

UNIVERSIDAD DE GRANADA, FACULTAD DE CIENCIAS



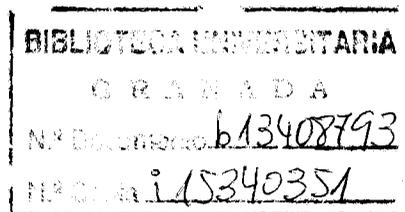
**ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES  
DE ROTIFEROS MONOGONONTES  
de las  
LAGUNAS DE ALTA MONTAÑA  
de  
SIERRA NEVADA**

**TESIS DOCTORAL**

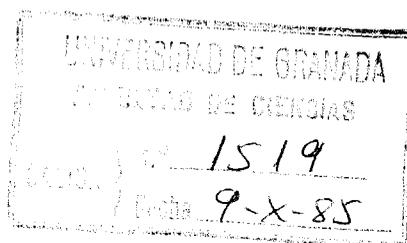
**Rafael Morales Baquero**

**GRANADA, 1.985**

ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DE ROTIFEROS MONOGONONTES  
DE LAS  
LAGUNAS DE ALTA MONTAÑA  
DE  
SIERRA NEVADA



Rafael Morales Baquero



Memoria que presenta el licenciado  
D. Rafael Morales Baquero para op-  
tar al grado de Doctor en Ciencias  
(Sección Biológicas)

EL LICENCIADO:

DIRECTORES:

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "R Morales".

Fdo. Rafael Morales Baquero

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "F Jimenez Millán".

Fdo: Fernando Jimenez Millán  
Catedrático, Jefe Dpto. de  
Zoología

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "L Cruz Pizarro".

Fdo. Luis Cruz Pizarro.  
Prof. Titular de  
Ecología.

A mi madre.

A Amelia.

## AGRADECIMIENTOS.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas que han influido decisivamente en la elaboración del presente trabajo:

Al Dr. D. Fernando Jiménez Millán, Catedrático y Director del Departamento de Zoología, quien ha codirigido éste trabajo y que en todo momento ha mostrado su interés y apoyo.

Al Dr. D. Luis Cruz Pizarro, igualmente codirector, y amigo quien además me acompañó en parte de los muestreos de campo.

A las Dras. M<sup>a</sup>. Rosa Miracles Solé y Rosa M<sup>a</sup>. Martínez Silvestre, Catedráticas de Ecología, quienes amablemente revisaron parte del trabajo. Sus sugerencias mejoraron considerablemente algunos aspectos del mismo.

Al Dr. Walter Koste, de Quakenbrück, quien me ha prestado una inestimable ayuda en la resolución de los problemas taxonómicos; su amabilidad ha sido puesta a prueba en varias ocasiones.

Al Dr. D. Juan Carlos Canteras Jordana, también amigo, que ha realizado parte de los análisis químicos y con quien también hemos realizado parte de los muestreos.

Al Dr. D. Antonio Castillo, del Departamento de Hidrogeología de ésta Universidad, por su ayuda en la redacción del apartado de la Geología.

A D. Andrés González Carmona, del Departamento de Estadística de esta Universidad, quien me ha prestado valiosa ayuda en la resolución de problemas estadísticos. También en este sentido ha sido de interés las aportaciones de D. Manuel Serra, del Departamento de Ecología de la Universidad de Valencia.

A Nieves Alcalá, que ha mecanografiado el presente trabajo y realizado una labor inestimable en su composición definitiva.

A Amelia Ocaña, por su ayuda, apoyo y confianza a lo largo de la realización del trabajo.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a mis compañeros de los departamentos de Zoología y Ecología por el buen ambiente de trabajo que han creado. Recuerdo ahora las excursiones en las que me acompañaron el Dr. Felipe Pascual, Juan M. Pleguezuelos y Pedro Sánchez, este último del Departamento de Botánica.

INDICE

INTRODUCCION. . . . .	1
AREA DE ESTUDIO . . . . .	4
MATERIAL Y METODOS . . . . .	14
Métodos de campo . . . . .	14
Métodos de laboratorio . . . . .	15
Análisis químicos. . . . .	15
Identificación y recuento. . . . .	16
Métodos estadísticos . . . . .	17
RESULTADOS Y DISCUSION	
Características físicas y químicas . . . . .	21
Temperatura . . . . .	27
Oxígeno . . . . .	28
Conductividad. . . . .	43
pH . . . . .	45
Relaciones entre los parámetros medidos. . . . .	46
Resultados taxonómicos y morfológicos. . . . .	50
<u>Notholca squamula</u> . . . . .	52
<u>Euchlanis dilatata</u> . . . . .	58
<u>Trichotria tetractis</u> . . . . .	61
<u>Colurella obtusa</u> . . . . .	64
<u>Lepadella patella</u> . . . . .	67
<u>L. acuminata</u> . . . . .	72
<u>L. q. nevadensis</u> . . . . .	74
<u>Lecane flexilis</u> . . . . .	78
<u>L. furcata</u> . . . . .	83
<u>L. lunaris</u> . . . . .	88
<u>L. closterocerca</u> . . . . .	92
<u>L. kluchor</u> . . . . .	96
<u>Cephalodella g. microdactyla</u> . . . . .	100
<u>Trichocerca relictata</u> . . . . .	102
<u>T. cavia</u> . . . . .	107
<u>T. tenuior</u> . . . . .	111
<u>T. bicristata</u> . . . . .	115

<u>T. rattus</u> . . . . .	119
<u>Polyarthra dolichoptera</u> . . . . .	122
<u>Hexarthra b. canadiensis</u> . . . . .	128
Especies de aparición poco frecuente. .	135
Consideraciones sobre la fauna de Rotíferos de Sierra Nevada. . . . .	140
Distribución de las especies de Rotíferos en las lagunas: coocurrencia de las especies. . . . .	145
Muestras cualitativas . . . . .	148
Muestras cuantitativas. . . . .	152
Relaciones de las especies con los parámetros físicos y químicos . . . . .	154
Datos cualitativos. . . . .	155
Temperatura . . . . .	162
Oxígeno . . . . .	163
pH. . . . .	164
Conductividad . . . . .	165
Datos cuantitativos . . . . .	166
Temperatura . . . . .	167
Oxígeno . . . . .	167
Conductividad . . . . .	168
Caracteres generales que se deducen de las relaciones de las especies de Rotíferos con los parámetros físicos y químicos . . . . .	169
Descripción de las comunidades de Rotíferos . . . . .	171
Diversidad. . . . .	197
Clasificación y Ordenación. . . . .	206
Análisis de información . . . . .	207
Ordenación polar. . . . .	210
Comparación de los resultados obtenidos . . . . .	213
Biomasa y Producción de <u>E. dilatata</u> . . . . .	220
Biometría de <u>E. dilatata</u> . . . . .	220

Biomasa de <u>E. dilatata</u> . . . . .	246
Cálculo de volúmenes. . . . .	247
Cálculo de biomasa. . . . .	249
Cálculo de la producción. . . . .	249
CONCLUSIONES. . . . .	271
BIBLIOGRAFIA. . . . .	
Apendice. . . . .	

## INTRODUCCION

Los ecosistemas lacustres de alta montaña se caracterizan por tener unas condiciones de vida rigurosas que les confieren un especial interés. En estos ecosistemas se alcanzan valores extremos de determinados factores que, de esta forma, adquieren una importancia inigualable en los sistemas análogos de más baja altitud y, frecuentemente, su efecto sobre las comunidades puede estudiarse, por simple observación, mejor que en el laboratorio.

Por otro lado, las condiciones rigurosas de estos lagos y lagunas se traducen en unos periodos de crecimiento de las poblaciones que los habitan, cortos y unos valores de producción primaria bajos que determinan una notable simplificación de sus comunidades, facilitando la comprensión de las relaciones entre los constituyentes del ecosistema.

Además, los sistemas acuáticos de alta montaña constituyen uno de los pocos reductos donde la influencia humana no ha alterado de forma importante sus características originales y, como consecuencia, permiten el estudio, en forma natural, de los procesos que en ellos se desarrollan.

Por estos motivos, el estudio del zooplancton de las lagunas de alta montaña ha sido objeto de especial atención científica (TONOLLI, 1951; PENNAK, 1955; RAVERA y TONOLLI, 1956; PEJLER, 1965; LÖFFLER, 1969; ANDERSON, 1971, 1974; CAPBLANCQ y LAVILLE, 1984..), aunque la dificultad de acceso que presentan, normalmente, estos medios ha hecho que el número de trabajos que tratan de estos sistemas sea más escaso en relación con el de ecosistemas acuáticos de baja altitud.

En nuestra Península, los lagos y lagunas de alta montaña se sitúan en mayor número en los Pirineos, donde se localizan alrededor de 500 nada más en la vertiente española, y es allí donde se ha llevado a cabo el grueso de la escasa investigación de nuestro país en estos medios. (MARGALEF, 1948, 1949, 1950, 1952; DE RIDDER, 1964; MARGALEF et al., 1975;

MIRACLE, 1978, 1981). También existen algunas de alta montaña en la Cordillera Cantábrica, Sistema Central y Sierra Nevada.

Sierra Nevada constituye el sistema montañoso más elevado de la Península Ibérica y el más meridional de Europa, con lagunas situadas por encima de 2.700 m.s.n.m., en una situación de gran interés biogeográfico. El estudio limnológico de estas lagunas es bastante reciente y escaso. Aparte de una breve nota de LÖEFFLER (1974) sobre Harpacticoides, el estudio actual de los lagos de Sierra Nevada se reduce a los trabajos llevados a cabo, fundamentalmente, en la laguna de La Caldera, una de las más profundas de la Sierra. MARTINEZ (1975, 1977, 1980) estudia la composición química de dicha laguna, el fitoplancton y ofrece datos sobre la producción primaria. CRUZ-PIZARRO (1978, 1981) y CRUZ, MORALES y GONZALEZ (1981) describen la composición y dinámica del zooplancton de dicha laguna durante el periodo libre de hielo. CANTERAS (1985) realiza estudios de bacteriología en algunas lagunas. P. SANCHEZ CASTILLO, en la actualidad, lleva a cabo estudios de las algas de las lagunas.

Por consiguiente, la práctica totalidad de los lagos de Sierra Nevada permanecía desconocida en el momento de comenzar el presente trabajo. En estudios extensivos previos (Alpes, TONOLLI y TONOLLI, 1951; Pirineos, MIRACLE, 1978) se observa cómo los lagos de alta montaña presentan variaciones cualitativas y cuantitativas en la composición de sus comunidades.

Los Rotíferos son un grupo taxonómico que, aunque minoritario en la biomasa de las comunidades zooplanctónicas y bentico-perifíticas, presenta un elevado metabolismo y corto tiempo de renovación, que les confiere una importancia decisiva en el ciclo productivo de dichas comunidades. (RUTTNER, 1974). Además, cubren el nicho ecológico de los pequeños filtradores que, en el mar, ocupan un gran número de larvas de organismos diversos. (MARGALEF, 1983).

El estudio de la Clase Rotifera ha sido escaso en

nuestro país. SELGA (1951) compendia las citas de Rotíferos que dan hasta la fecha de su trabajo, resultando un total de 106 especies. GUISET (1976), en el estudio mas amplio de los Rotíferos españoles, llevado a cabo sobre 103 embalses, suma 38 especies a la lista de Selga. En resumen, se puede estimar en unas 150 las especies citadas en nuestro país. Este número es bajo si lo comparamos, por ejemplo, con Bélgica que, aún teniendo una superficie 17 veces menor que la de España, y presentando medios mas homogéneos que los nuestros, alcanza la cifra de 240 especies citadas (DUMONT, 1983).

En este contexto, el objeto principal de nuestro trabajo es el de contribuir al conocimiento de los Rotíferos de Sierra Nevada. El estudio, que aquí presentamos, ha permitido conocer varios aspectos de interés básico. En primer lugar se estudia la fauna de Rotíferos presente en las lagunas de Sierra Nevada, prestando especial atención a la descripción morfológica y biometría de la mayoría de las especies dado el interés biogeográfico de Sierra Nevada.

Se describen las comunidades de Rotíferos de las lagunas y se realiza una ordenación de las mismas en función de su composición faunística que, mas tarde, se ha relacionado con los cambios de alguno de los parámetros ambientales.

Con mayor profundidad se ha estudiado a Euchlanis dilatata, la especie mas ampliamente representada en nuestra zona de estudio lo que nos ha permitido observar su desarrollo bajo condiciones diversas.

AREA DE ESTUDIO

### Situación.

Sierra Nevada es un macizo bien individualizado cuyos límites pueden señalarse fácilmente (FERRER, 1971). Corresponde a un plegamiento cuya dirección longitudinal ( de Este a Oeste) recorre 80 Km, con una anchura (de Norte a Sur) variable: 20 Km en la estribación Oeste y 10 en la Este. Está situada entre los 2° 37' y los 3° 40' de longitud Oeste y los 36°55' y 37°15' de latitud Norte.

Dada la posición tan meridional de Sierra Nevada, la acción de los pequeños glaciares que se formaron durante las épocas frías del Cuaternario (OBERMAIER y CARANDELL, 1916) se puede apreciar solamente a altitudes elevadas de la Sierra. Uno de los efectos de las glaciaciones es la formación de lagunas que, por la razón comentada anteriormente, se encuentran, mayoritariamente, en altitudes superiores a los 2.500 m s.n.m., cota que delimita nuestro área de estudio.

### Geología.

Desde el punto de vista geológico, Sierra Nevada ha sido ampliamente estudiada (FONTBOTE et al., 1976; PUGA, 1971; PUGA et al., 1974...). Es la unidad mas representativa de las Cordilleras Béticas, que se formaron a partir de la orogenia alpina, hace sólo unos veinte millones de años, en el Mioceno. Sin embargo, sus materiales, afectados por un notable diastrofismo y metamorfismo, datan del Paleozoico (e, incluso, del Precámbrico), por lo que su edad se eleva a más de 570 millones de años (PUGA, 1971).

Los materiales aflorantes pertenecen, geológicamente, a la denominada Zona Interna de las Cordilleras Béticas. Dentro de esta Zona y, de arriba a abajo, tectónicamente, se distinguen los siguientes complejos:

- Complejo Maláguide
- Complejo Alpujárride
- Complejo Nevado-filábride

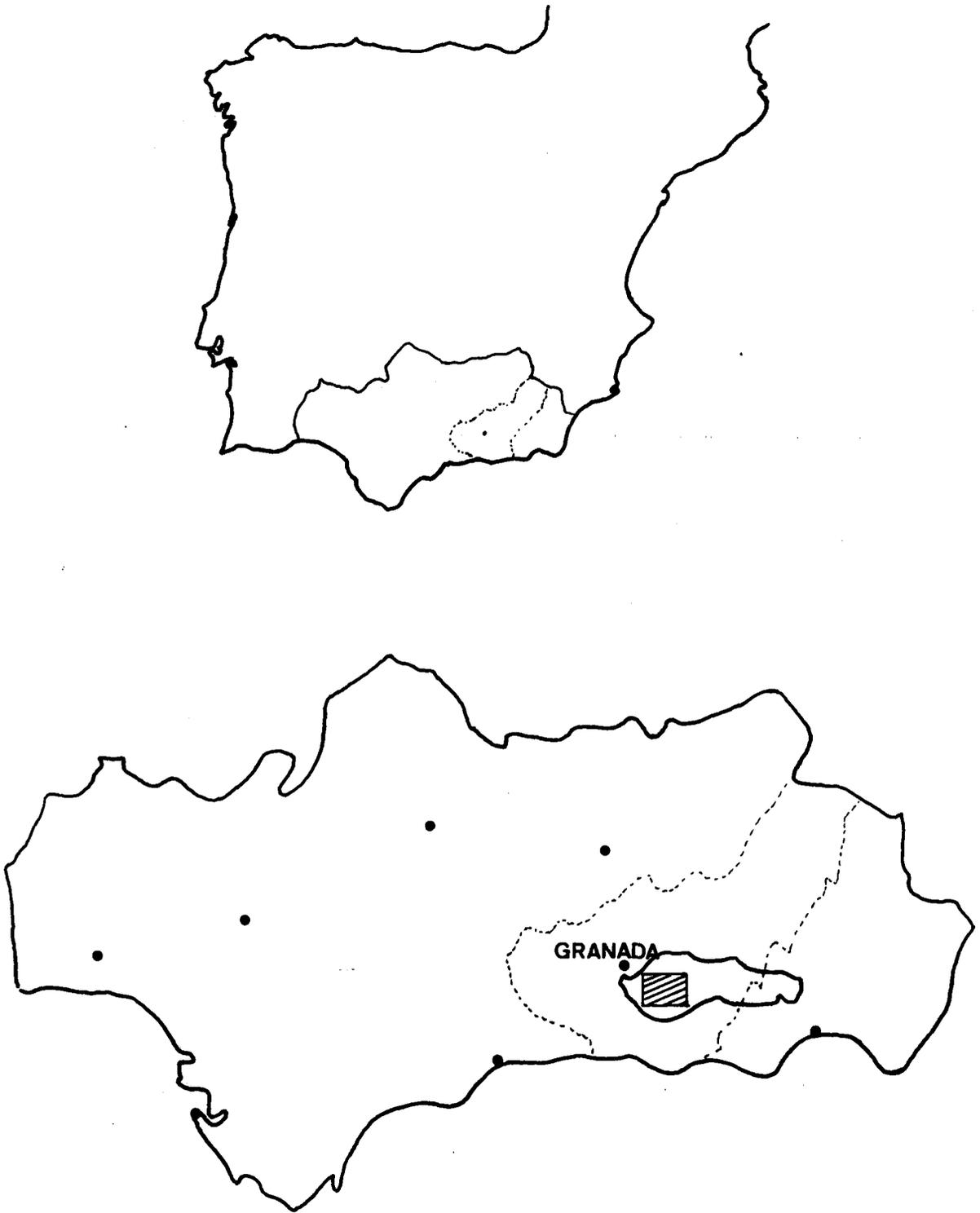


Figura 1: Localización del área de estudio.

