

# COMUNIDADES ZOOPLANCTONICAS DE LA ALBUFERA DE VALENCIA

R. Oltra y M.R. Miracle

Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Valencia

Palabras Clave: Hypertrophic coastal lagoon, Zooplanktonic communities, Albufera of Valencia (Spain).

## ABSTRACT

### ZOOPLANKTONIC COMMUNITIES OF ALBUFERA OF VALENCIA (SPAIN), A COASTAL LAGOON

The zooplankton of the Albufera, a large but shallow hypertrophic coastal lagoon, is constituted basically by the copepod *Acanthocyclops vernalis* and several rotifer species mainly belonging to the *Brachionus* genus. Quantitative analysis of samples taken in different months and nine localities, which are representative of the distinct zones of the lagoon, show that: (1) the zooplanktonic biomass of this lagoon is very high, being in average around 2 mg/l, corresponding roughly to 2 individuals/ml, and (2) the ratio between zooplankton and fitoplankton biomass is very low, around 1 per one hundred; if the numbers of individuals are considered the ratio zooplankton/phytoplankton oscillates around 2 per one million. Both results are characteristic features of hypertrophic lagoons.

The results of the statistical study of zooplankton counts point out the existence of the main associations or groups of species corresponding to a seasonal succession: (1) a group constituted by the permanent species *A. vernalis* and *Brachionus angularis*, which are moreover associated with species showing a summer occurrence and a correlation with the salinity of the waters, such as *B. plicatilis*; (2) a second group, occurring at the end of the summer, composed by *B. calyciflorus*, *Anuraeopsis fissa*, *Asplanchna girodi* and *Polyarthra dolichoptera*. The importance of these groups is very different depending on the distinct localities. Those corresponding to the Northern margin of the lagoon show a predominance of rotifers over the copepods and a much more marked succession in time than the rest. Furthermore the northern localities are notably characterized by the association with *B. calyciflorus* at the end of the summer, which is almost inexistent in the rest of the lagoon.

## INTRODUCCION

En los últimos años la Albufera de Valencia ha sufrido un proceso de eutrofización de características alarmantes, que ha hecho cambiar la fauna y flora del sistema a un ritmo muy acelerado. Respecto al zooplancton, esto se evidencia al comparar las poblaciones actuales con las registradas en trabajos anteriores (Arévalo 1916, 1918; Pardo 1942; Blanco 1974).

El presente trabajo pretende describir las características actuales del zooplancton de la Albufera. En ésta, debido a su gran extensión y a la heterogeneidad de las aguas que le llegan por distintos

puntos, pueden observarse, dentro del sistema general, una serie de subambientes de condiciones distintas, puestas de manifiesto en la diferente composición específica de las comunidades fitoplanctónicas Miracle *et al* (1984).

Por ello, para poder dar una idea lo más completa del zooplancton de la Albufera y su posible diferenciación en las distintas zonas, se han estudiado sus poblaciones en los mismos puntos de muestreo que se eligieron como representativos de los diferentes subambientes en el citado trabajo de Miracle *et al*. (1984). En realidad, ambos trabajos fueron simultáneos, formando parte de un estudio más amplio sobre el estado de la Albufera. En el

presente artículo se ponen además de manifiesto algunas relaciones de plancton animal con otros parámetros físico-químicos y biológicos que describen la importante variación en el tiempo de las aguas de la Albufera, debida a su particular balance hídrico que presenta, en determinados momentos, tasas de renovación del agua muy altas

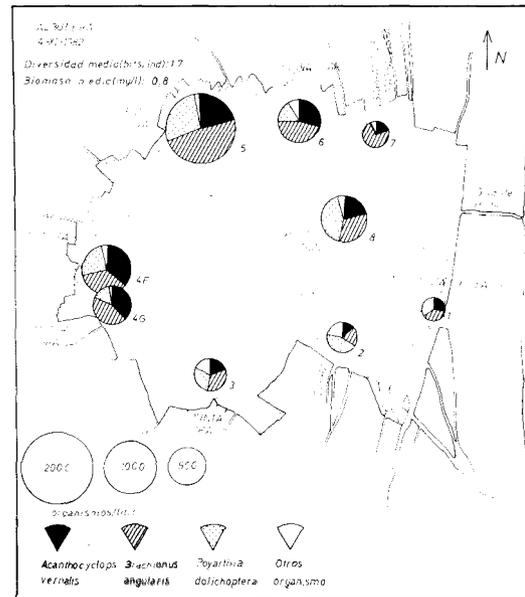
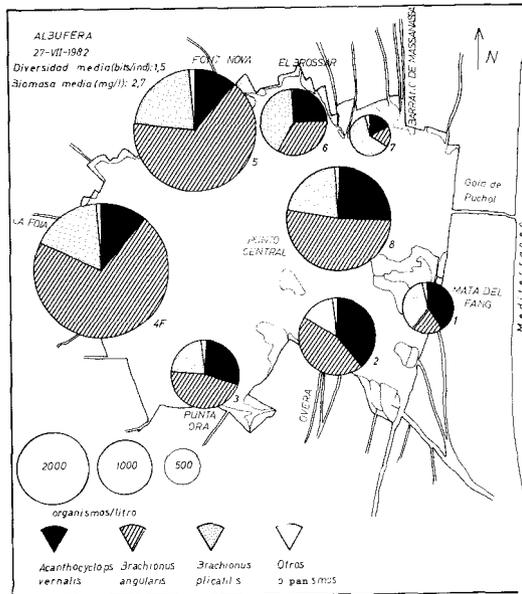
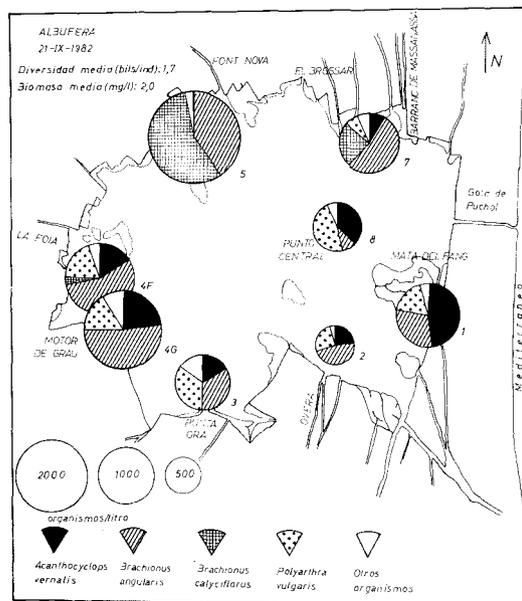


