthocyclops vernalis, han tenido cierta importancia relativa.

La importancia de C. steueri va aumentando a medida que avanza el año al ser una especie de larga vida.

Hay un descenso en la población total de crustáceos durante el verano, principalmente en agosto. Es posible que esté relacionado con las adversas circunstancias impuestas al agua por la sequía. Hay una correlación positiva en el límite de la significación entre la población de crustáceos y la densidad del fitoplancton ( $r = 0,57$ ).

## RELACIONES DEL ZOOPLANCTON CON LOS FACTORES DEL MEDIO

En este apartado se consideran sólo los rotíferos y crustáceos, no teniendo en cuenta los ciliados. Para todos los cálculos se han transformado los datos, utilizando  $X = \log(x + 1)$  para los organismos del zooplancton, e  $Y = \log(y + 0,001)$  para los factores del medio.

Como ya se ha mencionado anteriormente, Ascomorpha saltans, Filinia opoliensis, Ceriodaphnia pulchella, Diaphanosoma brachyurum y Copidodiaptomus steueri tienen correlación positiva con la temperatura, al mismo tiempo que, en general, la tienen negativa con el oxígeno, aunque en este caso sólo es significativa en F. opoliensis y D. brachyurum.

En algunos casos también presentan correlación negativa con el nitrato, pero probablemente esto es secundario; simplemente, en los momentos de mayor temperatura el nitrato tiende a escasear (tabla III).

Por el contrario, Keratella cochlearis presenta correlación negativa con la temperatura, significativa para  $p \leq 0,01$ , al mismo tiempo que la tiene positiva para los nutrientes (N y P) y negativa, pero no significativa, para el oxígeno. Polyarthra vulgaris, que se había considerado especie de invierno, tiene correlación negativa con la temperatura, pero no es significativa.

En cuanto a la relación con el fitoplancton (concentración de pigmentos fotosintéticos), Pompholyx sulcata, Ceriodaphnia pulchella y Copidodiaptomus steueri tienen correlación positiva y significativa, probablemente en relación con sus hábitos alimentarios. Asplanchna priodonta también tiene correlación positiva, en el límite de la significación, pero en este caso es una correlación secundaria; es más abundante durante los máximos del fitoplancton, pero porque éste concentra a los filtradores que sirven de alimento a A. priodonta (tiene correlación positiva con Polyarthra remata).

Keratella cochlearis tiene correlación negativa con la clorofila, quizás porque sus máximos se dan en épocas en las que la actividad del fitoplancton es mínima.

Sometidos los datos al análisis de correspondencias, se observa una situación similar a lo ya mencionado (fig. 20). Polyarthra vulgaris y Keratella cochlearis están asociadas a las muestras de invierno, Daphnia hyalina y Pompholyx sulcata se asocian a primavera, así como, en cierta medida, Ceriodaphnia pulchella. Al principio del verano se asocian Trichocerca sp. y Ascomorpha saltans y Dia-

Fig. 17. Distribución de Acanthocyclops vernalis. Véase la fig. 1. a, nauplio; b, adulto.

Fig. 17. Distribution of Acanthocyclops vernalis. Refer to fig. 1. a, nauplius; b, adult.