De los tres, es el Nevado-filábride, el más inferior, el que ocupa la mayor parte del sistema montañoso y donde se halla localizado el área de distribución de las lagunas objeto del presente trabajo. El complejo Alpujárride, superpuesto tectónicamente, rodea al Nevado-filábride en todos sus bordes, aflorando en las partes inferiores de las laderas y en la "baja montaña".

De acuerdo con la sistematización propuesta por PUGA et al. (1974), el complejo Nevado-filábride está subdividido, a su vez, en los siguientes Mantos y Unidades, según su orden de apilamiento:

- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
|                      | Unidad de Las Sabinas   |
| - Manto del Mulhacén | Unidad de La Caldera    |
|                      | Unidad de San Francisco |
| - Manto del Veleta   | Unidad de Las Yeguas    |

En la figura 2 representamos las lagunas estudiadas por nosotros, que se sitúan en los materiales pertenecientes a la Unidad de Las Yeguas, del Manto del Veleta, y a los pertenecientes a la Unidad de La Caldera, del Manto del Mulhacén.

Manto del Veleta-Unidad de Las Yeguas.- Esta unidad (en blanco en el mapa de la figura 3) consta de materiales paleozoicos (eventualmente precámbricos). En general se puede decir que se trata de micasquistos grafitosos con feldespatos, cloritoide y biotita. Dentro del paquete de micasquistos se presentan algunas intercalaciones de cuarcitas y micacitas. Petrologicamente pueden separarse tres tipos fundamentales de micasquistos, haciendo su distinción sobre la base de la presencia o ausencia de estos dos minerales: cloritoide o feldespatos (micasquistos con cloritoide, con feldespatos o con biotita -si faltan los dos minerales aludidos-).

Manto del Mulhacén - Unidad de La Caldera.- Esta unidad (en rayado en el mapa de la figura 3), cuyo nombre alude a la laguna de La Caldera, una de las estudiadas, consta de mate-



Escala 1:50.000

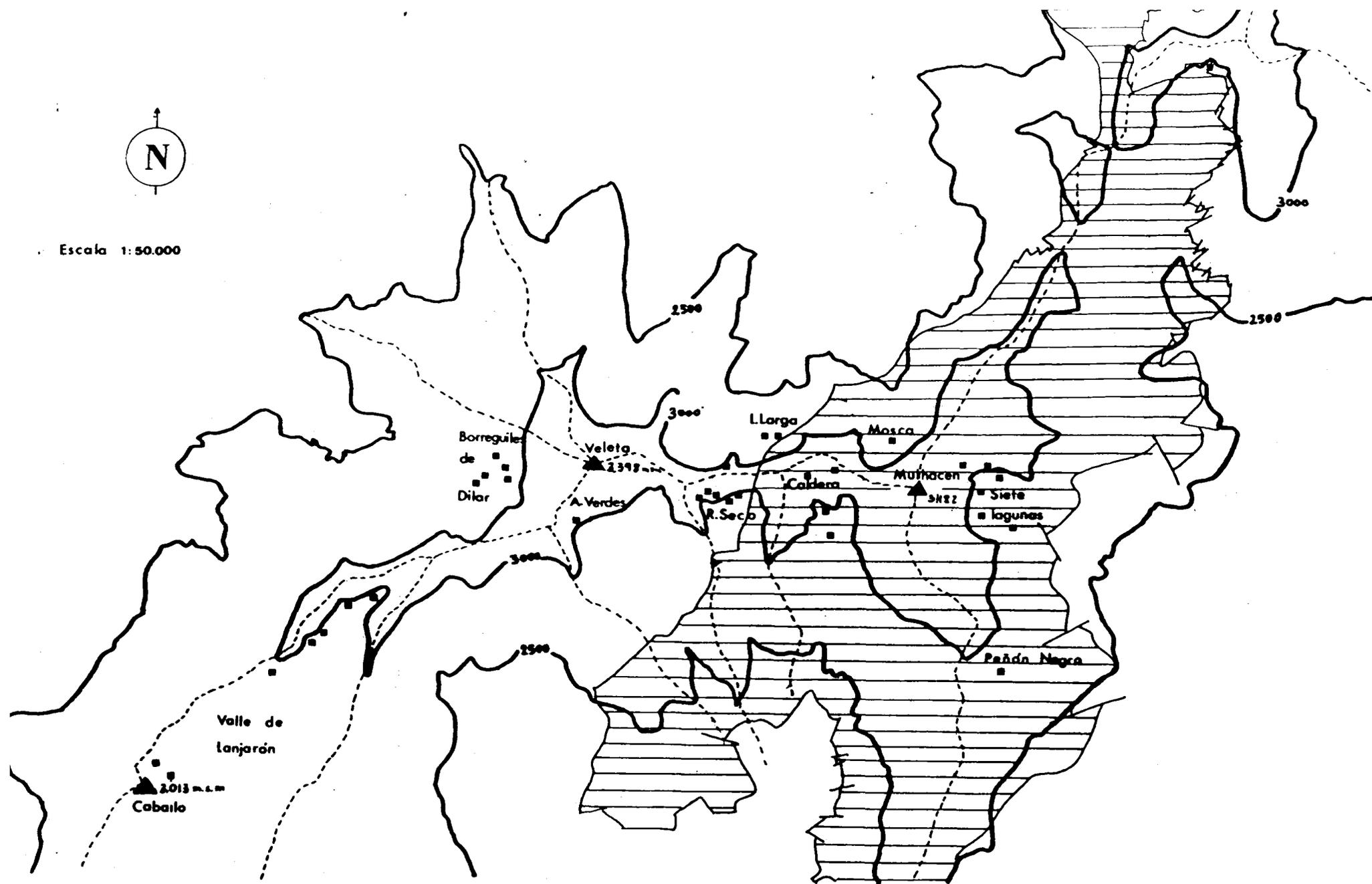


Figura 2: Situación del Manto del Mulhacén (área rayada) y Manto del Veleta (resto del área) en nuestra zona de estudio

riales permotriásicos y paleozoicos (eventualmente precámbricos). Siete Lagunas y la laguna de Peñón Negro (figura 2) se ubican sobre materiales paleozoicos de naturaleza micasquística, muy similares a la de los citados anteriormente para la Unidad de Las Yeguas. Realmente, se trata de micasquistos con distena y estaurolita. Las lagunas de La Caldera y La Mosca se sitúan, por el contrario, sobre materiales permotriásicos, más recientes. En este caso, los materiales son litológicamente algo diferentes. Se trata de cuarzo-micasquistos con feldespatos y anfíbol. Dentro de este paquete se halla intercalado un nivel guía de micasquistos grafitosos.

### Climatología.

La orientación Este-Oeste del eje mayor de Sierra Nevada determina diferencias climáticas entre la vertiente Norte y la Sur. La vertiente Sur, protegida, en general, de los vientos de componente Norte es, esencialmente, más cálida. Sin embargo, la progresión, en altitud, hace que las diferencias sean cada vez menores entre ambas caras. Las temperaturas máximas en las cotas elevadas pueden llegar a ser algo cálidas durante el verano, registrándose valores máximos, en Agosto, de 23.2°C en el observatorio del Albergue Universitario (2.500 m s.n.m.). Las mínimas alcanzan valores de -15°C en Diciembre. (Estos datos, así como los de la tabla que figura a continuación, tabla 1, han sido tomados de PEZZI y GARCIA ROSELL, 1978)

Tabla 1.- Precipitaciones y temperatura media de tres observatorios de Sierra Nevada.

Observatorio	Altitud	Observaciones (años)	Precip.med. anual(mm)	Tª media anual(°C)
Albergue Univ.	2.500	20	1.001,6	1.8
Mulhacén	3.482	11	2.439	-
Veleta	3.398	20	2.241,3	-

La pluviometría también presenta diferencias en Sierra Nevada. La parte occidental es la que recibe mayor canti-

dad de precipitaciones debido a que los vientos portadores de lluvias son, fundamentalmente, de componente O, SSO y SO. Asimismo, las precipitaciones son más elevadas conforme se progresa en altitud, como puede deducirse de los datos de la tabla 1. Por lo tanto, el área de distribución de las lagunas es de las de pluviosidad más elevada de la Sierra. Estacionalmente las lluvias se producen, en su práctica totalidad, en los diez meses comprendidos entre Septiembre de un año y Junio del siguiente. Durante los meses estivales existe, por lo tanto, una fuerte sequía (PEZZI y GARCIA ROSELL, 1978).

#### Características generales de las lagunas.

El número de lagunas de Sierra Nevada no es fácil de establecer. Además de las más conocidas existen otras que, bien por la dificultad de acceso o por desecarse en algún momento del periodo libre de hielo, son difíciles de catalogar. En términos generales, el número se podría estimar en unas 50, todas ellas situadas por encima de los 2.500 m s.n.m.

El área de distribución de las lagunas se extiende desde el cerro del Caballo, en la parte más occidental, hasta el Picón de Jéres, en la parte más oriental, según se aprecia en el mapa de la figura 2.

Como hemos mencionado, su origen es glaciario y, en su mayor parte, los diques morrénicos son los responsables de su formación, siendo la sobreescavación del hielo el agente productor en muchas ocasiones (FERRER, 1971). A pesar de que los glaciares permanecieron durante más tiempo en la cara Norte, las lagunas son más numerosas en la cara Sur de Sierra Nevada, que presenta pendientes más suaves, favoreciendo el asentamiento de estas lagunas.

El periodo libre de hielo que permite el acceso a la zona de estudio es variable, dependiendo de la climatología del año considerado. En términos generales, dicho periodo se reduce a la época comprendida entre finales de Mayo y comienzos de Ju-

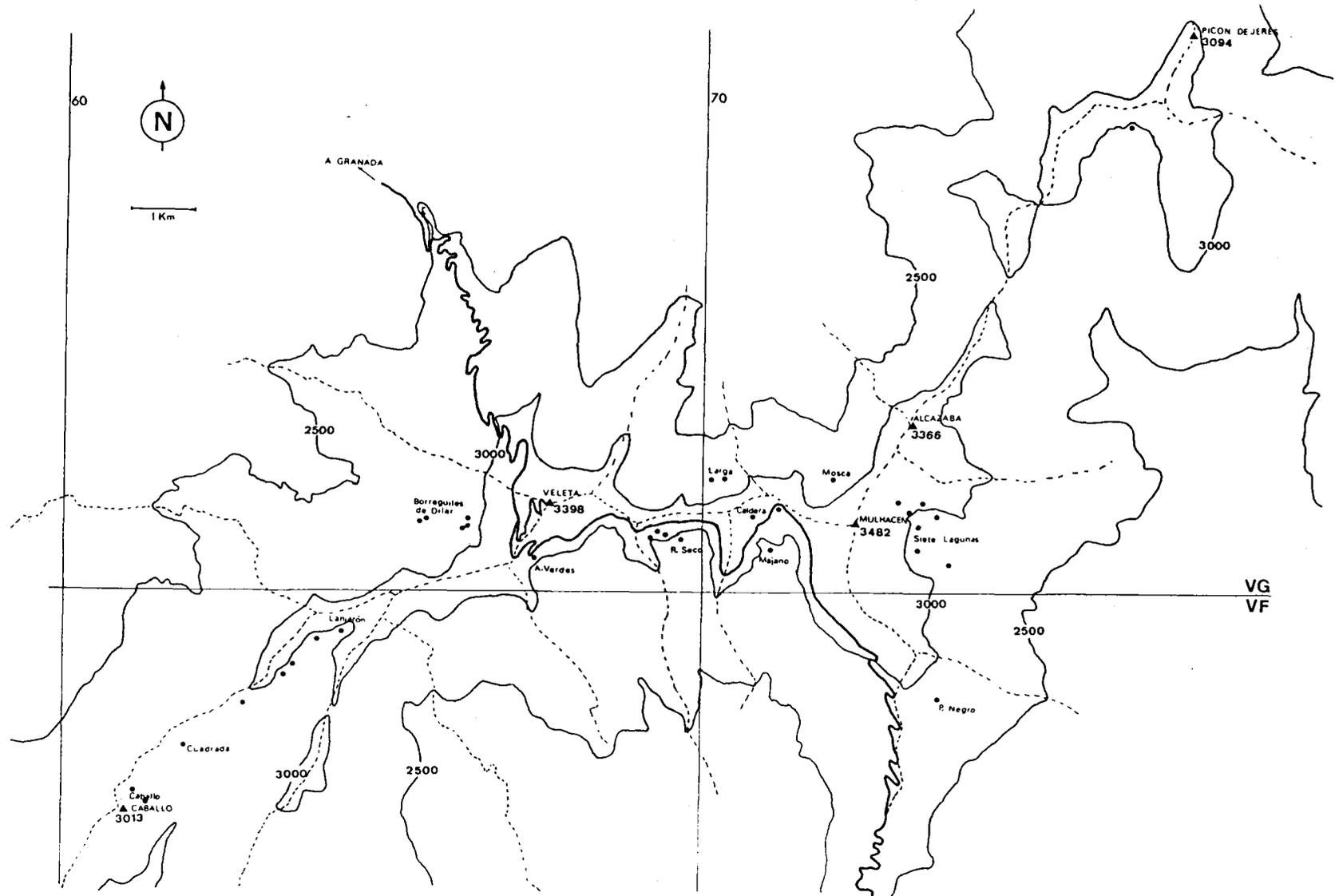


Figura 3: Situación de las lagunas en nuestro área de estudio. Se indican las coordenadas UTM.

	LAGUNAS	COORDENADAS UTM	MORFOMETRIA			VEGETAC.	PERSISTENC.
			long.	anch.	prof.		
V.R. LANJARON	Caballo	30SVF612968	30	20	-	A.V.	P
	Caballo Inf.	30SVF617971	17	10	0.2	-	T
	Cuadrada	30SVF628982	30	18	-	-	P
	Lanjarón 1	30SVF635987	3	3	0.2	-	T
	Lanjarón 2	30SVF637988	6	5	0.5	-	T
	Lanjarón 3	30SVF637988	7	6	0.5	-	T
	Lanjarón 4	30SVF634868	65	25	3	A.V.	P
	P. Colorado	30SVF639992	15	9	0.5	A.D.	P
	Lanjarón	30SVF643993	40	25	-	A.V.	P
V.R. SECO	Río Seco Sup.	30SVG692008	20	15	2	A.V.	P
	Río Seco Med.	30SVG693007	20	6	0.3	-	T
	Río Seco Inf.	30SVG696007	20	14	1	A.V.	P
	Río Seco	30SVG694007	80	30	2.5	A.V. B.	P
	Aguas Verdes	30SVG674006	50	30	1.5	A.V. B.	P
B. DILAR	Virgen Sup.	30SVG665008	50	10	1.1	A.V. B.	P
	Virgen Med.	30SVG664009	20	10	0.5	B.	P
	V. Intermed.	30SVG664009	50	10	1	-	T
	Virgen Inf.	30SVG663012	25	8	0.4	A.V.	P
	Dílar 1	30SVG654011	17	8	0.4	A.V.	P
	Dílar 2	30SVG653011	15	8	0.2	B.	P
	Dílar 3	30SVG655011	6	4	0.7	A.V.	T
V.R. MULHACEN	Caldera	30SVG708012	150	120	12	A.V.	P
	Subcaldera	30SVG708011	20	12	0.3	-	T
	Caldereta	30SVG712013	50	45	2.5	A.V.	T
	Majano	30SVG711007	80	50	1.2	A.V. B.	P
	Gemelas	30SVG712008	25	18	0.5	A.V. B.	P
	Peñón Negro	30SVF737984	100	80	2	A.V. B.	P
V. 7 LAGUNAS	Laguna 1	30SVG732016	40	40	2	-	T
	Laguna 2	30SVG735014	65	60	2.5	A.V.	P
	Laguna 3	30SVG735014	75	75	2.5	A.V.	T
	Laguna 4	30SVG733013	40	20	3	A.V. B. A.D.	P
	Laguna 5	30SVG737013	30	20	1	A.V. C.	P
	Laguna 6	30SVG734006	16	10	0.4	A.V.	P
	Laguna 7	30SVG739004	150	40	1	A.V. B.	P
	Mosca	30SVG721018	75	35	-	A.V. B.	P
V. VAL+ DEINF.	Larga	30SVG704018	200	40	-	A.V.	P
	Laguneto	30SVG702018	25	12	1.2	A.V. B.	P

Tabla II.- Situación, morfometría, vegetación y durabilidad de las lagunas de Sierra Nevada estudiadas durante 1981.

P= permanentes; T= temporales; Valores de Morfometría= en metros.

Vegetación litoral: A.V.= Algas verdes filamentosas; A.D.=Asociaciones de diatomeas; B.= Vegetación briofítica; C.= Cianofitas.

nio y finales de Septiembre o comienzos de Octubre.

Para la realización de nuestro estudio hemos tratado de muestrear un número elevado de lagunas que nos permitieran caracterizar bien las comunidades de Rotíferos Monogonontes de las lagunas de alta montaña en Sierra Nevada. En total, y refiriéndonos al año 1981, el más intensamente muestreado, se siguieron periódicamente 37 lagunas permanentes y temporales, que se distribuyen por toda el área mencionada. En la tabla 2 exponemos la lista de estas lagunas. Se ha procurado respetar las toponimias locales, aunque en muchos casos se trate sólo de nombres populares. En todo caso, reseñamos las coordenadas UTM de cada una de las localizaciones.

Como se observa en la figura 3, las lagunas se encuentran, generalmente, agrupadas en valles individualizados. En la mayoría de ellas existe una circulación de agua provocada por unas entradas de la cuenca de recepción y unas salidas hacia cotas más bajas. Generalmente, entradas y salidas se alinean con el eje mayor de la laguna, que suele coincidir con la línea de máxima pendiente. La salida está, normalmente, más localizada que las entradas, que suelen ser más numerosas y dispersas. De todas las lagunas estudiadas, únicamente las de La Caldera y Laguna Larga no presentan salidas superficiales de agua.