Figura 1 A, B y C. Distribución espacial de la densidad de población total del zooplancton (el número de organismos/l es proporcional al área del círculo) y contribución relativa de las especies mayoritarias en las fechas indicadas. Se señala también la diversidad y biomasa media del zooplancton de la laguna para cada día de muestreo. Spatial distribution of total population density of zooplankton (the number of organisms/l is proportional to the area of the circle) and relative contribution of the main species in the indicated dates. Mean diversity and mean biomass of the zooplankton of the lagoon are also recorded for each sampling date



**MATERIAL Y METODOS.-**

La Albufera de Valencia es una laguna litoral de características oligohalinas, siendo la más extensa y eutrófica de la costa mediterránea española. Se encuentra situada en una zona de huerta a 12 Km. al sur de Valencia.

Su superficie oscila alrededor de 2.200 hectáreas y su profundidad media es de unos 75 cm. lo que permite que en algunas zonas afloren densas masas de vegetación lacustre que constituyen verdaderos islotes o "matas". Este carácter somero y la abundancia de vegetación litoral, influyen en el zooplancton favoreciendo la presencia de especies béntico-litorales en la zona pelágica junto a verdaderas especies planctónicas.

Los muestreos se efectuaron en los meses de julio, septiembre y noviembre de 1982 y, en cada uno de ellos, se tomaron muestras en ocho puntos repartidos por las distintas zonas de la laguna (Fig. 1). Las muestras fueron recogidas, en todos los casos, entre las 9 y 14 horas.

Junto con las muestras de zooplancton, se recogieron otras para la determinación de diversos parámetros físico-químicos, según los métodos descritos en Golterman et al. 1978 y Wetzel y Likens, 1979. Al mismo tiempo se efectuaron mediciones in situ de varios parámetros físico-químicos empleando para ello un salinómetro YSI mod. 33, oxímetro YSI mod. 518 -para medidas de oxígeno, que se confirmaron con análisis por el método Winkler- y un Radiometer 80 para pH y potencial redox cuyos valores fueron estandarizados a la temperatura de 25 grados centígrados. La transparencia del agua se determinó con ayuda del disco de Secchi.

Las muestras destinadas al recuento e identificación del zooplancton, se tomaron a 0,5 metros de profundidad con una botella hidrogáfica "Ruttner" de 2'6

litros de capacidad; se filtraron a través de una malla de Nylal de 45 micras de poro, depositándose los filtros en tubos que contenían una solución de formol al 5%, con el fin de fijar los organismos recogidos. Posteriormente se procedió a la clasificación y recuento de los componentes zooplanctónicos sedimentados en cubetas cilíndricas, mediante un microscopio invertido a 100 aumentos (Miracle 1974).

El cálculo de la biomasa del zooplancton se realizó multiplicando el número de individuos de cada grupo por su volumen medio, el cual se calculó, para cada especie y día de muestreo, con las dimensiones medias de los individuos de las diversas poblaciones, asimilando cada una de las especies a una figura geométrica (Edmondson y Winberg 1971; Ruttner-

Tabla I.- Densidad de población (en individuos/l) de las especies del zooplancton de la Albufera en los distintos días de muestreo y localidades (cuya situación se indica en la Fig 1)

Population density (in individuals/l) of the main zooplanktonic species of the Albufera lagoon in the different sampling dates and localities (their situation is indicated in Fig 1)

Fecha Localidad	27 Julio 1982								21 Septiembre 1982								4 Noviembre 1982													
	1	2	3	4F	5	6	7	8	1	2	3	4F	4G	5	7	8	1	2	3	4F	4G	5	6	7	8					
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	387	915	519	780	669	433	129	1065	771	142	339	311	521	29	120	348	65	47	75	356	211	384	211	58	176					
<i>Moina brachiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	6	9	5	2	8	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Brachionus angularis</i>	188	1035	840	4991	3800	577	95	2180	465	299	410	1083	1230	1249	745	102	89	83	128	321	261	905	340	198	263					
<i>Brachionus plicatilis</i>	353	365	400	1228	1314	738	409	908	20	10	19	22	18	9	25	20	0	1	0	0	0	0	0	0	0					
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0	0	0	2	2	+	0	0	0	0	+	65	25	1822	342	0	0	1	1	1	0	0	0	3	1	0				
<i>Brachionus bidentata</i>	3	2	4	3	1	4	3	1	9	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0				
<i>Brachionus urceolaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	2	+	0	0	0	2	0	5	0				
<i>Brachionus quadridentatus</i>	0	0	0	0	0	3	+	8	5	6	+	3	0	3	10	0	1	0	0	3	0	1	5	2	0					
<i>Polyarthra vulgaris</i>	3	14	28	37	11	3	2	18	283	158	418	372	373	15	92	454	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	170	112	232	95	527	115	103	39					
<i>Asplanchna girodi</i>	2	8	4	0	0	0	5	2	6	7	1	6	5	6	1	3	2	6	1	2	4	0	0	0	2	2	3	0	0	1
<i>Synchaeta tremula kitina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	3	7	3	1	1	7	3	3	5	4	5	34
<i>Anuraeopsis fissa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	5	1	2	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0			
<i>Lecane closterocerca</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0				
<i>Lecane bulla</i>	1	0	2	0	0	+	+	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0				
<i>Lecane luna</i>	0	1	0	5	0	+	0	0	3	+	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Bdelloidea</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	28	3	0	6	1	3	3	7	1	5	1	6	0	1	0	0	0	2	0	0	0	
<i>Ciliata</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2	6	0	0	3	6	3	1	5	9	0	101	25	0	0	5	0	5	0			

Resto de las especies, con indicación de: localidad/día-mes/(densidad en individuos/l) para cada una de sus ocurrencias. (+) indica densidades inferiores a 1.- Rest of the species indicating: station/day-month/(density in ind./l) for each one of their occurrences. (+) indicates densities lower than 1.