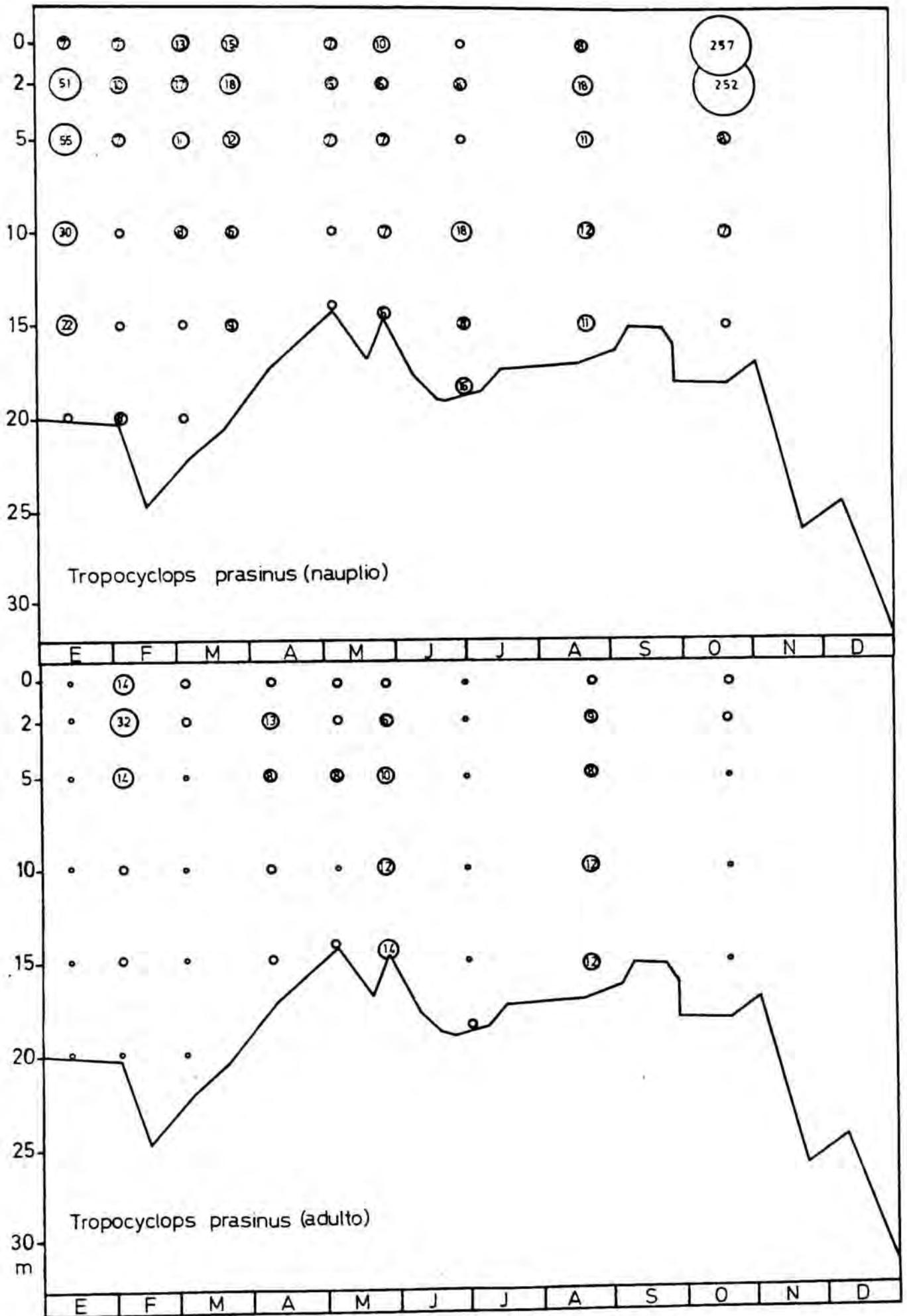


Fig. 18. Distribución de *Tropocyclops prasinus*. Véase la fig. 1. a, nauplio; b, adulto.

Fig. 18. Distribution of *Tropocyclops prasinus*. Refer to fig. 1. a, nauplius; b, adult.

*phanosoma brachyurum* y, ya más avanzado el verano, en el tránsito al otoño, se encuentran *Bosmina longirostris*, *Filinia opoliensis* y *Keratella tropica*. Hay un grupo de especies: *Tropocyclops prasinus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Copidodiaptomus steueri*, *Asplanchna priodonta* y *Polyarthra remata*, que son en cierto modo indiferentes, aunque tienen también tendencia a aguas relativamente frescas.

DIVERSIDAD

En la figura 21 se ha representado la evolución del índice de diversidad del zooplancton. Oscila entre 1,16 bits  $\text{indiv.}^{-1}$  a 15 m el 5 de abril y 3,16 a 15 m el 28 de junio. Hay un aumento de diversidad en las primeras fases de la primavera, pero posteriormente desciende al hacerse dominantes *Pompholyx sulcata*