Conviene resaltar que, dentro de una cuenca-vertiente, las lagunas se pueden disponer de forma arrosariada cuando, estando a diferente altura, el agua circula entre ellas uniéndolas. Esta disposición ocurre, en especial, en el valle de Siete Lagunas, donde encontramos dos series de lagunas que, de mayor a menor altitud, son: Lagunas 1, 2 y 5, en una cadena, y lagunas 3, 4 y 6 en otra. Ambas series confluyen en la laguna 7 que se sitúa en la cota más baja del conjunto. En el resto de las lagunas, excepto en Dílar 1 y Dílar 2, que presentan una disposición similar, los aportes y salidas de agua son independientes.

La morfología de las lagunas es, en general, subcircular o alargada. En la tabla 2 ofrecemos algunos parámetros morfométricos. Estos datos se refieren al primer muestreo efectuado en cada laguna durante 1981, pero sufren una considerable variación conforme progresa la estación cálida y se producen fenómenos de desecación. Los tamaños de las lagunas dependen, también, de la climatología del año considerado, como se puede apreciar en las oscilaciones del nivel del agua de la laguna de La Caldera durante los años 1970-1978 (CRUZ-PIZARRO, 1981). A este respecto, hay que señalar que los datos que ofrecemos en la tabla 2 se refieren a un año en que la sequía se hizo notar de forma especial.

Respecto a la vegetación litoral, las lagunas están escasamente pobladas en general. Macroscópicamente, se distinguen Briofitos, algas verdes filamentosas (Cignematáceas) y agrupaciones filamentosas de Diatomeas. En la tabla 2 exponemos los principales tipos de vegetación litoral que hemos apreciado en las lagunas.

El fitoplancton de la laguna de La Caldera ha sido estudiado por MARTINEZ (1975, 1977 y 1980) y está dominado por las clase Chrysophita (en particular, el género Chromulina).

MORALES BAQUERO, Rafael

Estudio de las comunidades de rotíferos monogou-  
tes de las lagunas de alta montaña de Sierra Nevada/  
Rafael Morales Baquero. - Granada: Universidad, Fa-  
cultad de Ciencias, 1985

[314] h. graf. : 29 cm

Tesis Universidad de Granada

I. Universidad de Granada. Facultad de Ciencias, ed.

577.475 (468.15) Sierra Nevada (013)

2º Ejemp.

## MATERIAL Y METODOS

### Métodos de campo

El material empleado en el presente estudio se ha obtenido de una serie de muestreos periódicos realizados en la zona litoral de 37 lagunas de Sierra Nevada, durante los periodos libres de hielo de los años 1980 y 1981.

La dificultad que supone el acceso a muchas de las lagunas y, en general, las condiciones meteorológicas, han condicionado la frecuencia de muestreo; dificultades a las que, durante 1980 se sumó el tiempo invertido en la localización de todas las lagunas y de sus accesos. Durante 1981 el muestreo fue mucho más intenso y permitió más asiduidad en la mayor parte de las lagunas.

Las lagunas y los días muestreados en cada año figuran en la tabla Ia y Ib del Apéndice.

En cada laguna se eligió un punto fijo en el perímetro lagunar, a partir del cual, a una distancia variable de la orilla, se tomaban las muestras. La elección de este punto se hizo considerando que fuera representativo de la totalidad de los hábitats de la laguna. Se tomaron dos tipos de muestras: cualitativas y cuantitativas.

Los muestreos cuantitativos se efectuaron, siempre, en primer lugar, tomando, mediante un recipiente de plástico de 20 litros de capacidad, la muestra de agua de la laguna. Esta toma se realizó procurando no alterar el bentos ni el perifiton. A partir del punto fijo de muestreo situado en el perímetro, y a una distancia variable de la orilla, dependiendo de la inclinación del fondo lagunar, se realizó la toma de la muestra justo donde la profundidad (aproximadamente 30 cm) permitiera la inmersión completa del recipiente. El volumen de agua recogido se filtró a través de una malla de nital de 45  $\mu$ m de luz de poro, que, inmediatamente después, era conservada en un frasco de formol al 4%.

Las muestras cualitativas se tomaron a continuación

de las cuantitativas y se efectuaron mediante una red simple de plancton, cerrada, de 50 cm de longitud y 30 cm de diámetro de boca, y malla de, igualmente, 45  $\mu$ m de luz, realizando varias pasadas, procurando tomar de todos los hábitats presentes sacudiendo musgos y removiendo el fondo, así como de la parte más profunda de la laguna, con objeto de obtener una representación lo más completa posible de los Rotíferos presentes. Además, se tomaron muestras separadas de vegetación sumergida y sedimento. Todas estas muestras se conservaron en formol al 4%.

Durante 1980 se midió, en cada muestreo, la temperatura (mediante termómetro de mercurio calibrado entre -10 y 60°C) y pH (mediante pHmetro digital Orion modelo 201). Simultáneamente se tomó una muestra de agua para la determinación de la concentración de Oxígeno disuelto.

Durante 1981, gracias a la ayuda de un aparato de medida Hydrolab, modelo digital 4041, se midió, directa y simultáneamente, la temperatura, el pH, concentración de Oxígeno y conductividad, introduciendo los sensores a 15 cm de profundidad. También, en este último año, se tomaron, de forma ocasional, muestras de agua para la determinación de alcalinidad, Nitritos, Nitratos y Fosfatos.

#### Métodos de laboratorio.

##### Análisis químicos.-

-Determinación de Oxígeno disuelto: Para la determinación de la concentración de Oxígeno disuelto en las muestras de 1980 se siguió el método volumétrico de WINKLER (en GOLTERMAN, 1971) teniendo en cuenta las correcciones necesarias por la altitud a que estaban tomadas las muestras.

-Alcalinidad: Se siguió el método volumétrico según se expresa en GOLTERMAN (1971).

- Nitritos: Se determinaron siguiendo el método colorimétrico de SHINN (1941) (en STRICKLAND y PARSON, 1968). La medida de

la absorbancia se hizo utilizando un colorímetro Spectronic 20 de Baush & Lomb

- Nitratos: Se determinaron, previa reducción a nitritos, en columna de limaduras de Cadmio, que fueron analizados según la metodología anterior.

- Fosfatos: Se valoraron mediante el método colorimétrico de MURPHY Y RILEY (1963) ( en STRICKLAND y PARSON, 1968). La absorbancia se midió, igualmente, con un colorímetro Spectronic 20 de Baush & Lomb.

Identificación de especies: Biometría.- Los individuos se extrajeron de las muestras cualitativas separándolos mediante aspiración, con un gotero capilar, del sedimento, bajo microscopio P.Z.O. a 125 aumentos y montados, en preparaciones semipermanentes (sellados con vaselina y laca de uñas) para su posterior observación en un microscopio Leitz Laborlux a 500 y 1.250 aumentos, para estudios más detallados. Las medidas se efectuaron previo dibujo de los ejemplares con auxilio de una cámara clara, Leitz, incorporada al microscopio de la misma marca.

Los estudios del mastax se efectuaron mediante disolución de las partes blandas con hipoclorito sódico y observación a 1.250 aumentos.

Recuento.- Los recuentos se llevaron a cabo, previa separación del filtro sedimentando las muestras en cámaras de sedimentación tipo Utermöhl de 50cc de capacidad, siguiendo la metodología expuesta en SCHWOERBEL, 1975. Para efectuar el conteo se usó un microscopio invertido Union Optical Tokio, a 100 aumentos, recorriendo la totalidad de la superficie de sedimentación de la placa. Cuando la capa de individuos sedimentados impedía el paso de la luz y el recuento directo, se procedió a extraer fracciones de dicha capa, que se extendían sobre una cámara de recuento de dimensiones: 50X X 20 X 1 mm, realizándose el recuento bajo un microscopio nor

mal P.Z.O. a 125 aumentos. Estas extracciones se repitieron las veces necesarias hasta lograr el contaje total de la capa sedimentada.

### Métodos estadísticos.

Todos los tests que damos a continuación han sido tomados de SOKAL & RHOLF (1969).

### Test de significancia de diferencias entre dos varianzas.

Para comprobar si dos poblaciones presentan la misma varianza, se ha usado el siguiente test.

$$F_s = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

donde  $S_1^2$  y  $S_2^2$  son las varianzas mayor y menor, respectivamente, de las poblaciones que se comparan.

Se considera que el resultado es significativo si  $F_s$  es mayor que el valor de  $F_{\alpha/2} (v_1, v_2)$  ( $v_1 = n_1 - 1$  y  $v_2 = n_2 - 1$ ), donde  $n_1$  y  $n_2$  son los tamaños de las poblaciones 1 y 2, respectivamente.

### Test $F_{\text{máx}}$ de homogeneidad de varianzas en un grupo de poblaciones.

Para comprobar si las varianzas de un conjunto de poblaciones son iguales, se ha empleado el test  $F_{\text{máx}}$ , que tiene la siguiente expresión.

$$F_{\text{máx}} = \frac{S_{\text{máx}}^2}{S_{\text{mín}}^2}$$

donde  $S_{\text{máx}}^2$  y  $S_{\text{mín}}^2$  son las varianzas mayor y menor del grupo, respectivamente.

Se considera que las varianzas son heterogéneas, si

el valor del cociente es mayor que el que se encuentra en una tabla de distribución acumulativa de  $F_{\text{máx } \alpha}(a, n-1)$ , donde  $\alpha$  = nivel de significancia,  $a$  = nº de poblaciones que se comparan y  $n$  = nº de individuos de la población menos numerosa.

Test de igualdad de las medias de dos muestras de varianzas desiguales.

Cuando no se ha podido probar igualdad en la varianza de dos poblaciones, para comparar si éstas tienen medias iguales, se ha usado el siguiente test.

$$t'_s = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

donde  $\bar{x}_1$  y  $\bar{x}_2$  son los valores medios de las poblaciones 1 y 2.  $s_1^2$  y  $s_2^2$  son las varianzas de dichas poblaciones y,  $n_1$  y  $n_2$ , los tamaños de las poblaciones 1 y 2.

Se considera significativo, es decir, desigualdad en las medias, cuando el valor hallado es mayor que el de la distribución t-Student con  $\alpha$  nivel de significación y  $df'$  grados de libertad. Los grados de libertad se han calculado mediante la siguiente expresión, tomada de DOWNING & RIGLER (1984).

$$df' = \frac{(s_1^2 + s_2^2)^2}{\frac{s_1^4}{n_1 - 1} + \frac{s_2^4}{n_2 - 1}}$$

Test de igualdad de las medias de dos muestras de varianzas iguales.

Cuando las varianzas entre las poblaciones no demuestran ser muy desiguales, para probar la desigualdad de las me-

días, se usó el siguiente test.

$$t_s = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_2} + \frac{S_2^2}{n_1}}}$$

donde  $\bar{x}_1$  y  $\bar{x}_2$  son los valores medios de las poblaciones que se comparan.  $S_1^2$  y  $S_2^2$  son las varianzas de dichas poblaciones y  $n_1$  y  $n_2$  los tamaños de dichas poblaciones.

Se considera que las poblaciones tienen medias diferentes, cuando el valor obtenido al aplicar el test es mayor que  $t_{\alpha} (n_1+n_2-2)$ .

Test aproximado de igualdad de medias cuando las varianzas son heterogéneas.

Para comprobar si un grupo de poblaciones, cuyas varianzas son desiguales, han presentado medias iguales, usamos el siguiente test.

$$F'_s = \frac{\frac{(\sum^a n_i / S_i^2 \bar{x}_i^2) - (\sum^a n_i / S_i^2 \bar{x}_i)^2}{a - 1}}{1 + \frac{2(a - 2)}{a^2 - 1} \cdot \sum \frac{1 - \left(\frac{n_i / S_i^2}{\sum n_i / S_i^2}\right)^2}{n_i - 1}}$$

donde  $a = n^\circ$  de poblaciones que se comparan,  $n_i = n^\circ$  de individuos de la población  $i$ ;  $\bar{x}_i =$  media de la población  $i$ , y  $S_i^2 =$  varianza de la población  $i$ .

Se considera que las medias no son iguales, si el resultado de este test es mayor que el que se encuentra en unas tablas de distribución  $F_{\alpha} (j_1, j_2)$  donde  $\alpha =$  nivel de significación.

$$v_1 = a - 1 \quad \text{y} \quad v_2 = \frac{a^2 - 1}{\frac{1 - \left( \frac{\sum_{i=1}^a n_i / s_i^2}{\sum_{i=1}^a n_i / s_i^2} \right)^2}{n_i - 1}}$$

Test de significación del coeficiente de regresión.

Para probar si el coeficiente de regresión de la recta minimocuadrática  $y = bx + a$ , se diferencia significativamente de cero, se emplea el siguiente test.

$$t = \frac{b}{S_b}$$

donde  $b$  es el coeficiente de regresión y  $S_b = \sqrt{\frac{S_{yx}^2}{\sum x_i^2}}$ , siendo

$$S_{yx}^2 = \frac{\sum y^2 - b \sum xy}{n - 2}$$

Si el valor obtenido es mayor que el de la distribución t-Student, con un nivel de significancia  $\alpha$  y  $n-2$  grados de libertad (siendo  $n$  el nº de pares de valores sobre los que se ajusta la recta), se considera que el coeficiente de regresión es diferente de 1.

Significación de los coeficientes de correlación.

La significación del coeficiente de correlación se ha establecido por comparación con los de la tabla Y del libro de tablas de SOKAL y RHOLF (1969)

## RESULTADOS Y DISCUSION

### CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LAS LAGUNAS.

El muestreo llevado a cabo durante 1980 incluyó la medida de temperatura, pH y concentración de Oxígeno, cuyos resultados mostramos en la tabla III. En 1981 se midieron, habitualmente, los mismos parámetros, más la conductividad. Los resultados obtenidos este año los mostramos en las gráficas de la fig. 4, donde sólo hemos representado las lagunas que se han muestreado, por lo menos, tres veces en dicho año, permitiéndonos seguir, "grosso modo", la evolución de dichos parámetros durante el periodo estudiado.

Los valores obtenidos para el resto de las lagunas se pueden ver en la tabla Ia del apéndice.

Los valores obtenidos en los dos años son, en general, comparables, teniendo en cuenta las fuertes oscilaciones que, en algunas ocasiones, se han observado en 1981 y, también, que los datos de 1980 se refieren, en la mayoría de los casos, a un único muestreo.

También, durante 1981, se ha medido, esporádicamente, el contenido en Nitratos y Fosfatos, así como la alcalinidad de la mayoría de las lagunas, cuyos resultados mostramos en la tabla IV.

Tanto los valores de Nitratos, como los de Fosfatos y la alcalinidad revelan el carácter oligotrófico de las lagunas de Sierra Nevada, mostrándose, en la mayoría de las ocasiones, un fuerte déficit de Fosfatos, aunque también los Nitratos llegan a faltar en algunos casos. Los valores más elevados de nutrientes se registran en las lagunas del Valle de Dílar y en las del Valle de Siete Lagunas.

En lo sucesivo, nos centraremos en el estudio de los cuatro parámetros medidos rutinariamente en el año 1981.

	T <sup>a</sup>	O <sub>2</sub>	pH	fecha
<u>V.R.Lanjarón</u>				
P. Colorado	-	6.03	7.5	8-8-80
Lanjarón	16	6.8	7.5	8-8-80
<u>V. Rioseco</u>				
Rioseco Sup.	19	3.88	6.04	13-8-80
Rioseco	19	6.04	5.15	13-8-80
<u>Aguas Verdes</u>				
	17	7.73	7.65	13-8-80
<u>V. Dílar</u>				
Virgen Sup.	20	7.4	7.3	8-8-80
	7	8.2	7.3	29-8-80
Virgen Med.	21	5.4	6.5	8-8-80
	11	6.68	7.45	29-8-80
Virgen Inf.	15	6.4	5.95	8-8-80
	17	7.4	7.24	29-8-80
Dílar (1)	11	7.56	7.3	29-8-80
Dílar (2)	11	7.73	7.15	29-8-80
<u>V.R.Mulhacén</u>				
Caldera	16	5.71	6.35	23-8-80
Majano	19	5.39	6.8	23-8-80
Gemela	17	5.95	6.25	23-8-80
<u>Peñón Negro</u>				
	22	6.9	7.2	4-9-80
<u>V.7 lagunas</u>				
Laguna (2)	12	6.6	5.8	25-9-80
" (4)	11	-	6.7	25-9-80
" (5)	16	8.8	6	25-9-80
" (6)	14	-	5.75	25-9-80
" (7)	8.5	-	6.3	25-9-80
<u>V.R.Valdeinfierno</u>				
Larga	15	6.68	6.75	13-9-80
L.L.L.	10	7.48	6.65	13-9-80

Tabla III: Valores de temperatura, concentración de Oxígeno y pH, en diferentes lagunas, durante 1980.

	Alcalinidad	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
	meq/l	µg P/l	µg N/l
A. Verdes			
14-7-81	-	0.5	0.20
7-8-81	-	0.5	ND
25-8-81	-	ND	0.35
2-9-81	-	ND	0.20
Virgen Sup.			
19-6-81	-	ND	12.60
10-7-81	-	0.5	ND
11-8-81	-	0.5	ND
18-9-81	-	ND	0.3
Virgen Med.			
19-6-81	-	ND	0.7
10-7-81	1.04	ND	0.5
4-8-81	-	2.1	0.2
25-8-81	-	ND	0.2
18-9-81	-	ND	0.2
Virgen Inf.			
10-7-81	-	0.3	ND
4-8-81	0.74	0.8	ND
25-8-81	-	ND	0.5
Dílar (2)			
10-7-81	1	0.5	0.3
4-8-81	-	ND	0.5
18-9-81	0.9	ND	ND
Dílar (1)			
10-7-81	0.78	ND	0.3
4-8-81	0.44	-	0.3
25-8-81	0.42	ND	ND
18-9-81	0.9	ND	0.2
Caldera			
24-6-81	-	ND	0.3
30-6-81	-	ND	0.45
7-8-81	-	ND	0.35

Tabla IV : Valores de alcalinidad, Fosfatos y Nitratos, medidos en diferentes fechas y lagunas durante 1981.