*Keratella quadrata*: 1/7-VII/(1); 2/21-IX/(5). *Keratella cochlearis*: 1/4-XI/(1); 2/4-XI/(1); 4G/4-XI/(2).

*Trichocerca pusilla*: 2/4-XI/(1); 3/4-XI/(+); 5/4-XI/(1). *Lepadella rhomboides*: 1/21-IX/(14); 2/21-IX/(1).

*Lecane hamata*: 1/21-IX/(2); 4G/4-XI/(1). *L. stenroosii*: 1/4-XI/(+). *L. lunaris*: 5/4-XI/(2). *Ptygura sp.*: 4F/21-IX/(+).

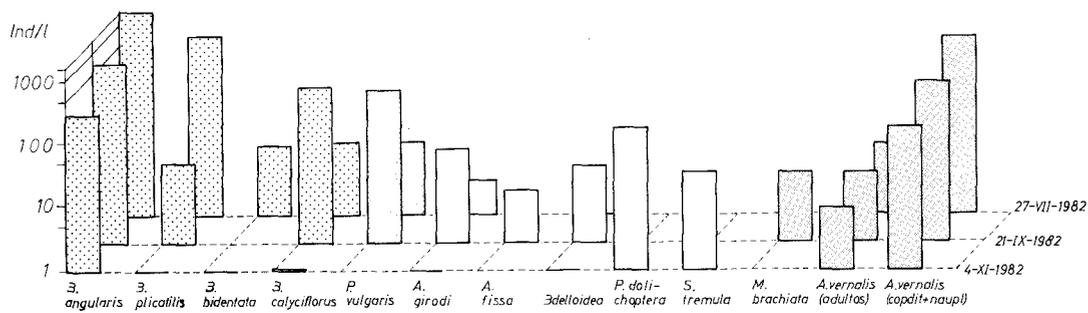


Figura 2 - Variación temporal de las principales especies del zooplancton. Los histogramas representan el número medio de individuos por litro (media de las densidades de todas las localidades muestreadas).

Temporal variation of the main species of the zooplankton. Histograms represent the mean number of individuals per l (mean of the densities for all sampling stations).

Kolisko 1977)

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se registran las densidades de población que presentan las ocho localidades muestreadas. A la vista de los resultados se desprende que, en el período de estudio, el zooplancton de la Albufera está constituido principalmente por el copépodo *Acanthocyclops vernalis* -estadios juveniles sobre todo- y por rotíferos pertenecientes a los géneros *Brachionus*, *Polyarthra* y *Synchaeta*. Los cladóceros están muy pobremente representados, habiéndose encontrado únicamente algunos ejemplares del género *Mozna*. Por último, son abundantes también los ciliados, como cabía esperar en una laguna eutrófica, aunque probablemente su importancia real ha sido subestimada dado que las técnicas de fijación y muestreo utilizadas en este trabajo, son apropiadas fundamentalmente para los metazoos, los cuales constituyen el objeto principal en la mayoría de trabajos sobre el zooplancton.

La densidad de población, expresada como el número medio de organismos por litro, es mucho mayor en verano que en los meses otoñales, siendo de 3.091 org./l. en julio, aproximadamente el doble que la de septiembre -1664 org/l- que a su vez, duplica la de noviembre -690 org/l-.

El copépodo *A. vernalis*, siguiendo la tónica general, es más abundante en el mes de julio (Figuras 1 y 2), en el que la población está constituida mayoritariamente por nauplios y copepoditos, para

descender notablemente a medida que avanza el otoño, si bien el número de adultos permanece más constante. El porcentaje de hembras ovígeras es también mayor en julio y disminuye hasta hacerse nulo en noviembre; la producción de huevos, estimada a partir del número de hembras ovígeras, lógicamente presenta una disminución paralela a la de éstas. En el mes de septiembre se dan los mayores porcentajes de adultos -casi todas hembras- portadores de epibiontes del género *Epistilis*. El rotífero *Brachionus angularis* es también una especie permanente, que alcanza elevadas cifras en julio, disminuyendo en otoño; en la Albufera se aproxima a densidades de 5.000 individuos/litro y es la especie dominante en los tres meses estudiados. Además *B. plicatilis* y *B. bidentata* son también más abundantes en julio, desapareciendo prácticamente del plancton en otoño.

En septiembre el zooplancton cambia considerablemente. Así el cladócero *Moina brachiata* sólo aparece en este mes, aunque en bajas densidades excepto en las estaciones del Norte 5 y 7, en las que es más abundante; también se ha encontrado algún ejemplar de la forma *M. micrura* si bien su proporción, sin duda baja, no se ha podido determinar. Los rotíferos más abundantes en este mes, además de *B. angularis* son *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *Polyarthra vulgaris*, *Asplanchna girardi* y *Anuraeopsis fissa*.