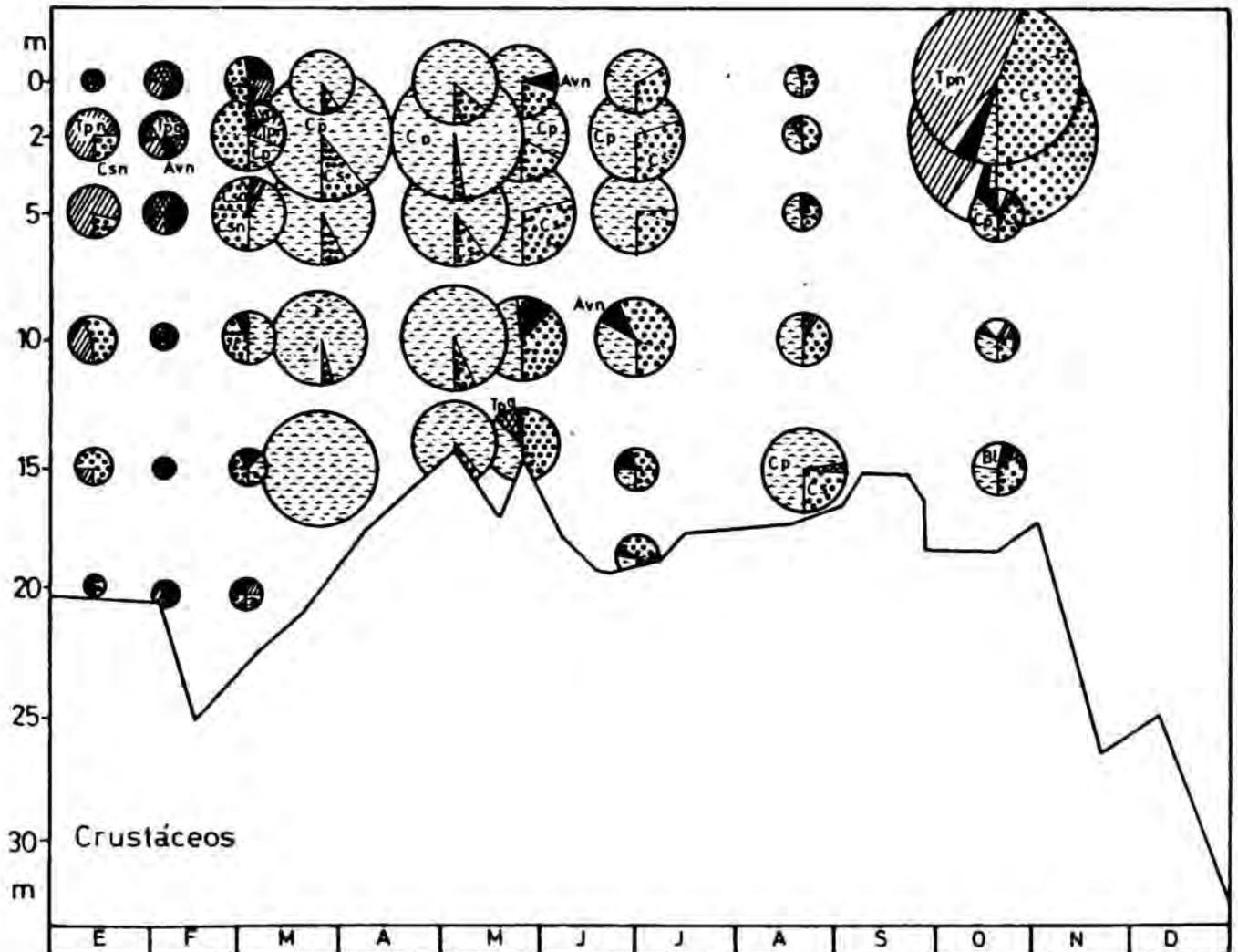


Fig. 19. Sucesión de las especies de crustáceos en el tiempo y la profundidad. La superficie correspondiente a cada especie es proporcional a su abundancia relativa (% de la población total). Sólo se han considerado las especies que alcanzan por lo menos el 10 %. Véase la tabla I para la identificación de las abreviaturas.

Fig. 19. Succession of Crustacea species through time and depth. The surface of each circle is proportional to its relative abundance (in % of total population). Only those species with percentages above 10 % have been considered. Refer to table I for the abbreviations.