	Alcalinidad meq/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> µg P/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> µg N/l
Caldereta			
4-6-81	-	ND	0.3
13-6-81	-	ND	0.3
14-7-81	-	ND	0.3
Subcaldera			
5-6-81	-	ND	0.45
13-6-81	-	ND	0.35
Majano			
5-6-81	-	ND	4.5
30-6-81	-	ND	0.3
14-7-81	1.10	ND	0.4
2-9-81	-	ND	0.45
Gemelas			
13-6-81	-	ND	0.3
30-6-81	-	ND	0.2
14-7-81	1.02	0.8	ND
2-9-81	-	ND	ND
P. Negro			
6-6-81	1.4	ND	0.2
17-7-81	-	ND	0.3
21-8-81	-	ND	0.65
Mosca			
21-7-81	-	ND	0.5
14-8-81	0.34	ND	0.2
L. larga			
20-7-81	-	ND	3.0
18-8-81	-	ND	0.45
11-9-81	-	ND	ND
L.L.L.			
20-7-81	-	ND	13
11-9-81	-	ND	0.3

Tabla IV : Continuación

	Alcalinidad meq/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> μg P/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> μg N/l
7 lg 1			
4-7-81	-	0.8	11
7 lg 2			
12-6-81	-	ND	5.5
4-7-81	-	ND	1.4
16-7-81	-	0.5	0.3
11-8-81	0.4	ND	0.4
8-10-81	-	ND	0.45
7 lg 3			
12-6-81	-	ND	11.0
4-7-81	0.44	ND	11.8
7 lg 4			
12-6-81	0.46	ND	0.3
4-7-81	-	ND	1.0
16-7-81	-	0.8	0.45
11-8-81	0.92	ND	0.35
8-10-81	-	1.3	0.2
7 lg 5			
4-7-81	-	ND	0.5
16-7-81	-	0.8	0.3
11-8-81	0.72	ND	0.3
7 lg 6			
16-7-81	-	ND	0.45
11-8-81	0.72	ND	11.6
8-10-81	-	ND	0.35
7 lg 7			
12-6-81	-	ND	12.5
4-7-81	-	ND	2.3
16-7-81	-	ND	3.4
11-8-81	-	ND	0.3
8-10-81	-	ND	0.2

Tabla IV : Continuación

	Alcalinidad meq/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> µg P/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> µg N/l
Caballo			
28-8-81	0.08	ND	0.30
14-7-81	-	ND	0.35
Caballo Inf.			
14-7-81	-	ND	0.20
Cuadrada			
29-8-81	-	0.5	ND
Lanjarón (4)			
7-7-81	-	ND	1.40
28-7-81	-	ND	0.35
Lanjarón			
7-7-81	0.36	ND	0.50
28-7-81	0.56	ND	0.35
29-8-81	0.56	ND	ND
P. Colorado			
7-7-81	0.52	ND	1.0
28-7-81	0.38	ND	ND
Rioseco Sup.			
30-6-81	-	ND	0.30
14-7-81	0.64	0.8	0.30
7-8-81	-	ND	0.30
Rioseco Med.			
30-6-81	1.22	ND	0.30
Rioseco			
30-6-81	-	ND	0.20
14-7-81	0.78	1.3	0.50
7-8-81	0.1	ND	0.30
Rioseco Inf.			
30-6-81	-	ND	0.30
14-7-81	0.78	1.3	0.50
7-8-81	0.26	ND	0.35

Tabla IV : Continuación

### Temperatura

Los valores de las temperaturas registradas abarcan una amplia gama, variando entre 5 y 25.3°C, si bien, las diferencias entre la temperatura más cálida y la más fría registradas dentro de una misma laguna, no superan los 11.4°C en ninguna de ellas (la diferencia, entre temperaturas extremas, más elevada se registra en la laguna 5 del Valle de Siete Lagunas). Esto hace que muchas lagunas presenten apreciables diferencias térmicas entre sí, como queda reflejado en la figura 5, donde se ha representado la temperatura media, para el periodo estudiado, de cada laguna.

La evolución de las temperaturas a lo largo del periodo estival en las lagunas muestra un máximo que se alcanza en Julio o Agosto, a partir del cual los valores descienden progresivamente. Sin embargo, en algunas lagunas se han registrado calentamientos bruscos hacia el final del periodo de estudio (ver la evolución de la temperaturas en Río Seco Inferior).

Debido al alto calor específico del agua, ésta actúa como un acumulador de calor (MARGALEF, 1983). Por esto, las temperaturas registradas, a pesar de ser, en algunos casos, bastante elevadas, son normales en las lagunas someras, o en las zonas litorales de aquéllas de mayor profundidad, durante los meses de verano en la alta montaña e, incluso, en el Ártico (THOMASSON, 1956). Normalmente, las lagunas con menos profundidad son las que han presentado temperaturas más elevadas, y nuestros valores son parecidos a los que se alcanzan en Los Pirineos, hasta 21°C (MIRACLE, 1978).

Otro factor, también puesto de manifiesto por THOMASSON (1956), que interviene decisivamente en las oscilaciones de las temperaturas alcanzadas por las lagunas de alta montaña, es la circulación del agua. Ya vimos cómo, en ciertas lagunas, existe un flujo determinado por una entrada de

agua, procedente del deshielo de los neveros de su zona de captación y una salida hacia cotas más bajas. Este flujo no es continuo durante todo el periodo de muestreo, sino que se va reduciendo conforme se agotan los acúmulos de nieve e, incluso, llega a cortarse del todo en algunas lagunas.

En estos casos, se produce un aumento de la temperatura, al final del periodo de estudio, por efecto de dos factores conjugados: la disminución del volumen de agua en la laguna y la pérdida de un aporte de agua fría. Estos son los motivos de las oscilaciones en la evolución de la temperatura registrada en ciertas lagunas, como la comentada en Río Seco Inferior.

Por el contrario, las lagunas de mayor volumen, como, por ejemplo, La Caldera, sin flujo de agua, muestran calentamientos y enfriamientos que evolucionan más uniformemente.

### Oxígeno

Las concentraciones medidas de Oxígeno disuelto en agua muestran que las lagunas están todas muy bien oxigenadas, siendo el valor más bajo encontrado de 5.1 mg O<sub>2</sub>/l (Virgen Inferior), mientras que el mayor es de 10.3 mg O<sub>2</sub>/L (Laguneto de Laguna Larga), lo que representa fuertes valores de saturación de Oxígeno dada la altitud de nuestro área de estudio (presión estimada para 2.900 m.s.n.m. : 543 mm Hg; GOLTERMAN, 1971). (ver tabla Ib del apendice).

Las fluctuaciones de la concentración de Oxígeno suelen estar en relación inversa con las temperaturas, aunque, en algunas lagunas, como Majano y Gemelas, se produce un aumento de Oxígeno paralelo al de la temperatura, especialmente durante las fechas centrales del periodo de estudio, lo que hace suponer que, en estos casos, la actividad fotosintética es mayor (MARGALEF, 1980; BALVAY et BLAVOUX, 1981).

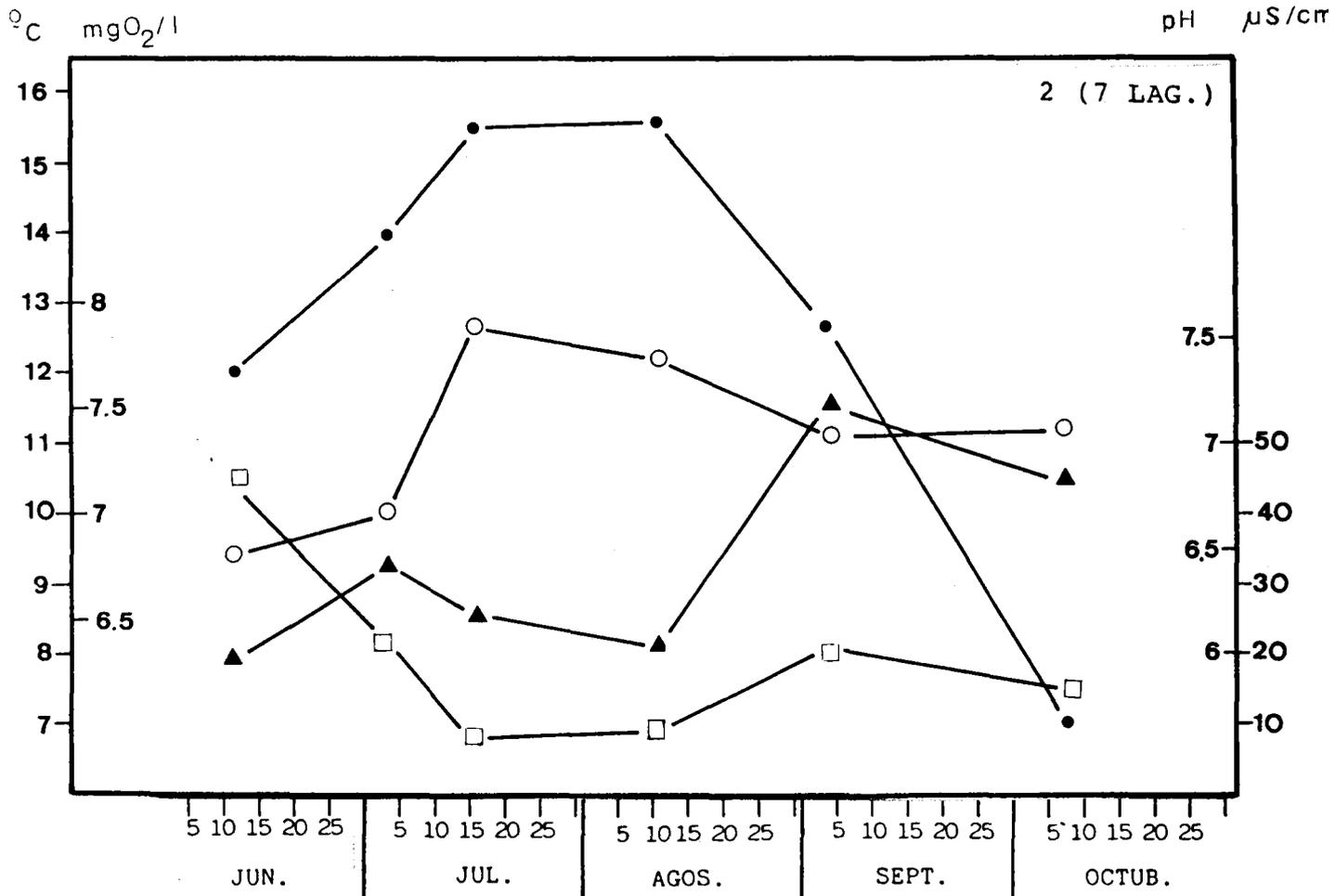


Figura 4: Evolución de los valores de temperatura (●), concentración de Oxígeno (○), pH (▲) y conductividad (□) en las diferentes lagunas durante el periodo estudiado.

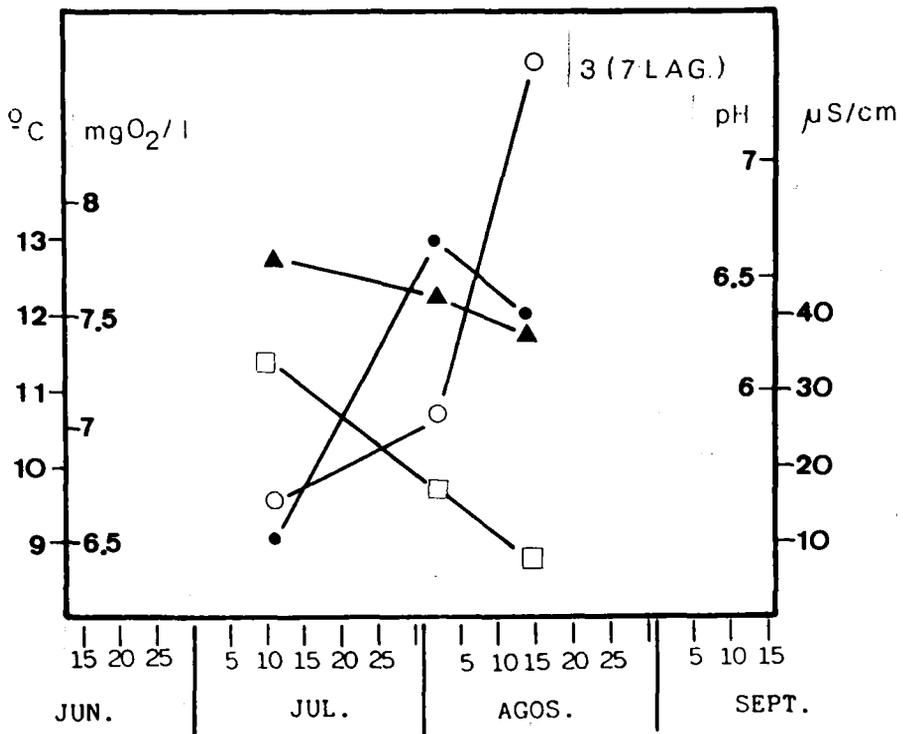
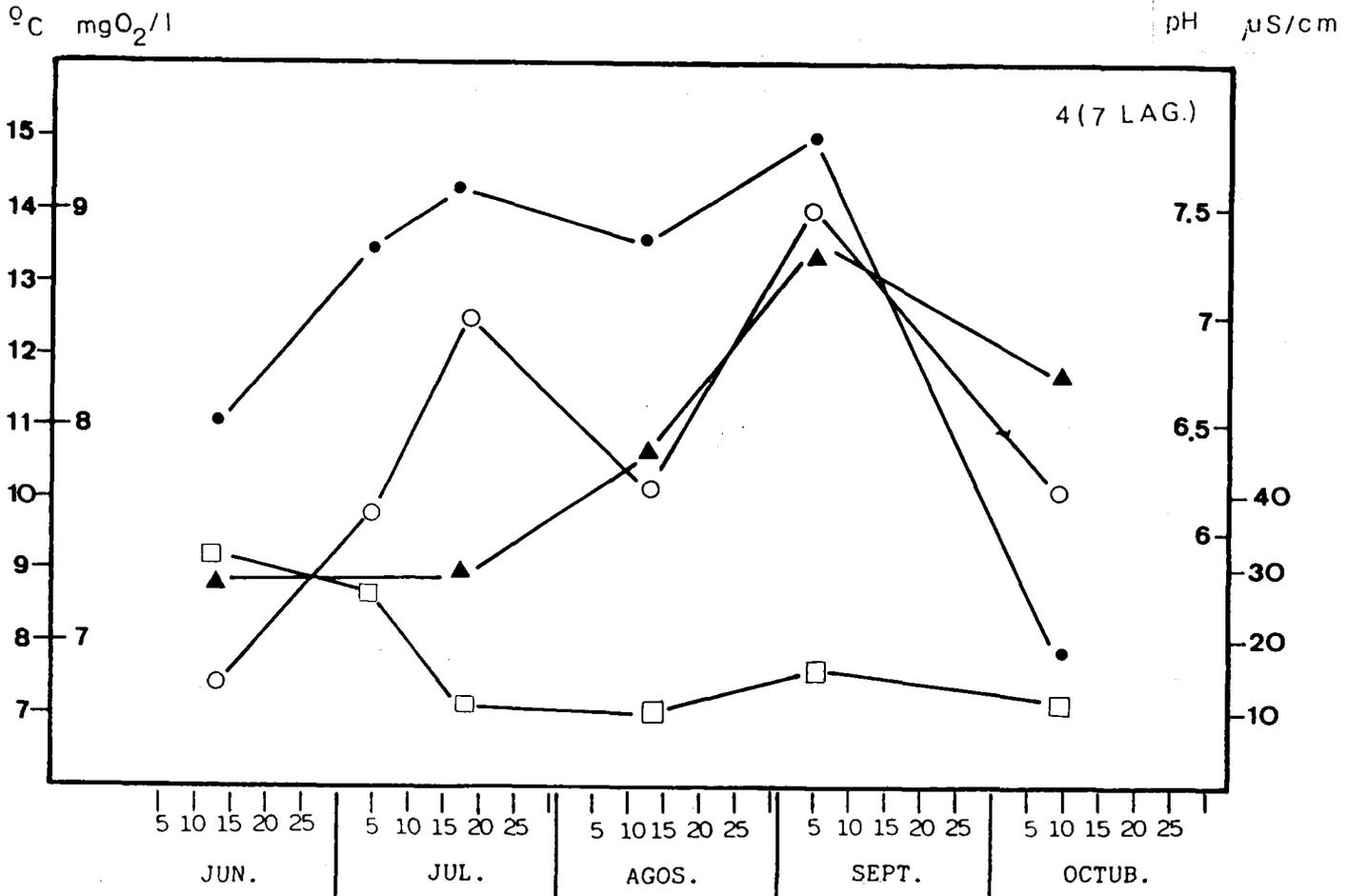