Por último, las especies que predominan en noviembre -exceptuando las permanentes comentadas anteriormente- son *P. dolichopectera* y *Synchaeta tremula* kitina, junto a las que aparecen en muy baja proporción *Keratella cochlearis*, *K.*

*quadrata*, *Trichocerca pusilla* y otras especies procedentes de los meses anteriores que se mantienen con poblaciones muy reducidas.

Los resultados del análisis estadístico de las muestras de las ocho localidades en las tres épocas distintas, ponen de manifiesto la existencia de tres asociaciones o grupos de especies que corresponden a la variación en el tiempo descrita anteriormente, no diferenciando prácticamente las ocho localidades. Son resultados muy distintos de los obtenidos con las asociaciones de especies del fitoplancton (Miracle *et al.* (1984) que caracterizan las localidades.

En la figura 3 pueden observarse estos tres grupos, que se deducen simplemente de un análisis de las correlaciones entre las especies y que son los siguientes:

1) Grupo de las especies estivales-permanentes *A. vernalis*, *B. angularis*, *B. plicatilis* y *B. bidentata*.

2) Grupo de las especies de finales de verano: *M. brachiata*, *B. calyciflorus*, *A. fissa*, *A. girodi* y *P. vulgaris*.

3) Grupo de las especies propiamente otoñales (*S. tremula* y *P. dolichoptera*).

Esta variaciones en el tiempo son debidas además de a la disminución de la temperatura, a los cambios causados por el particular régimen hídrico de la Albufera descrito en este mismo volúmen por Serra *et al.* (1984) y Miracle *et al.* (1984). Después de mantener las compuertas cerradas durante todo el verano, restringiendo el flujo de agua, se abren en septiembre para cosechar el arroz, con lo que aumenta el caudal de salida, re-

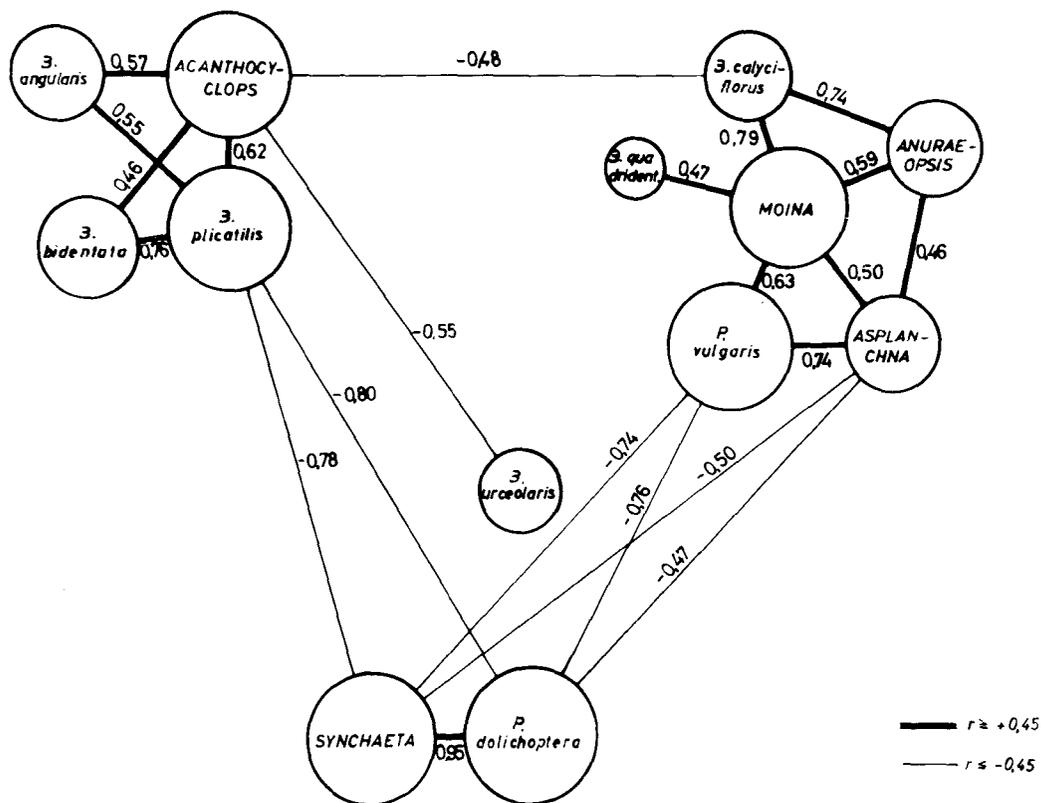


Figura 3 Agrupación de las especies del zooplancton según sus coeficientes de correlación. Los círculos correspondientes a cada especie tienen un tamaño proporcional a su coeficiente de correlación múltiple y se enlazan por líneas cuya longitud es indicación del grado de correlación entre cada par de especies. Sólo se han representado los coeficientes superiores al valor absoluto de 0.44. Clusters of zooplankton species according to their correlation coefficients. The circles corresponding to each species have their size proportional to their multiple correlation coefficients and are joined by lines whose length is a rough indication of the degree of correlation between each pair of species. Only correlations exceeding the absolute value of 0.44 have been represented.