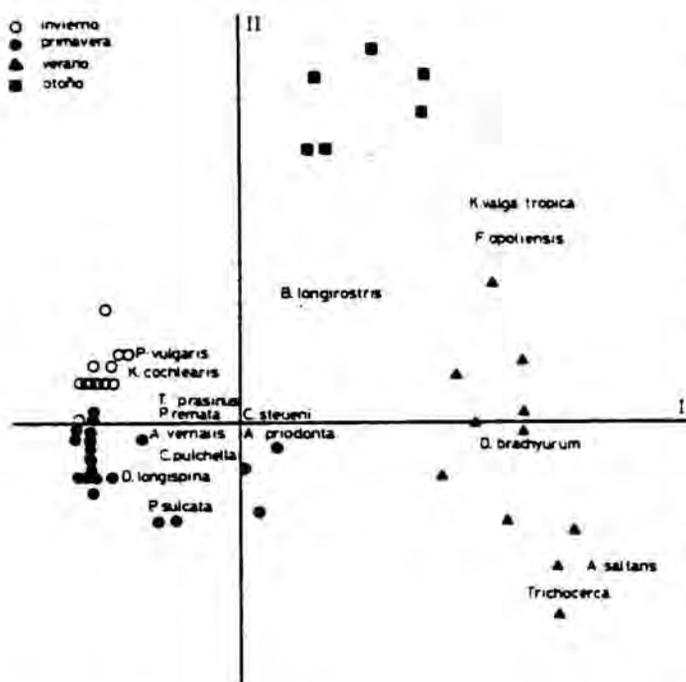


Fig. 20. Distribución en el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias, de las muestras estudiadas y de las especies del zooplancton identificadas en ellas.

Fig. 20. Distribution of samples and zooplankton species on the plane of the first two axis of correspondence analysis.

y *Ceriodaphnia pulchella*. A partir de mayo aumenta progresivamente, siendo siempre algo superior en el hipolimnion que en el epilimnion. Esta menor diversidad

en la superficie puede ser debida a la inestabilidad de esta capa de agua y a la hora en que se hicieron los muestreos.

Se ha calculado la diversidad de la suma de todas las profundidades muestreadas. Para ello se han integrado los organismos que hay en una columna de agua de 1 m de sección desde el fondo a la superficie. Comparando estas diversidades con las correspondientes a cada nivel y con la diversidad media (tabla IV) se observa que sólo es superior en 2 ocasiones a cada una de ellas (10 de mayo y 18 de octubre), y es mayor que las diversidades del epilimnion en junio. Esto parece indicar que no hay una perfecta estratificación (MARGALEF, 1957; MIRACLE, 1976), quizás debido a las señaladas con secuencias de la sequía: poco volumen y temperatura relativamente similar en todo el perfil durante la época estival (TOJA, 1980).

## CONCLUSIONES

Las especies del zooplancton identificadas durante 1976 en La Minilla son las mismas encontradas por Armengol y Guiset (en MARGALEF *et al.*, 1976) en muestreos anteriores.

TABLA III - Correlación de las especies de rotíferos y crustáceos con algunos factores del medio.  
TABLE III - Correlation between Rotatoria and Crustacea and some environmental factors.

	T <sup>a</sup>	pH	O <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	Clorofila
Ascomorpha saltans	0,56	0,33	-0,34	-0,65	-0,57	-0,11
Asplanchna priodonta	-0,01	0,34	0,24	-0,01	-0,31	0,39
Filinia opoliensis	0,45	-0,23	-0,72	-0,56	0,37	0,06
Keratella cochlearis	-0,52	-0,31	0,25	0,50	0,54	-0,40
Keratella tropica	0,13	-0,35	-0,00	0,28	0,52	0,10
Pompholyx sulcata	0,21	0,16	0,14	0,25	0,23	0,52
Polyarthra remata	0,10	-0,02	-0,10	0,01	0,42	0,17
Polyarthra vulgaris	-0,29	0,02	0,30	0,18	0,12	0,08
Trichocerca sp.	0,33	0,26	-0,05	-0,32	-0,70	0,15
Bosmina longirostris	0,16	-0,25	-0,16	0,05	0,40	0,18
Ceriodaphnia pulchella	0,60	0,33	-0,15	-0,12	-0,24	0,63
Daphnia hyalina	0,11	0,36	0,11	0,08	0,18	0,23
Diaphanosoma brachyurum	0,59	0,32	-0,46	-0,78	0,11	0,11
Copidodiptomus steueri	0,49	0,09	-0,19	-0,25	-0,06	0,52
Acanthocyclops vernalis	0,13	-0,03	0,08	0,30	-0,20	0,23
Tropocyclops prasinus	0,09	-0,20	-0,12	-0,15	0,20	0,16