Figura 4: Continuación

°C mgO<sub>2</sub>/l pH μS/c

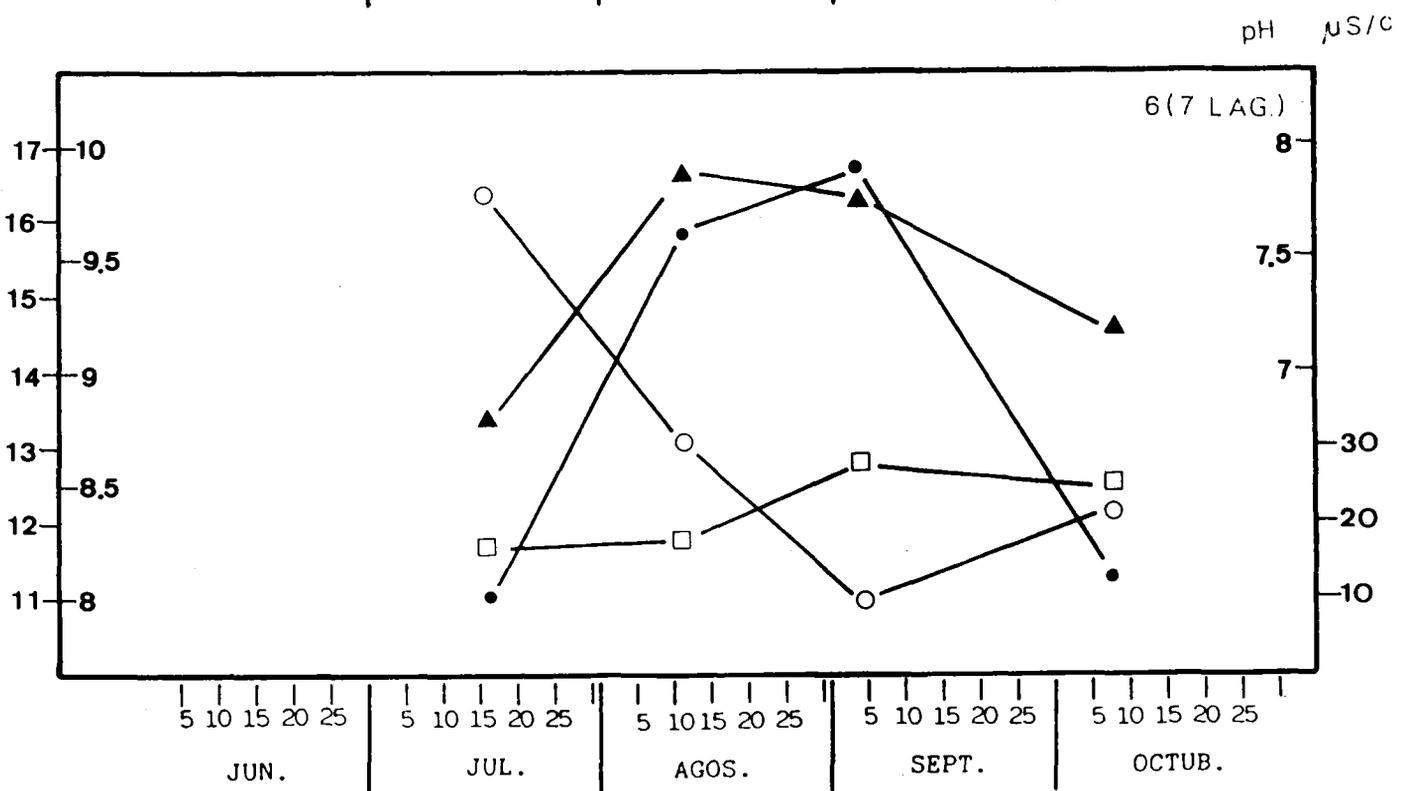
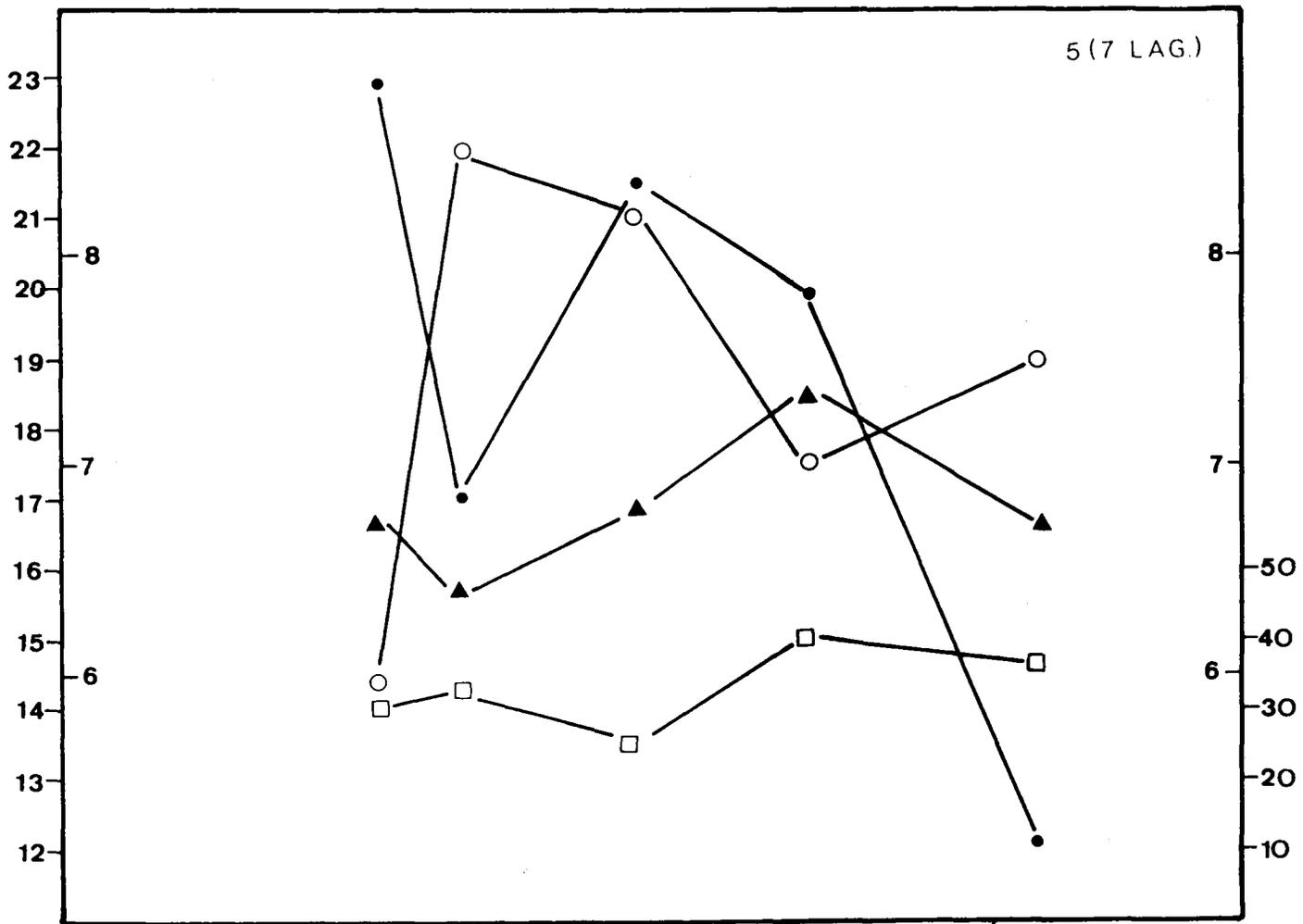


Figura 4: Continuación

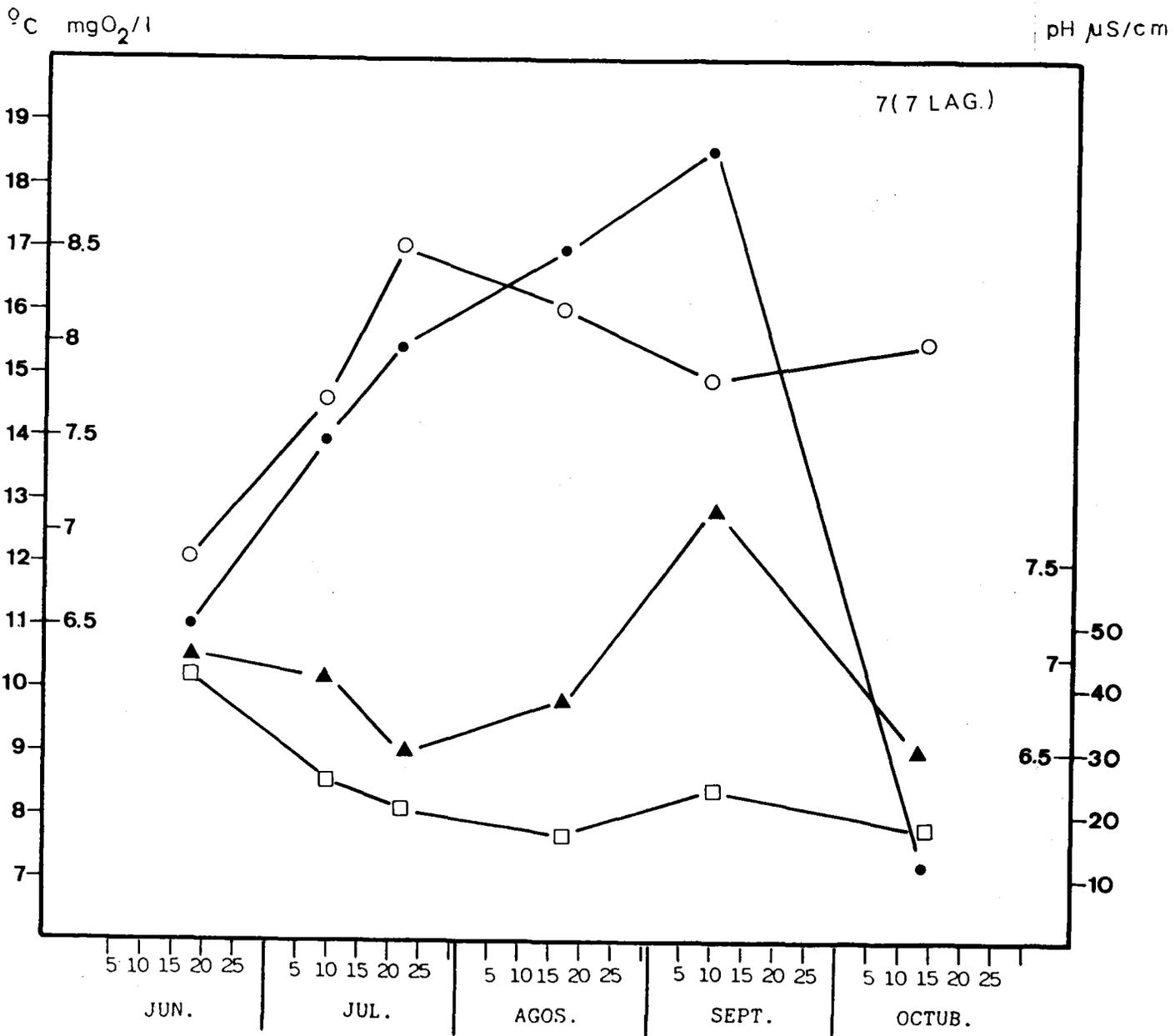


Figura 4: Continuación

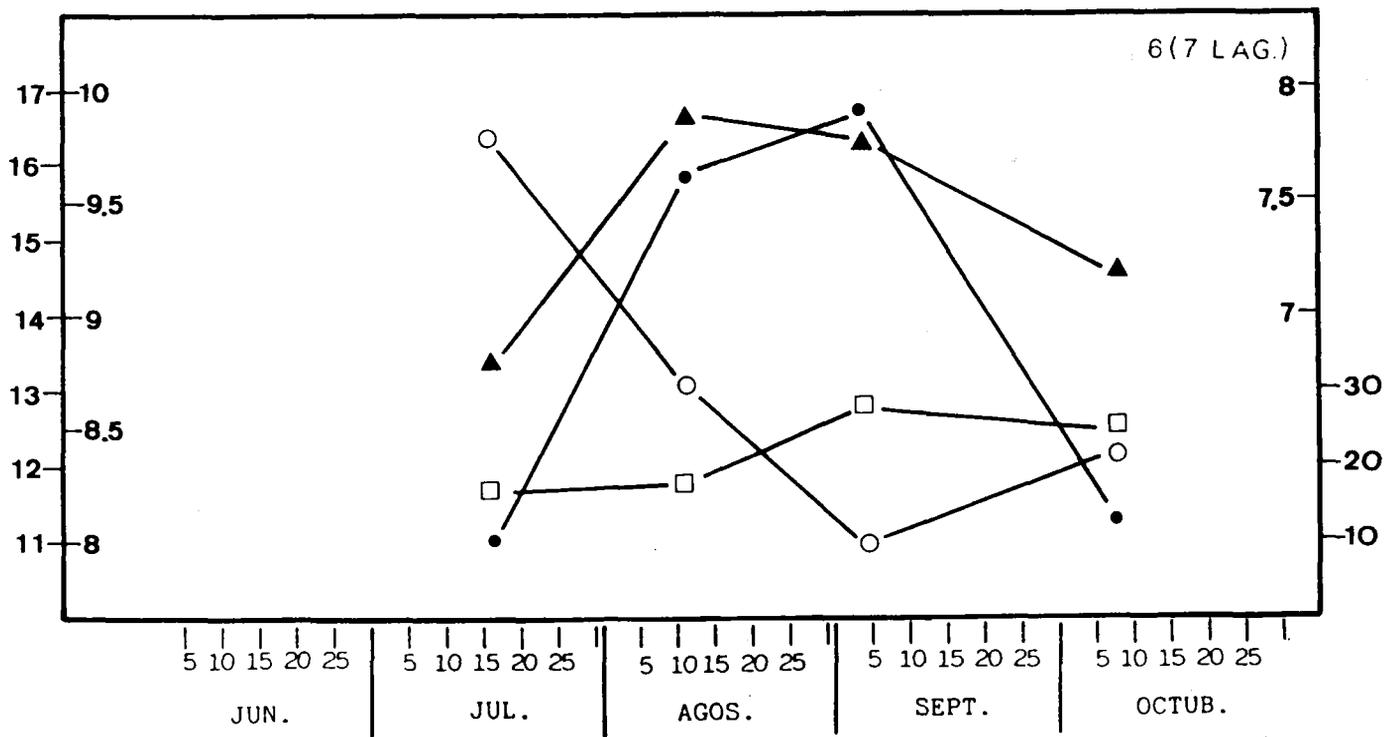
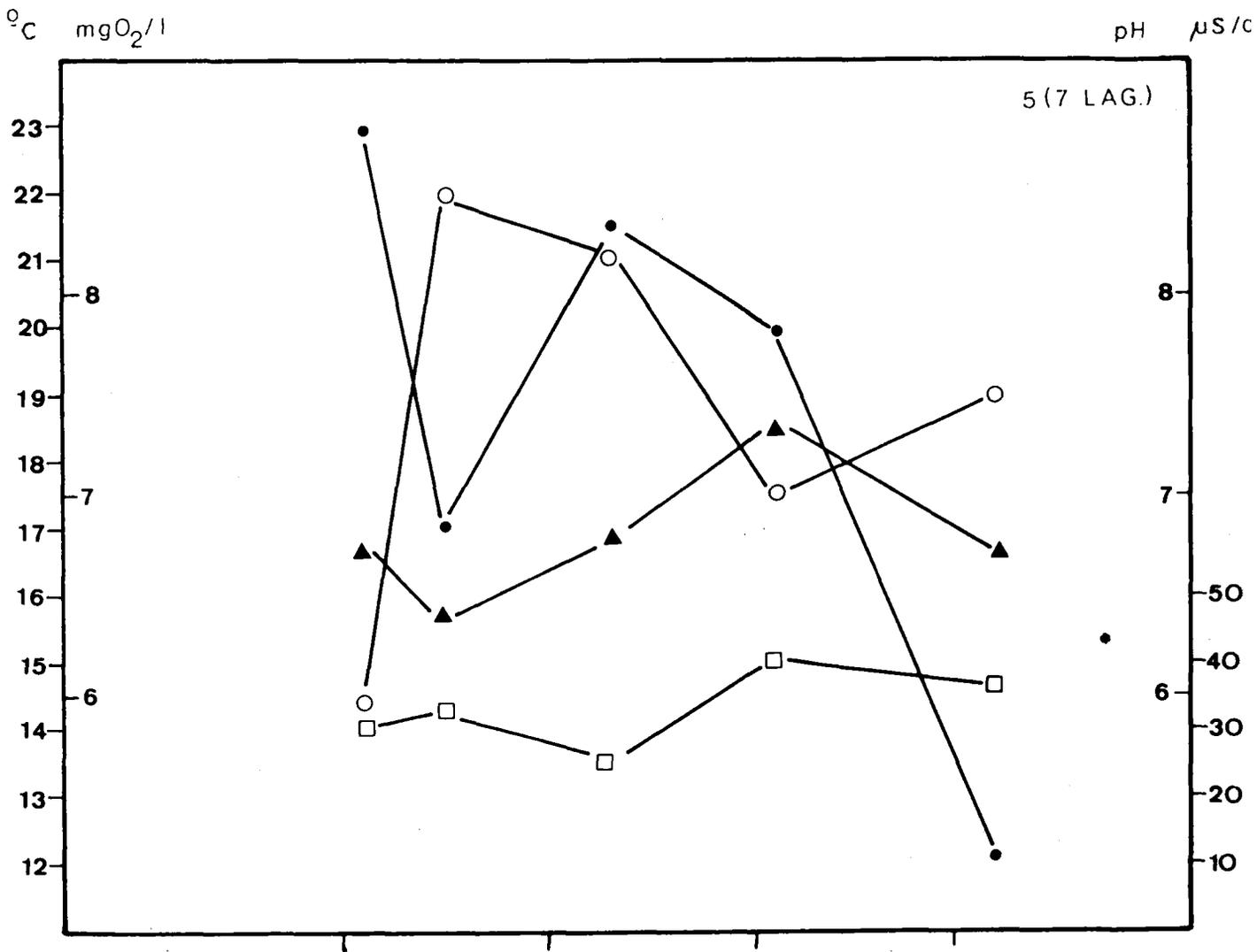