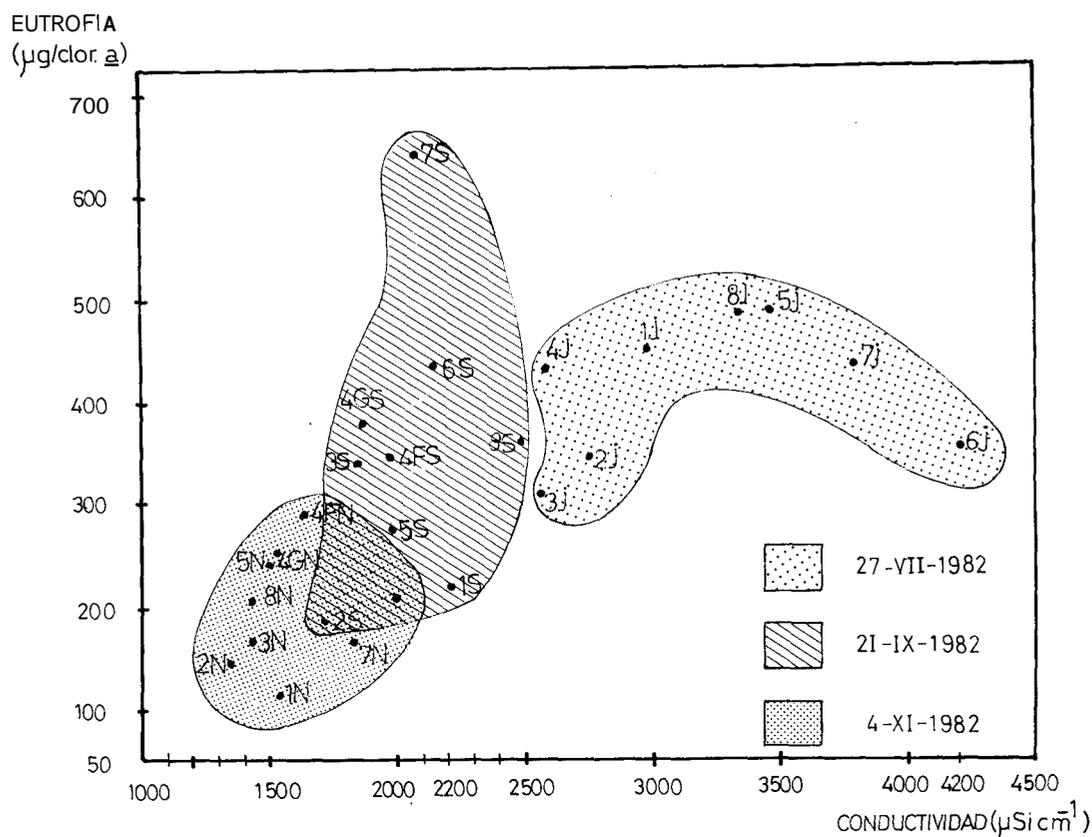


Figura 4 - Representación de las distintas muestras según los dos ejes de mayor variabilidad: contenido de clorofila  $a$  y salinidad. Se han agrupado las muestras correspondientes a un mismo día de muestreo.

Representation of the different samples according to the two main variation axes, chlorophyll  $a$  contents and salinity. Samples corresponding to the same sampling date have been grouped together

flejándose en una menor conductividad y menor densidad zooplanctónica. El muestreo de noviembre fue realizado después de una importante inundación ocurrida el 20 de octubre de 1.982, que renovó el agua de la laguna, especialmente en las zonas Sur y Este (puntos 1, 2, 3 y 7) debido a la notable afluencia de agua por las acequías allí situadas -principalmente la de Overa- y su salida por la gola de Puchol, con la consiguiente disminución de la conductividad y densidad planctónica. En la figura 4 se representan las muestras en los dos ejes de variación más importante, clorofila y conductividad, observándose claramente los fenómenos descritos. Todo ello se refleja en las relaciones entre el zooplancton y diversos parámetros

físico-químicos que aparecen ordenadas en la Tabla 2 según el coeficiente de correlación. Se observa como se separan dos grupos de especies: unas correlacionadas fuertemente con la temperatura y conductividad y otras con correlaciones negativas o poco importantes con esos mismos parámetros, lo que evidencia la segregación en el tiempo descrita. Es interesante destacar como se separan las diversas especies del género *Brachionus* y como se confirma la marcada dependencia descrita en la literatura que presenta *B. plicatilis* respecto a la conductividad (Ruttner - Kolisko 1974; Koste 1978).

La composición zooplanctónica en los ocho puntos de muestreo, se representa en la Fig. 1 Tabla 1. La

Tabla II.- Coeficiente de correlación de las principales especies zooplanctónicas, la contribución relativa de los distintos grupos de organismos y la biomasa y densidad total del zooplancton, con parámetros limnológicos seleccionados entre los que mostraban mayores coeficientes. Se han subrayado las correlaciones superiores a 0,45

Correlation coefficients of the main zooplanktonic species, the relative contribution of crustacea and rotifera and zooplankton biomass and density, with selected limnological parameters among those which gave higher coefficients. Correlations greater than 0,45 have been underlined

	Clor. a	T <sup>2</sup>	pH	Eh	Conductividad	Polfosfatos	NH <sub>3</sub>	% Sat. O <sub>2</sub>
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	<u>0,56</u>	<u>0,62</u>	<u>0,48</u>	<u>-0,56</u>	<u>0,55</u>	0,44	<u>-0,46</u>	<u>-0,46</u>
<i>Moina brachiata</i>	0,27	-0,04	0,42	0,15	-0,13	0,17	0,07	<u>0,53</u>
<i>Brachionus angularis</i>	<u>0,55</u>	<u>0,54</u>	<u>0,52</u>	<u>-0,57</u>	0,39	0,42	-0,28	0,03
<i>Brachionus plicatilis</i>	<u>0,76</u>	<u>0,98</u>	<u>0,66</u>	<u>-0,90</u>	<u>0,90</u>	<u>0,54</u>	-0,15	-0,22
<i>Brachionus bidentata</i>	<u>0,53</u>	<u>0,74</u>	0,30	<u>-0,78</u>	<u>0,76</u>	<u>0,55</u>	-0,09	-0,44
<i>Brachionus urceolaris</i>	-0,43	-0,38	-0,42	0,34	-0,33	-0,28	<u>0,64</u>	-0,11
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,17	-0,10	0,27	0,13	-0,15	0,03	0,09	0,35
<i>Polyarthra vulgaris</i>	<u>0,45</u>	0,43	<u>0,66</u>	-0,28	0,24	0,42	-0,18	0,35
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	<u>-0,65</u>	<u>-0,82</u>	<u>-0,69</u>	<u>0,67</u>	<u>-0,72</u>	<u>-0,55</u>	-0,08	0,04
<i>Synchaeta tremula</i>	<u>-0,66</u>	<u>-0,81</u>	<u>-0,68</u>	<u>0,66</u>	<u>-0,70</u>	<u>-0,53</u>	-0,08	-0,05
<i>Asplanchna girodi</i>	0,28	0,20	0,42	-0,04	0,06	0,13	-0,03	0,40
<i>Anuraeopsis fissa</i>	0,04	-0,05	0,23	0,08	-0,11	0	0,11	0,25
% de Rotíferos	0,32	<u>0,74</u>	<u>0,50</u>	<u>-0,64</u>	<u>0,77</u>	0,28	-0,01	-0,27
% de Crustáceos	-0,27	<u>-0,72</u>	-0,43	<u>0,65</u>	-0,73	<b>-E</b>	-0,02	0,33
Biomasa zooplancton	0,44	<u>0,68</u>	<u>0,66</u>	<u>-0,56</u>	<u>0,57</u>	<u>0,56</u>	-0,30	0,07
Nº individuos zooplancton	0,39	<u>0,71</u>	<u>0,65</u>	<u>-0,62</u>	<u>0,53</u>	<u>0,49</u>	-0,33	0,07