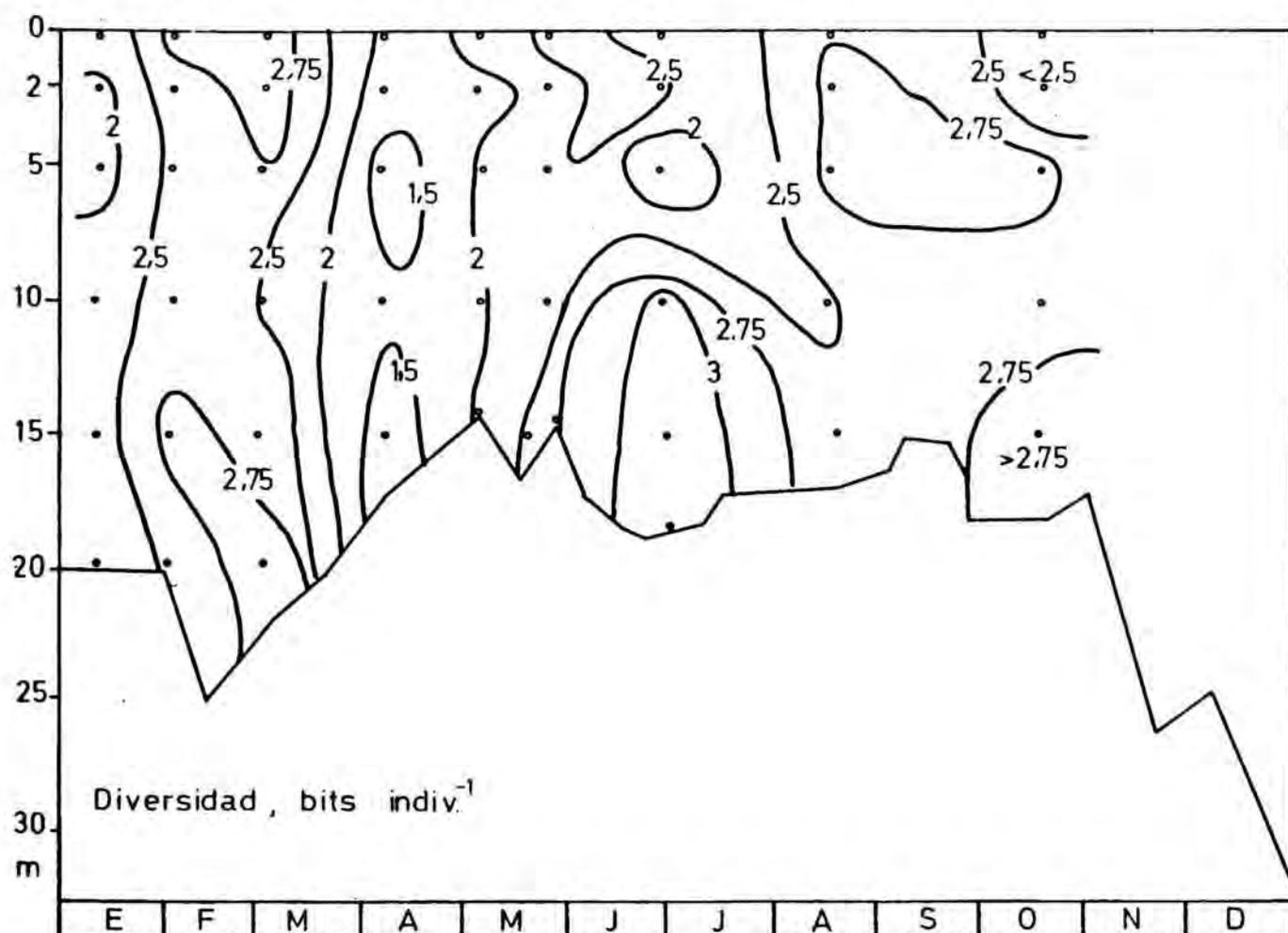


Fig. 21 - Distribución en el espacio y el tiempo del índice de diversidad.

Fig. 21 - Distribution of the diversity index according to time and depth.

Entre los rotíferos, Filinia opoliensis, Ascomorpha saltans, Trichocerca sp. y Keratella tropica, muestran una clara preferencia por las aguas calientes del verano, mientras que Polyarthra vulgaris y Keratella cochlearis prefie-

TABLA IV - Índices de diversidad (bits/indiv.) correspondientes a cada muestra, su media y las integraciones por columna de agua.