Figura 4: Continuación

$^{\circ}\text{C}$   $\text{mgO}_2/\text{l}$  pH  $\mu\text{S}/\text{cm}$

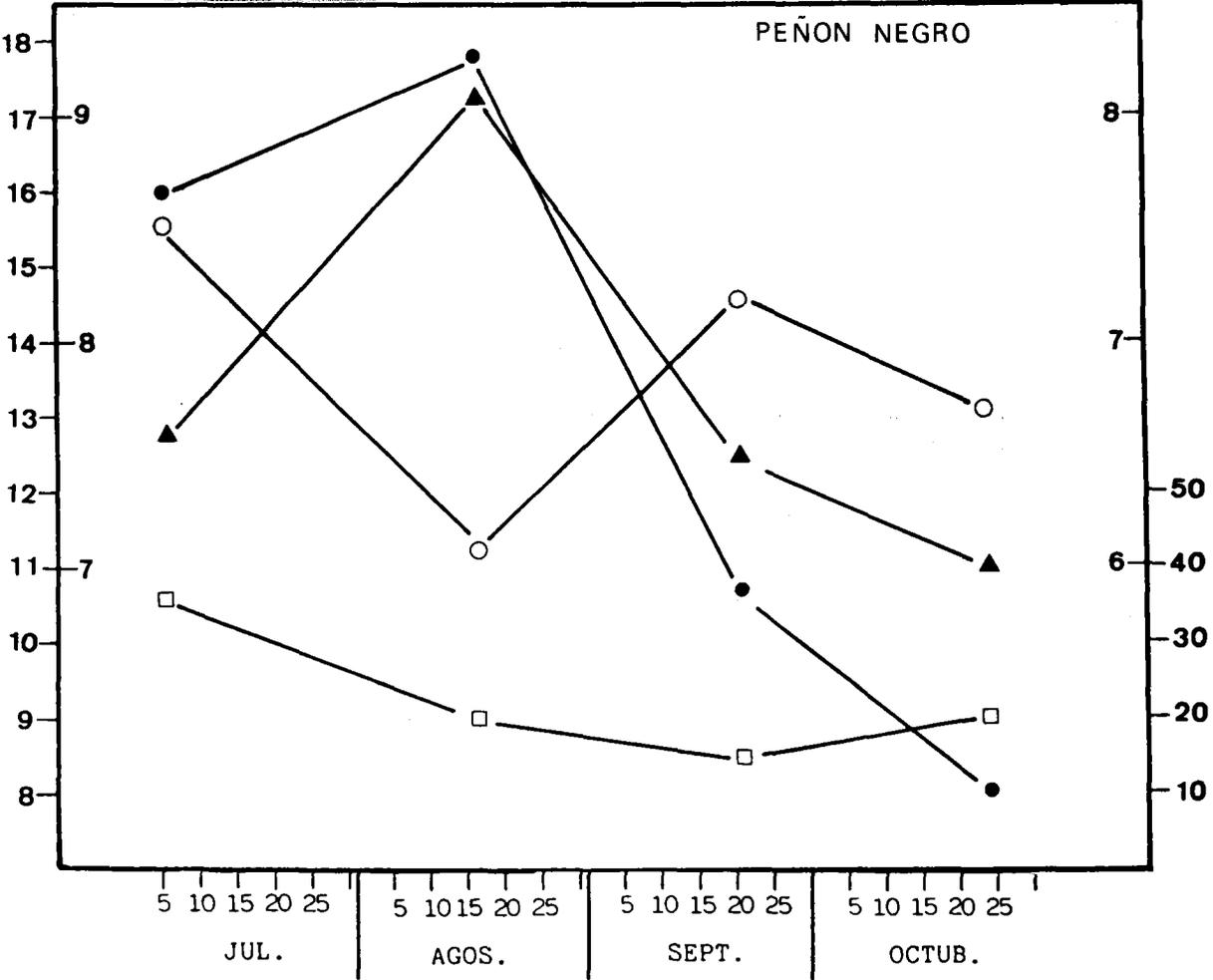
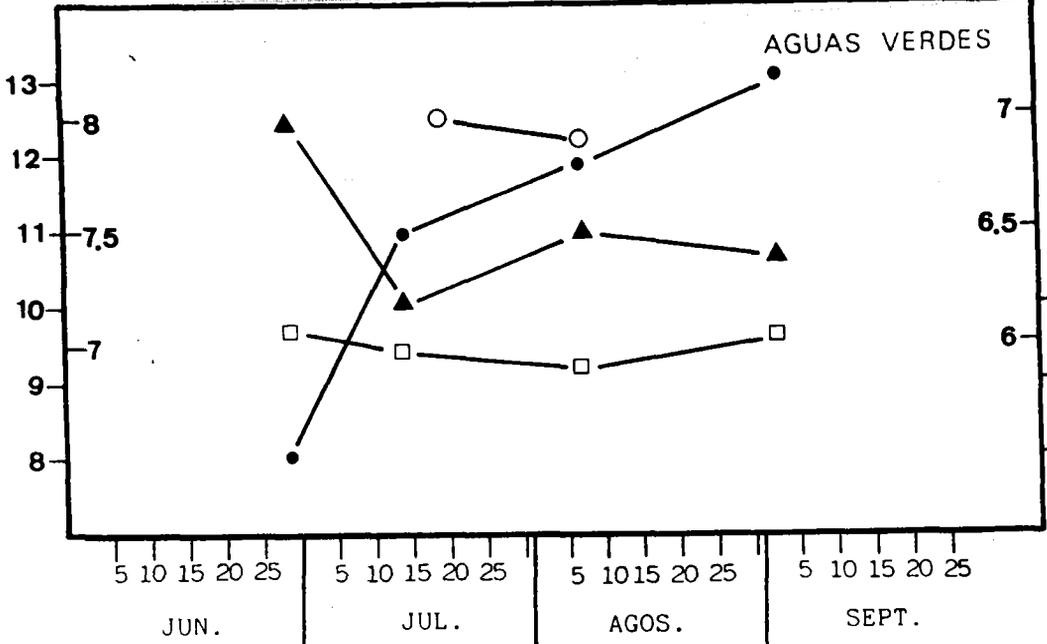


Figura 4: Continuación

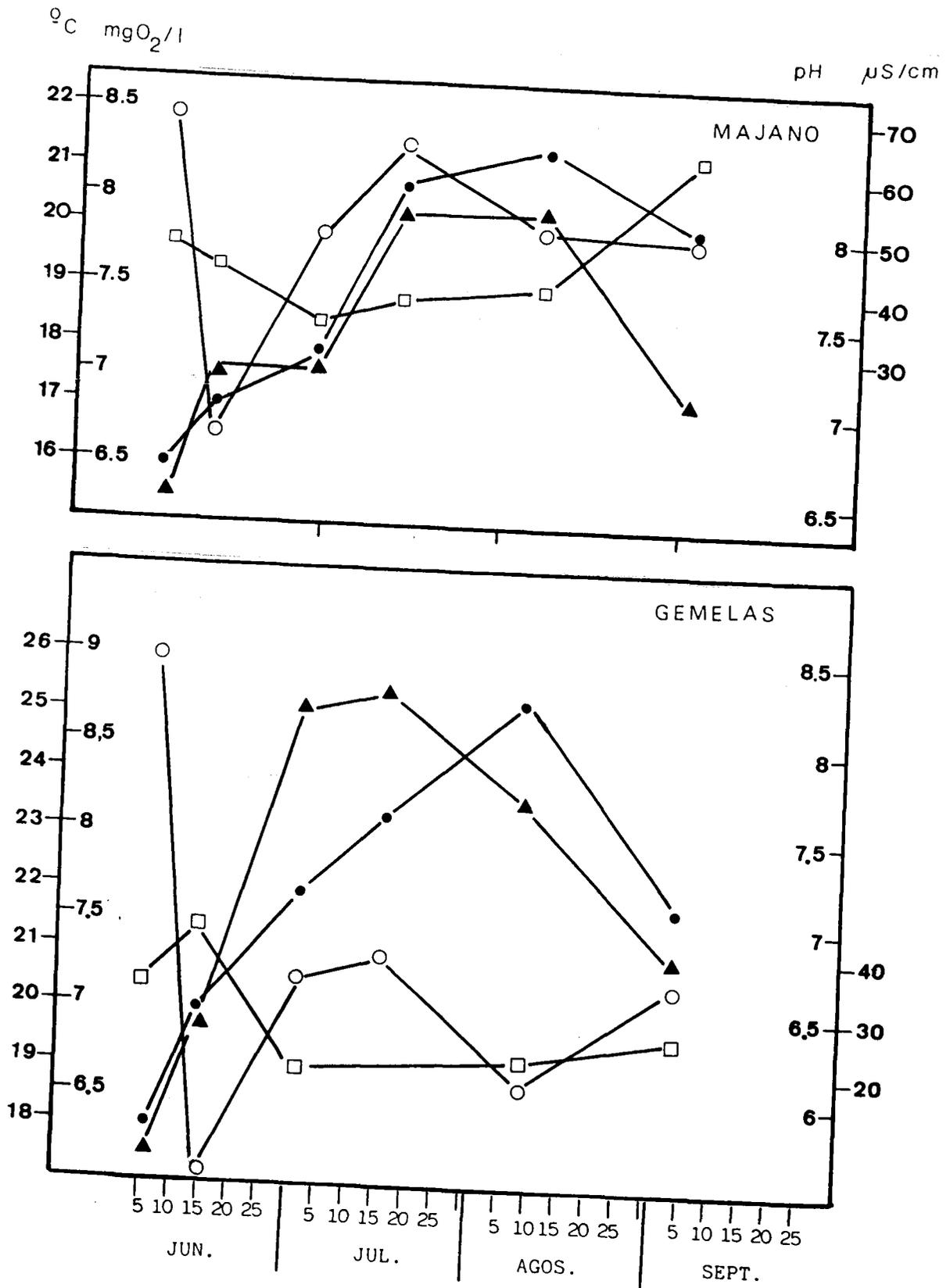


Figura 4: Continuación

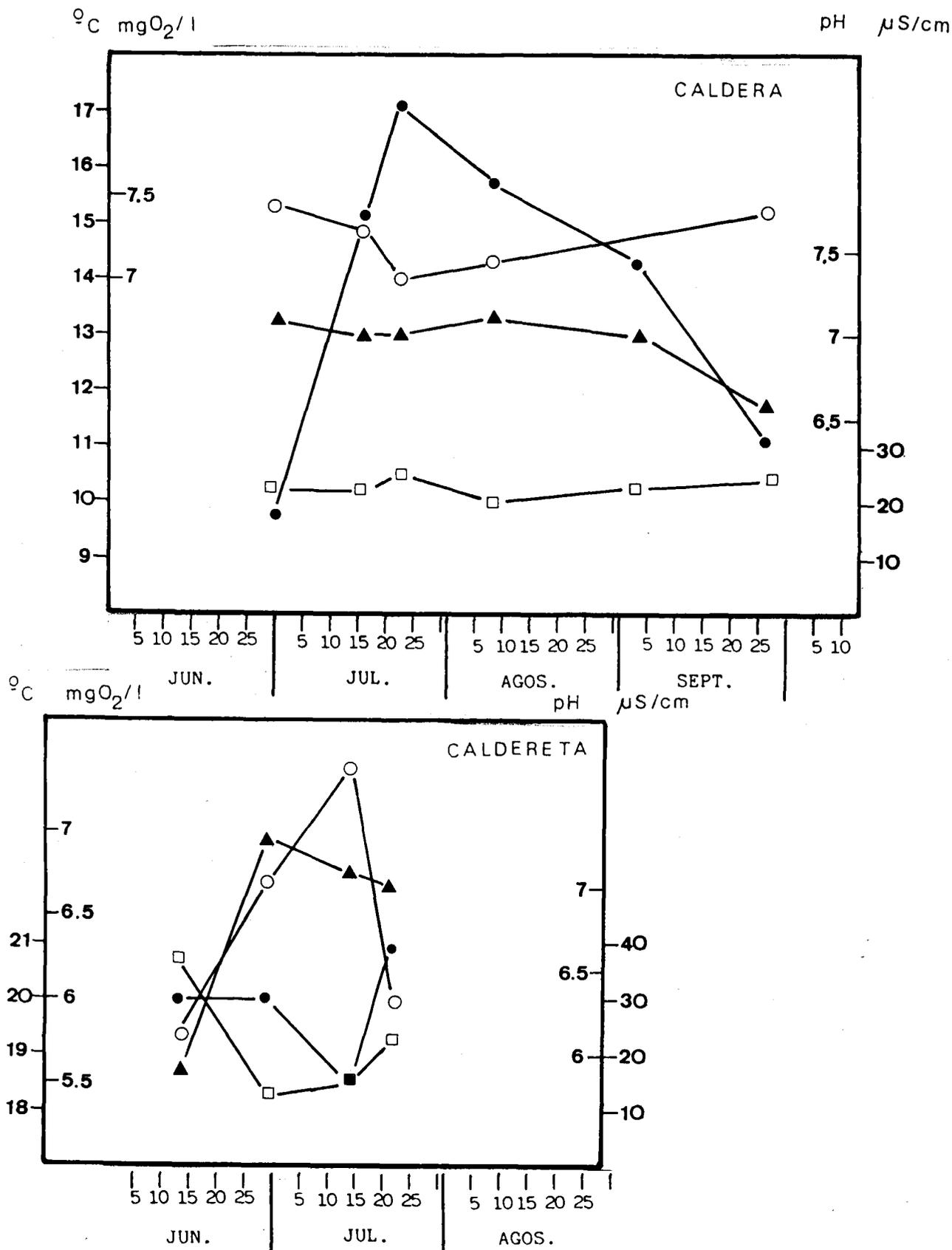


Figura 4: Continuación

°C mgO<sub>2</sub>/l

pH μS/cm

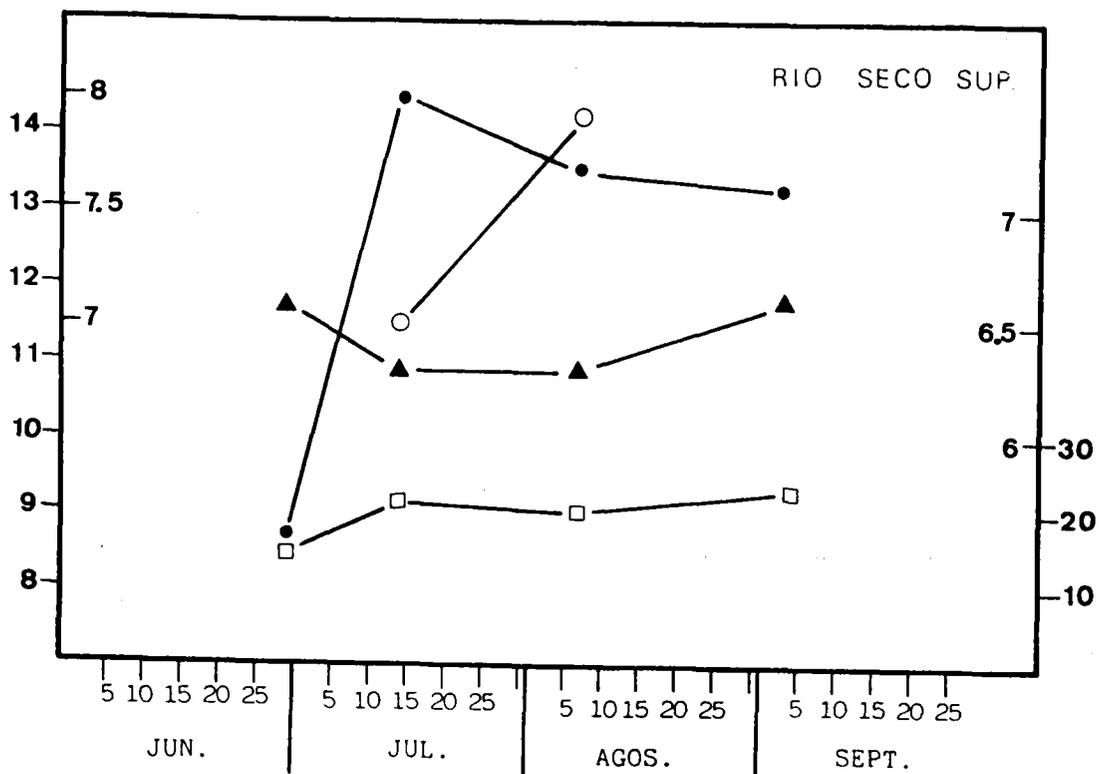
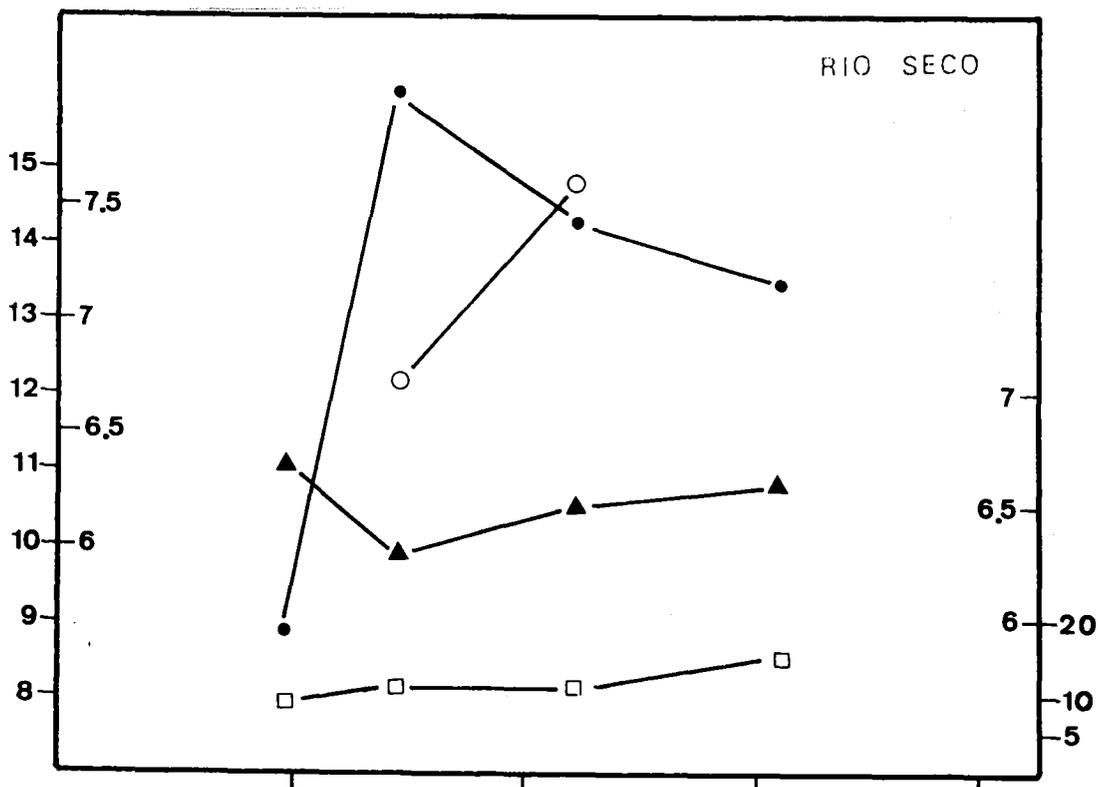