Tabla 3 resume las principales características de dichas localidades, siendo muy fluctuantes las relacionadas con la producción primaria. Las estaciones del Norte (5, 6 y 7) tienen carácter más eutrófico. Si bien las variaciones en las comunidades zooplanctónicas son mayores en el tiempo que en las diversas zonas de la Albufera, existen algunas diferencias en las localidades estudiadas bastante acordes con las presentadas por el fitoplancton (Miracle *et al.* 1984).

La estación 7 se presenta claramente diferenciada de las demás mostrando las siguientes particularida-

des: 1) una extremada preponderancia de los rotíferos sobre los copépodos; 2) La presencia de *M. brachiata* que llega a ser un 3% en Septiembre, cuando en otros puntos es muy inferior al 1% o está ausente; 3) presentar importantes poblaciones de los rotíferos *B. plicatilis* y *B. calyciflorus*, mientras que en otras zonas *B. angularis* es siempre el dominante y finalmente una escasa abundancia de las poblaciones del género *Polyarthra*.

Las estaciones 5 y 6, igualmente de la zona Norte, presentan un zooplancton bien caracterizado y con

Tabla III.- Características principales de las nueve localidades muestreadas. Los datos corresponden a los valores de superficie en las fechas indicadas.

Selected features of the nine sampling stations. Data are the surface values in the indicated dates

	Fecha	Localidad								
		1	2	3	4G	4F	5	6	7	8
Temperatura °C	27-7-82	30	30	30,5	—	30	30	27,8	28	30
	21-9-82	23	21,5	21	22	22	22	22,5	23	23
	4-11-82	18	16,5	16,2	17	16,5	17,5	18	18	18,5
Salinidad ‰	27-7-82	1,9	1,9	1,8	—	2,0	2,2	2,8	2,5	2,0
	21-9-82	1,5	1,0	1,1	1,2	1,5	1,5	1,5	1,8	2,0
	4-11-82	1,0	0,5	0,8	1,0	1,0	1,0	1,4	1,2	1,0
pH	27-7-82	9,1	9,0	8,9	—	8,8	9,5	8,6	8,4	9,3
	21-9-82	8,9	8,4	8,8	9,2	9,1	9,0	9,7	9,3	9,2
	4-11-82	8,6	8,2	8,2	8,0	8,1	8,2	8,4	7,7	8,9
Eh	27-7-82	254,0	261,0	263,0	—	255,0	241,0	271,0	270,0	298,0
	21-9-82	341,0	322,0	315,0	302,0	321,0	322,0	323,0	331,0	321,0
	4-11-82	371,0	404,0	394,0	376,0	385,0	369,0	370,0	377,0	370,0
Oxígeno mg/l	27-7-82	6,1	9,1	13,3	—	7,5	5,2	—	6,1	5,8
	21-9-82	9,7	9,8	9,8	9,3	10,6	12,2	—	15,5	11,2
	4-11-82	12,2	10,0	9,2	9,8	12,8	11,9	—	5,0	11,5
Secchi m	27-7-82	0,25	0,28	0,28	—	0,22	0,22	0,25	0,2	0,25
	21-9-82	0,32	0,32	0,28	0,26	0,32	0,32	0,35	0,17	0,37
	4-11-82	0,22	0,25	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20
% Cianobacter. en biomasa	27-7-82	97,2	91,5	98,5	—	96,9	94,8	90,5	61,8	92,8
	21-9-82	85,7	91,9	80,4	—	62,1	64,5	81,4	62,3	90,3
	4-11-82	82,4	73,3	83,9	—	86,2	85,2	68,3	54,1	86,9
Biomasa Fitoplancton mg/l	27-7-82	153,8	158,7	118,5	—	127,4	229,9	193,5	88,1	201,4
	21-9-82	136,2	95,9	193,3	—	244,2	144,4	276,3	261,2	261,9
	4-11-82	81,8	88,8	85,7	—	146,9	121,4	112,0	88,6	125,8

muchas similitudes con el de la estación 7. Aquí predominan los rotíferos sobre los copépodos y se da típicamente la comunidad de *B. calyciflorus* en Septiembre -que domina totalmente- y las especies acompañantes *A. fissa* y *M. brachiata*, muy raras en otros lugares.