TABLE IV - Diversity values (bits/indiv.) for each sample, for the mean of depths and for integrations per water column.

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	agosto	octubre
	7	3	1	5	10	2	28	18
Profundidad								
0	2,39	2,78	2,91	1,98	2,13	2,43	2,30	2,46
2	1,64	2,68	2,80	1,76	1,90	2,12	2,56	2,41
5	1,78	2,51	2,71	1,36	2,10	2,23	1,84	2,77
10	2,40	2,61	2,49	1,65	1,98	2,43	3,33	2,49
15	2,40	2,85	2,59	1,16	2,04	2,52	3,16	2,53
20	2,19	2,54	2,82	-	-	-	2,96	-
Media	2,13	2,66	2,72	1,58	2,03	2,34	2,68	2,72
Columna de agua	2,33	2,69	2,72	1,64	2,07	2,40	2,79	2,85

ren aguas más frías, aunque esta última especie se halle presente durante todo el año.

Entre los crustáceos, Diaphanosoma brachyurum y Bosmina longirostris son especies típicas del verano, y Ceriodaphnia pulchella y Daphnia hyalina prefieren temperaturas más bajas. Los copépodos no manifiestan predilección por una u otra temperatura.

Aunque existe una variabilidad en cada especie en su distribución espacial, el conjunto del zooplankton no tiene una heterogeneidad muy elevada en la época de estratificación, debido a que, durante el período de muestreo, el volumen emalsado era muy pequeño y no existieron grandes diferencias de temperatura entre el epilimnion y el hipolimnion.

## SUMMARY

### LIMNOLOGY OF LA MINILLA RESERVOIR IN 1976.

#### II. ZOOPLANKTON DISTRIBUTION

The distribution of zooplankton species in La Minilla reservoir during 1976 has been studied, as well as the relation between zooplankton population and environmental factors and phytoplankton density.

A total of 2 species of Ciliata, 10 of Rotatoria and 7 of Crustacea have been identified.

Within the Rotatoria population, Filinia opoliensis, Ascomorpha saltans, Trichocerca sp. and Keratella tropica have a definite preference for warm summer waters. However, Polyarthra vulgaris and Keratella cochlearis show preference for cooler temperatures, although the second species is present all year round.

Within the Crustacea population, Diaphanosoma brachyurum and Bosmina longirostris are ty-

pical summer species, whilst Ceriodaphnia pulchella and Daphnia hyalina are associated to cooler waters. The Copepoda species do not exhibit temperature dependence.

Pompholyx sulcata, Ceriodaphnia pulchella and Copidodiaptomus steueri show a positive and significant correlation with the chlorophyll a concentration.

There is a variability in the distribution in depth of each species, but the total zooplankton population does not show a high spatial heterogeneity during stratification periods, due to small reservoir volume and the limited differences of temperature between the epilimnion and the hypolimnion during 1976.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARMENGOL, J. - 1978. Los crustáceos del plancton de los embalses españoles. Oecologia aquatica, 3:3-96.
- MARGALEF, R. - 1953. Los crustáceos de las aguas continentales ibéricas. Inst. Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
- MARGALEF, R. - 1957. La teoría de la información en ecología. Mem. Real Academia Ciencias y Artes Barcelona, 32:373-449.
- MARGALEF, R. - 1974. Ecología. Omega. Barcelona.
- MARGALEF, R., PLANAS, D., ARMENGOL, J., VIDAL, A., PRAT, N., GUISET, A., TOJA, J. & ESTRADA, M. - 1976. Limnología de los embalses españoles. Vols I y II. Depto. Ecología Univ. Barcelona. M<sup>o</sup> Obras Públicas. Madrid.
- MIRACLE, R. - 1976. Distribución en el espacio y el tiempo de las especies de zooplankton del lago de Banyoles. Monografías del ICONA, 5:1-270.
- MIRACLE, R. - 1974. Niche structure in freshwater zooplankton. A principal components approach. Ecology, 55 (6):1306-1316.
- RÜTTNER - KOLISKO, A. - 1974. Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. Die Binnengewässer, 26(1).
- TOJA, J. - 1976. Limnología comparada de dos embalses con distinto grado de eutrofia (Aracena y La Minilla). Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- TOJA, J. - 1979. Limnología del embalse de La Minilla durante 1976. I. Ciclo del fitoplancton en relación con los factores del medio. Oecologia aquatica, 4:71-88.