Figura 4: Continuación

°C mgO<sub>2</sub>/l

pH  $\mu$ S/cm

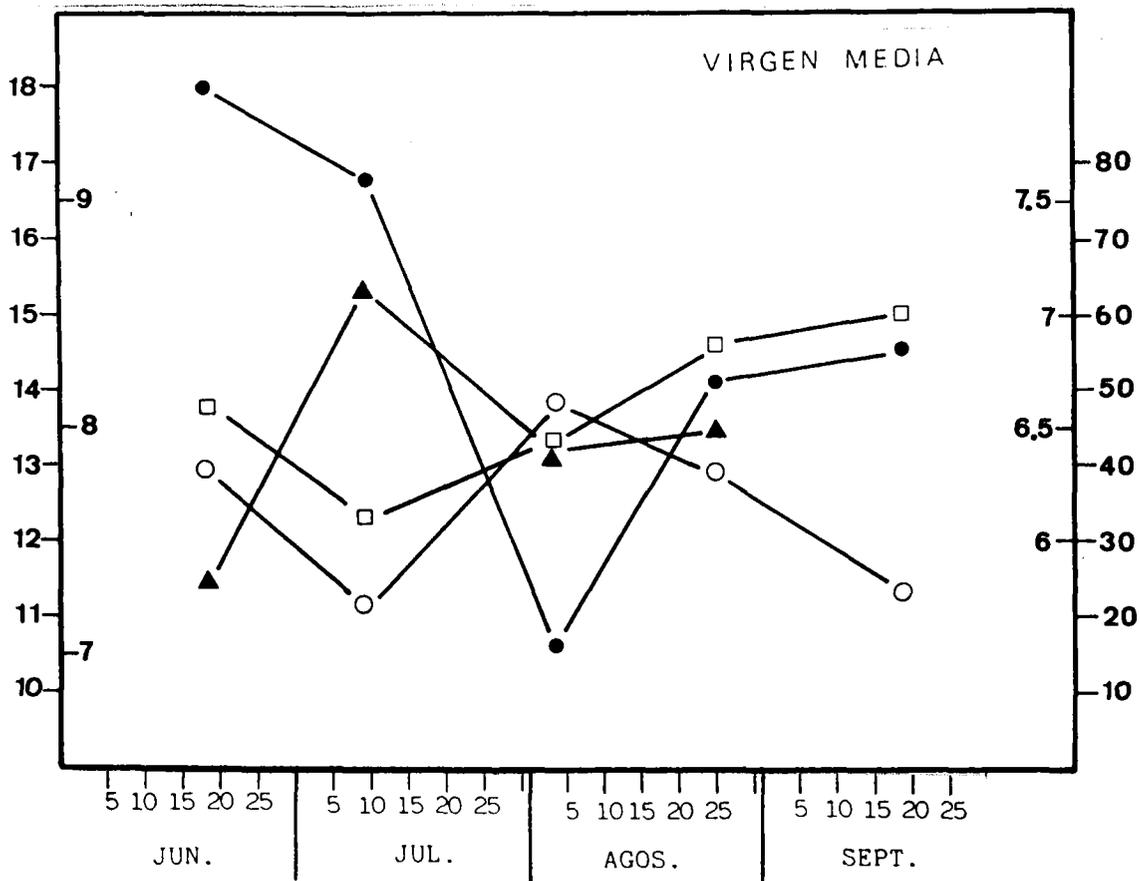
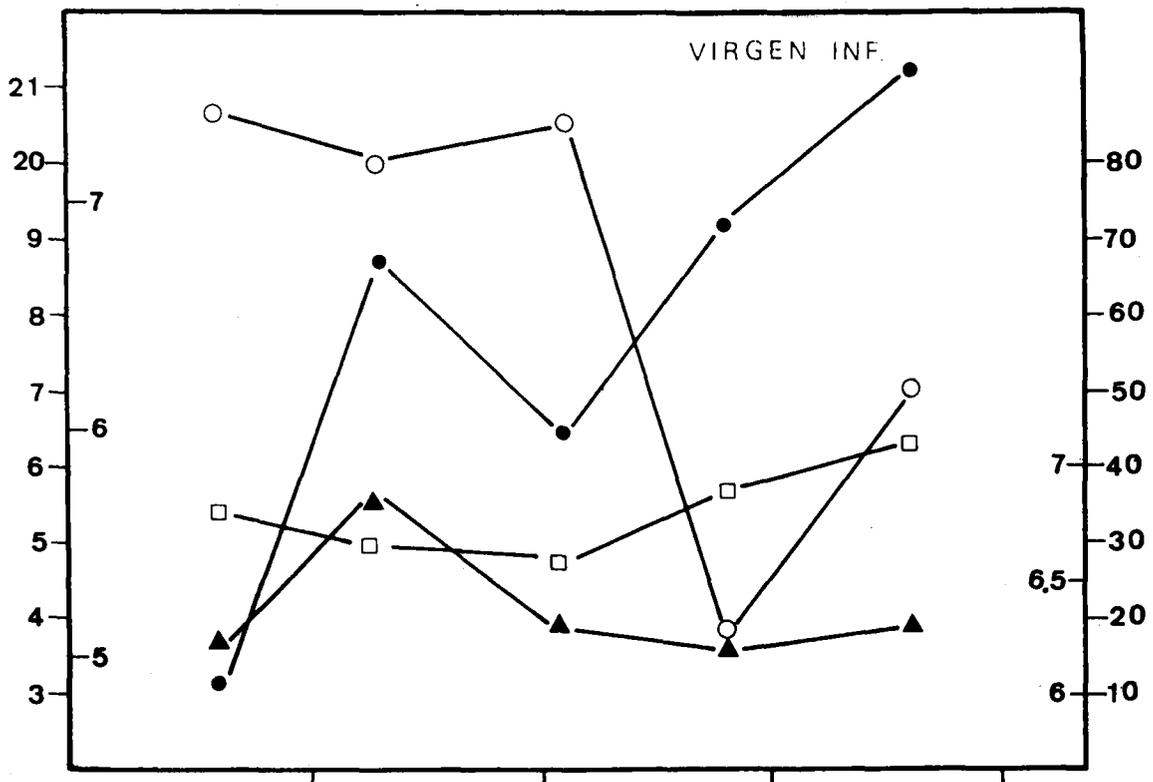


Figura 4: Continuación

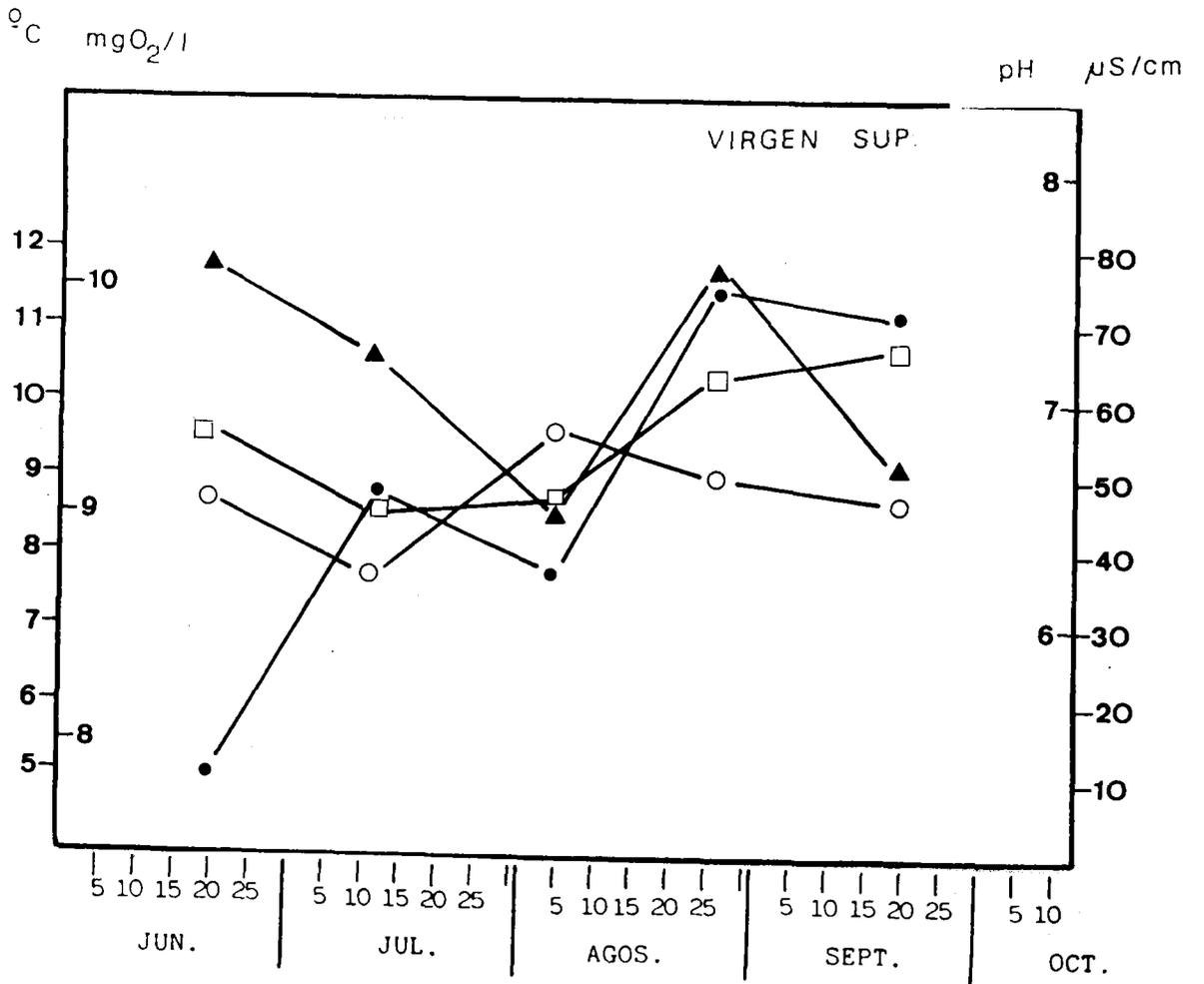


Figura 4: Continuación

°C mgO / l

pH  $\mu$ S/cm

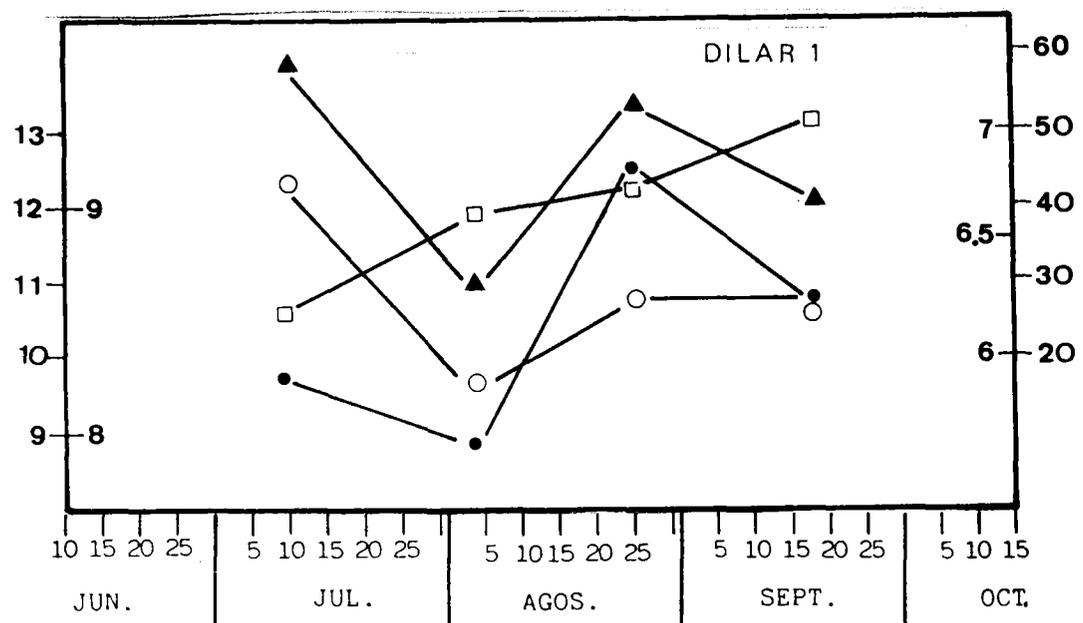
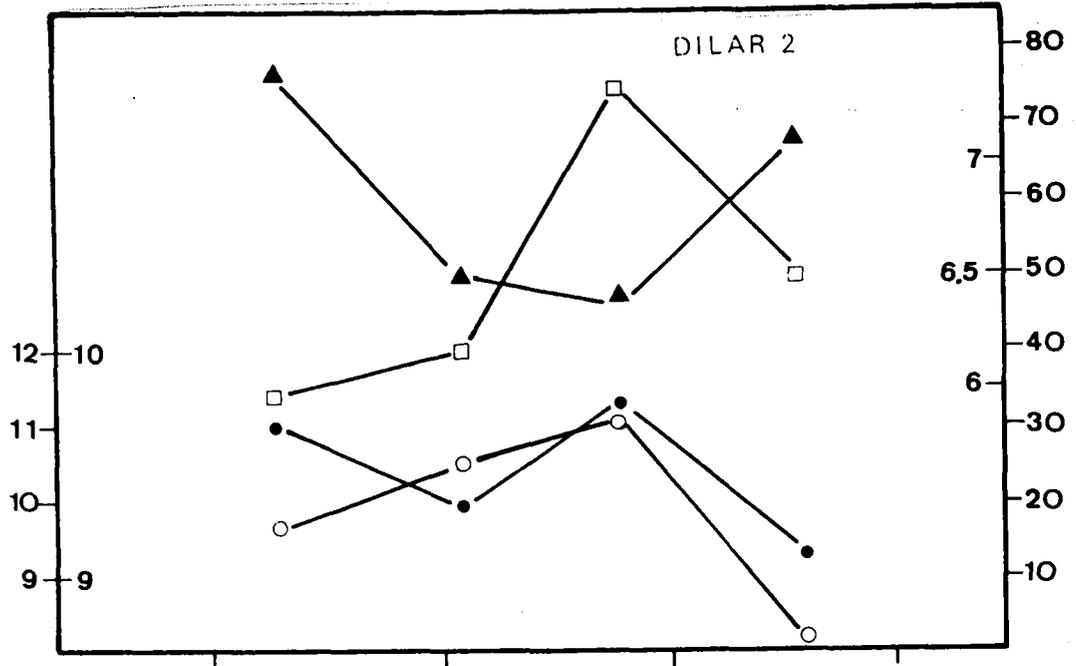