Las restantes estaciones presentan una clara dominancia de *B. angularis* y el copépodo *A. vernalis* con importantes poblaciones de *Polyarthra*. Sin embargo no forman un grupo tan homogéneo como en el caso del fitoplancton Miracle *et al.* (1984)

siendo claramente diferenciables por ejemplo las estaciones 4F y 4G con afinidades con las de la zona Norte (5, 6 y 7), y algunas particularidades como una notable abundancia de *A. girodi* en Septiembre.

La evolución en el tiempo de la comunidad zooplantónica en los diversos grupos de estaciones, también es diferente. En las del Norte disminuye mucho el porcentaje de copépodos, tanto en número como en biomasa, desde Julio -en que ya estaban muy menguados- hasta Septiembre, en favor de los rotífe-

ros citados de la asociación de *B. calyciflorus*. En cambio en las restantes estaciones, la proporción de copépodos se mantiene más estable de Julio a Septiembre y sin embargo su biomasa aumenta ya que en este último mes disminuyen los nauplios en favor de los estadios más avanzados. Más tarde, de Septiembre a Noviembre, en las mencionadas estaciones del Norte y en las 4F y 4G, aumenta mucho la proporción de copépodos sobre todo en biomasa, lo que aboga por un mayor porcentaje de adultos. Sin embargo, en las estaciones restantes disminuye su proporción aumentando la de los rotíferos, en especial, *P. dolichoptera*. No obstante la contribución en biomasa de los copépodos, también aumenta puesto que en este periodo predominan los adultos. Los puntos más afectados por la riada del 20 de Octubre (1, 2, 3 y 7) experimentan una disminución considerable del número total de individuos.

La diversidad del zooplanton de la Albufera es muy baja, como cabía esperar en base a que está dominado por unas pocas especies. El índice de Shannon no pasa de 2 bits/individuo (Tabla 4). En el mes de Julio se dan los valores mínimos, coincidiendo con una elevada biomasa y densísimas poblaciones de *B. angularis*; en Septiembre y Noviembre aumenta ligeramente el valor de la diversidad al aparecer nuevas especies en la laguna y disminuir la fuerte dominancia de *B. angularis* y *A. vernalis*.

Al comparar las diversas localidades, se observa una mayor diversidad en las estaciones del Sur 1, 2 y 3 que presentaban menor biomasa, mientras que los mínimos de diversidad se dan en las estaciones 4F y 5 que a su vez, registraban los máximos de biomasa. Estos resultados parecen describir una relación inversa entre eutrofia y diversidad.

La Tabla 5 muestra los valores de la biomasa del zooplanton en los distintos meses y plintos de mues-

Tabla IV - Índices de diversidad zooplancónica (bits/individuo) para cada localidad y día y medias respectivas  
Zooplankton diversity indexes for each station and date and their respective means

Fecha	Estación										Media mensual
	1	2	3	4G	4F	5	6	7	8		
27-7-82	1,75	1,56	1,65	-	1,21	1,30	1,63	1,53	1,53	1,52	
21-9-82	1,86	1,80	1,83	1,88	1,85	1,31	-	1,95	1,75	1,77	
4-11-82	1,82	2,04	2,00	1,71	1,68	1,67	1,82	1,34	1,73	1,75	
Media por estación	1,81	1,80	1,82	1,79	1,58	1,42	1,72	1,60	1,67	-	

tro. La biomasa media de cada mes se indica en las figs. 1 resultando una media total en el periodo estudiado de 1,8 mg/l, uno de los valores más altos registrados en los sistemas más eutróficos del mundo (Wetzel, 1981).

La estaciones 4G, 4F y 5 son las que presentan mayores valores de biomasa. En Julio ésta se debe en un 75% a los rotíferos *B. angularis* y *B. plicatilis* invirtiéndose la proporción en Noviembre en que los copépodos tienen mayor peso, coincidiendo con la preponderancia de adultos. La puntos del Sur 1, 2 y 3 tienden a presentar los menos valores de biomasa en todos los muestrarios (Tabla 5).

El zooplanton de los lagos eutróficos tiene una biomasa considerable, sin embargo la proporción relativa respecto al fitoplancton es realmente inferior a la de otros lagos. La relación de biomasa zooplanton/fitoplancton en la Albufera se sitúa alrededor del 1%, valor muy bajo en ecosistemas acuáticos. La relación entre el número de individuos zooplanton/fitoplancton es aun mucho más baja, del orden de 2 por millón (Tabla 5). El fuerte desplazamiento de ambas relaciones en favor del fitoplancton puede interpretarse en base a que éste está constituido por cianobacterias hasta en un 90%, ya que estas algas resultan un alimento poco adecuado cuando no tóxico para el zooplanton.

## CONCLUSIONES

La densidad y biomasa del zooplanton alcanzan en la Albufera valores muy elevados, de los más altos entre los obtenidos en otros sistemas hipertróficos, llegando a más de 5.000 organismos/litro y casi 5 miligramos/litro respectivamente. La relación de biomasa zooplanton/fitoplancton es del 1%,

Tabla V.- Biomasa total del zooplancton (mg/l) y contribución relativa de los principales grupos zooplanctónicos en las diversas localidades durante el periodo de estudio. Se indica también la relación fitoplancton/zooplancton en biomasa y número de individuos. Total zooplankton biomass (mg/l) and relative contribution of the main zooplanktonic groups in the different stations and sampling dates. The ratios phytoplankton/zooplankton in biomass and number of individuals are also indicated.

Estación	Fecha	Biomasa (mg/l)	Media por estación	Contribución de cada grupo a la biomasa (en %)			Reis. Fitoplancton/zooplancton	
				%Cladóceros	%Copépodos	%Rotíferos	Relación Biomosas ( $\times 10^2$ )	Relación N°organism. ( $\times 10^6$ )
1	27-7-82	1,69	1,45	0	56,4	43,6	1,10	0,73
	21-9-82	2,36		5,8	79,8	14,4	1,73	2,31
	4-11-82	0,31		0	81,8	18,2	0,37	0,80
2	27-7-82	2,03	1,06	0	48,8	51,2	1,28	1,89
	21-9-82	0,88		5,1	67,2	27,7	0,91	1,32
	4-11-82	0,29		0	62,7	37,3	0,33	1,29
3	27-7-82	2,13	1,37	0	54,3	45,7	1,80	1,80
	21-9-82	1,56		11,7	58,4	29,9	0,81	1,50
	4-11-82	0,42		0	78,7	21,3	0,50	1,14
4G	21-9-82	2,94	1,96	4,7	26,7	68,6		
	4-11-82	0,98		0	86,8	13,2		
4F	27-7-82	4,37	2,90	0	24,3	75,7	3,90	5,42
	21-9-82	2,19		12,5	34,4	53,1	0,90	2,23
	4-11-82	1,54		0	86,8	13,2	1,05	1,66
5	27-7-82	4,32	2,97	0	23,1	76,9	1,88	3,08
	21-9-82	2,76		29,8	2,6	67,6	1,91	5,54
	4-11-82	1,80		0	72,1	27,9	1,49	3,80
6	27-7-82	2,13	1,65	0	24,0	76,0	1,10	1,28
	4-11-82	1,17		0	85,9	14,1	1,05	1,73
7	27-7-82	0,99	1,20	0	21,6	78,4	1,12	1,15
	21-9-82	2,30		55,7	18,9	25,3	0,88	0,99
	4-11-82	0,30		0	78,1	21,9	0,34	0,99
8	27-7-82	3,58	1,90	0	38,1	61,9	1,78	2,54
	21-9-82	1,23		4,6	55,4	40,0	0,47	0,81
	4-11-82	0,89		0	75,9	24,1	0,71	1,80

cuando los valores que más frecuentemente presentan los lagos se sitúan entre el 10 y 15%, lo que se atribuye a la elevada proporción de cianobacterias.

Existe una clara variación temporal zooplanctónica evidenciada por la correlación estadística, que delimita tres grupos de especies: permanentes, de finales de verano y de otoño. La sucesión de estos grupos parece obedecer, en primer lugar, a la renovación del agua de la Albufera en septiembre, consecuencia de la apertura de las compuertas y drenaje de los arrozales y, en segundo lugar, al importante flujo de agua que penetró en la laguna a causa de las catastróficas inundaciones ocurridas durante el periodo de estudio.

La variabilidad del zooplancton en las diversas

partes de la laguna, es menos ostensible que la variación temporal. Sin embargo en las estaciones de la zona Norte -puntos 5, 6 y 7 que presentaron mayor nivel de eutrofia y mineralización del agua y una menor proporción de cianobacterias en favor de las diatomeas- se diferencian por una mayor dominancia de los *Branchionus*: *B. plicatilis* y *B. calyciflorus* en vez del característico *B. angularis* dominante en el resto de la laguna. Así mismo se observa en dichas estaciones una menor proporción del copepodo en favor de los cladóceros -muy raros en otras partes de la Albufera- *M. brachiata*, en este periodo de estudio y *Daphia magna* en primavera, según datos de estudios inéditos posteriores de los mismos autores.

La diversidad de la comunidad zooplanctónica es baja, aumentando tras una perturbación -incremento

del flujo de agua en septiembre y noviembre- al contrario de lo que sucede en los ecosistemas no sometidos a un estado de máximo stress.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a las facilidades prestadas por el Excm. Ayuntamiento de Valencia y a la subvención otorgada por la CAICYT (proyecto nº 915/81).

## BIBLIOGRAFIA

- Arévalo, C. 1916. Cladóceros del plancton de la Albufera de Valencia. Anales del Instituto General y Técnico de Valencia Trabajo del Laboratorio de Hidrobiología. Vol I, núm 1
- Arévalo, C. 1918. Algunos rotíferos planktónicos de la Albufera de Valencia. Anales del Instituto General y Técnico de Valencia Trabajo del Laboratorio de Hidrobiología. Vol II, núm 4
- Blanco, C. 1974. Estudio de la contaminación de la Albufera de Valencia y de los efectos de dicha contaminación en la fauna y en la flora del lago. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia
- Edmondson, W. T. & G. G. Winberg, 1971. A Manual on methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters ISP Handbook núm 17. Blackwell Oxford and Edinburgh
- Golterman, H.L., R.S. Clymo & M. Ohnstad. 1978. Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters. IBP Handbook num 8 Blackwell Oxford, Edinburgh, London, Melbourne
- Koste, W. 1978. Rotatoria Die Radertiere Mitteleuropas begründet von Max Voigt. Überordnung Monogononta. Gebrüder Bortaege. Berlin
- Miracle, M.R. 1974. Niche structure in freshwater zooplankton: a principal components approach. Ecology 55: 1306-1316.
- Miracle M.R., García, P. y Vicente, E. 1984. Heterogeneidad espacial de las comunidades fitoplanctónicas de la Albufera de Valencia. Limnética 1: 20 - 31
- Pardo, L. 1942. La Albufera de Valencia. Estudio Limnológico, Biológico, Económico y Antropológico. Biología de las aguas continentales II. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias núm 24 Madrid
- Ruttner-Kolisko, A. 1974. Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. Die Binnengewässer. Vol XXVI part 1
- Ruttner-Kolisko, A. 1977. Suggestion for biomass calculation of plankton rotifers. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 8: 71-75
- Serra, M.; Miracle, M.R. y Vicente E. 1984. Interrelaciones entre los principales parámetros limnológicos de la Albufera de Valencia. Limnética 1: 9 - 19
- Wetzel, R.G. & G.E. Likens. 1979. Limnological Analyses. W.B. Saunders company Philadelphia, London, Toronto
- Wetzel, R.G. 1981. Limnología. Omega Barcelona