Figura 4: Continuación

$^{\circ}\text{C}$   $\text{mgO}_2/\text{l}$  pH  $\mu\text{S}/\text{cm}$

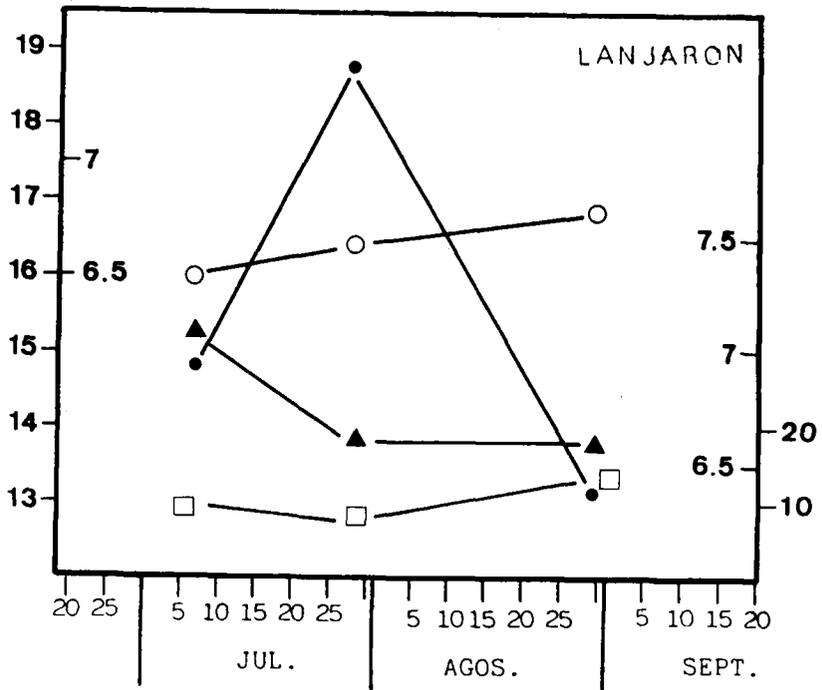
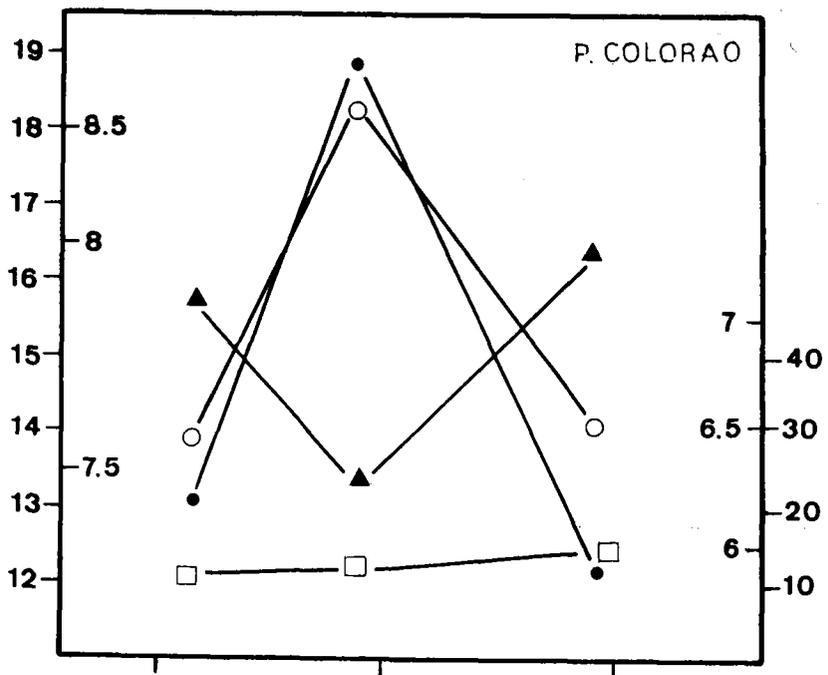


Figura 4: Continuación

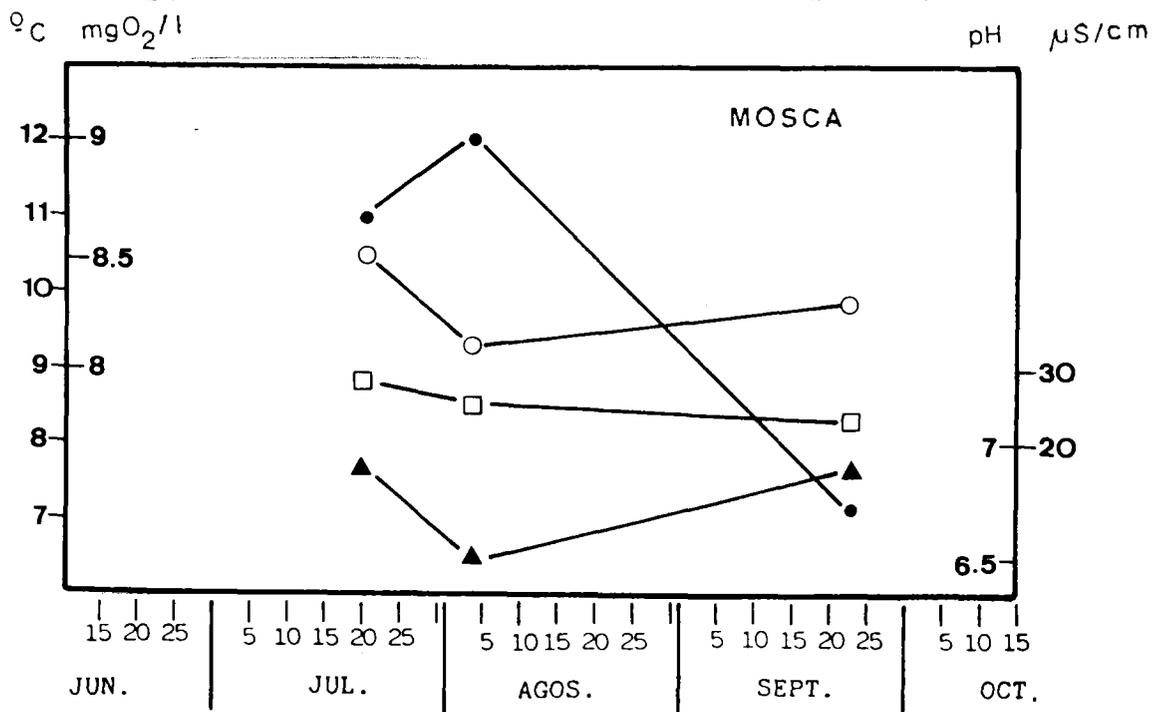
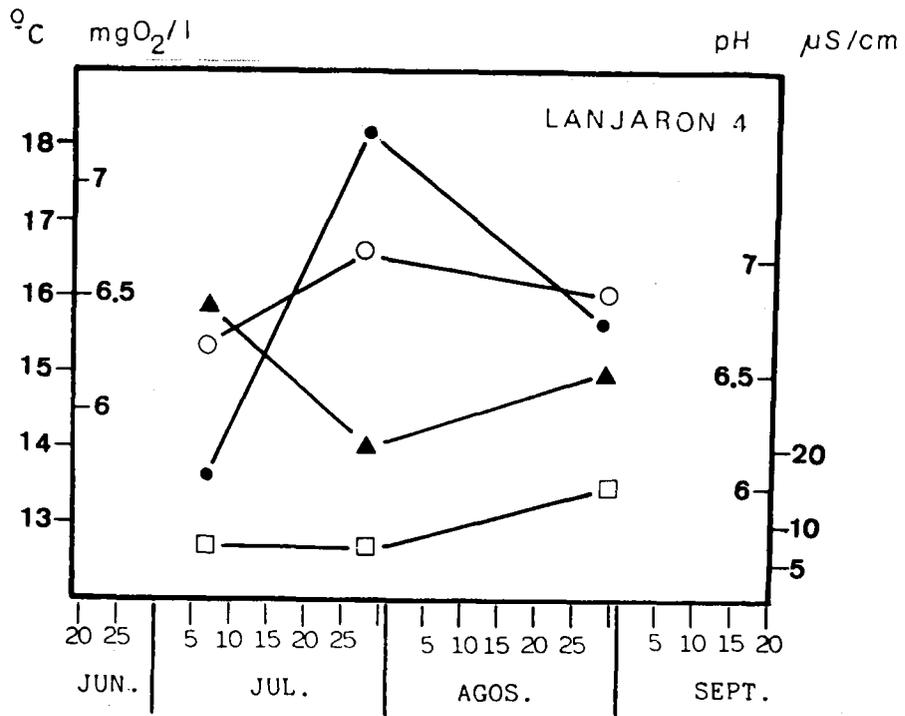


Figura 4: Continuación

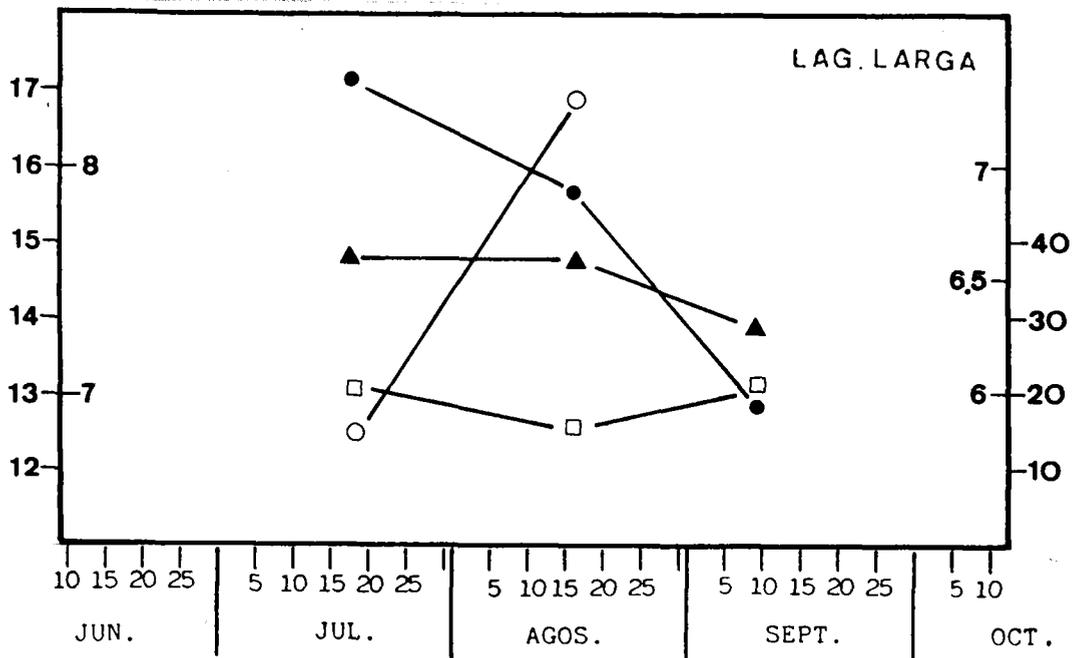
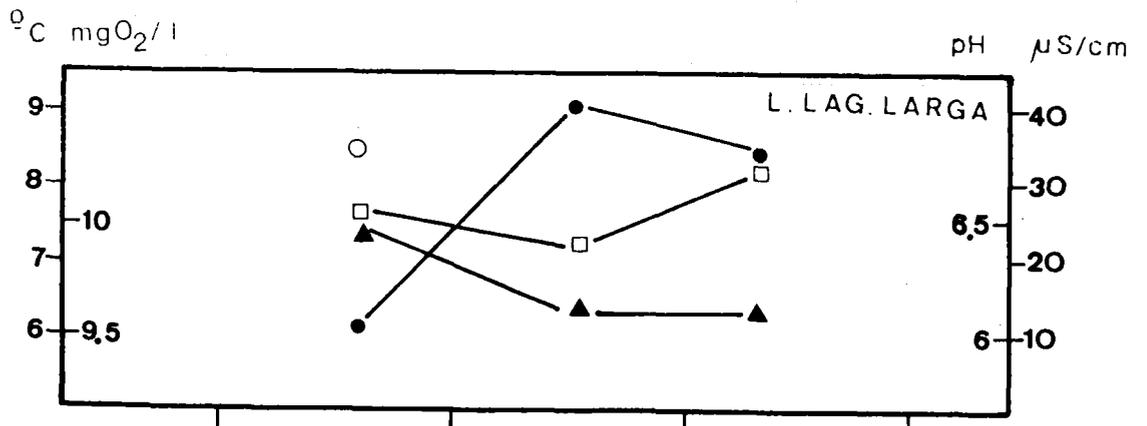


Figura 4: Continuación

Los valores de Oxígeno registrados son semejantes a los que se encuentran en otras lagunas de alta montaña. ELLSWORTH (1983) registra valores máximos de Oxígeno de 8.5 mg O<sub>2</sub>/l durante el periodo estival, en una laguna (Upper Lily) situada a 3.100 m s.n.m., en las montañas de Colorado, con fuertes valores de saturación.

### Conductividad

La conductividad es un parámetro complejo, que refleja la cantidad de compuestos, en forma iónica, que se encuentran disueltos en el agua, capaces de transmitir la corriente eléctrica. En términos generales, se puede considerar un estimador de la mineralización de los sistemas acuáticos (PEJLER, 1965; MARGALEF, 1976, 1983...)

Dentro de los márgenes habituales de variación de este parámetro, entre 50 y 1.000  $\mu$ S/cm (MARGALEF, 1983), los valores encontrados en Sierra Nevada son muy pequeños, ya que la mayoría de ellos están por debajo de 43  $\mu$ S/cm, con un claro predominio de los comprendidos entre 20 y 7  $\mu$ S/cm. Estos valores tan bajos son la resultante del carácter predominantemente silíceo de Sierra Nevada y de las características propias de un medio de alta montaña (THOMASSON, 1956; MARGALEF, 1983).

La evolución de la conductividad a lo largo del periodo de estudio muestra pocas oscilaciones en todas las lagunas. Sin embargo, es general un descenso, aunque sea ligero, hacia la mitad de dicho periodo. Una evolución semejante de la conductividad y sólidos disueltos, es registrada por ELLSWORTH (1983) en la ya citada laguna de Upper Lily, donde los máximos valores de conductividad se registran en los muestros bajo el hielo.

Las lagunas se muestrean, a pesar de las escasas diferencias entre ellas, bastante bien individualizadas por la conductividad que poseen. Normalmente tienen conductivi-

dades parecidas aquéllas que se encuentran más próximas, geográficamente, entre sí. Los valores más elevados se han medido en las lagunas del Valle de Dílar, con valores medios de conductividad, para cada laguna, durante todo el periodo, comprendidos entre 33.8 y 55.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que los más bajos corresponden a las lagunas del Valle de Lanjarón, con conductividades medias comprendidas entre 9.4 y 16.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A la vista de los diferentes tipos de litofacies representadas en cada una de las cuencas que vierten a las lagunas estudiadas (ver página 6), cabe pensar que éstas tienen poca importancia en los cambios de conductividad o mineralización observados de unas a otras. Tan sólo podría argüirse, en razón de las rocas presentes, una mayor conductividad relativa para las lagunas de La Mosca, La Caldera y Valle de Valdeinfierno, con cuencas vertientes mayoritariamente ubicadas en materiales permotriásicos de la Unidad de La Caldera (Manto del Mulhacén).

THOMASSON (1956) recalca la importancia que tienen, en la mineralización de las aguas de alta montaña, las pequeñas áreas de captación que, a estos niveles, tienen los lagos y lagunas. Nuestros resultados apuntan también en este sentido, pues las lagunas donde se han registrado los valores más bajos están, generalmente, aisladas, alimentándose del agua que recogen en su cono de captación, que es pequeño. Esto ocurre en las lagunas del Valle de Lanjarón, situadas, aproximadamente, al mismo nivel, muy cerca de la línea de cumbre, a lo largo de un lateral del Valle, teniendo, cada una, pequeñas zonas de recogida de agua. Asimismo, en el Valle de Siete Lagunas, donde se pueden encontrar dos series de lagunas unidas entre sí y a diferente nivel, las conductividades son más elevadas en las lagunas inferiores, que son, de mayor a menor altitud, las lagunas 4, 6 y 7, con conductividades medias de 16.4, 22.7 y 23.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente; las lagunas 2 y 5 tienen 17.8 y 34.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente.

Un factor, probablemente más importante en la con-

centración de sales que alcanzan las lagunas, es la tipología de su sistema de alimentación.

Las lagunas, como las del Valle de Dílar, de relativamente gran cuenca de recepción y alimentada por aguas con circulación hipodérmica a través de tramos alterados de naturaleza morrénica, poseen los niveles de conductividad más altos. A este respecto conviene llamar la atención sobre el mayor predominio de los fenómenos de alteración y erosivos de tipo glacial, existentes en la vertiente Norte de Sierra Nevada, que han generado un mayor volumen de canchales y pedrizas.

### pH

El pH registrado en las lagunas de Sierra Nevada es predominantemente ácido, aunque la gama de valores obtenidos es muy amplia: entre 5.6 y 8.8, lo que representa, prácticamente, toda la gama de valores que se dan en la mayoría de las aguas epicontinentales (MARGALEF, 1983).

Son destacables las diferencias que se pueden apreciar entre las lagunas, en la evolución de sus valores de pH, a lo largo del periodo de estudio. En algunos casos, como en la laguna de La Caldera, el pH se ha mantenido más o menos constante, mientras que, en otras, ha mostrado fuertes oscilaciones; ha ascendido, progresivamente, hasta alcanzar un máximo (como le ocurre a la Laguna Gemela) o bien, descendido hacia la mitad del periodo de muestreo (como en Dílar 2).

De acuerdo con la interpretación habitual, las aguas poco mineralizadas, como las de Sierra Nevada, están caracterizadas por pH ácido y están poco tamponadas, de manera que, en ellas, es de esperar que las actividades biológicas de los organismos que las habitan, sean capaces de provocar alteraciones notables en el pH del medio (E.G. ODUM, 1972; MARGALEF, 1974, 1983...).

En este sentido, pensamos que las diferencias de pH

registradas entre lagunas, y su variación estacional, pueden ser indicativas de la distinta actividad biológica, principalmente fotosintética, de las mismas. En aquéllas donde el pH evoluciona de forma paralela a la temperatura (como Dílar 1, Majano, laguna 6 del Valle de Siete Lagunas...) la fotosíntesis debería cobrar una especial importancia; por el contrario, en las que el pH desciende hacia la mitad del periodo de estudio, podrían predominar procesos de respiración. Este fenómeno ha sido observado en el lago Jovet, de alta montaña (Mont Blanc) (BALVAY y BLAVOUX, 1981), que presenta unas características similares a las nuestras.

Relaciones entre los parámetros medidos habitualmente.

Con objeto de estudiar las relaciones entre los parámetros medidos habitualmente, en el conjunto de todas las lagunas muestreadas en 1981, hemos calculado el coeficiente de correlación lineal para cada par de ellos, efectuando los cálculos sobre los datos transformados según la expresión:

$$x' = \log (x+1)$$

para procurar la normalización de sus distribuciones, excepto en el caso del pH, en el que ya intervienen logaritmos en su evaluación.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla , donde se han señalado los valores significativamente distintos de cero (valor crítico del coeficiente de correlación para 95 pares de valores y  $p < 0.01 = 0.267$  )

Tabla V: Matriz de correlaciones entre los parámetros medidos habitualmente

	Tª	O <sub>2</sub>	pH	Cond.
Temperatura	1			
Oxígeno	-0.386	1		
pH	0.137	0.041	1	
Conductividad	-0.120	0.342	0.274	1

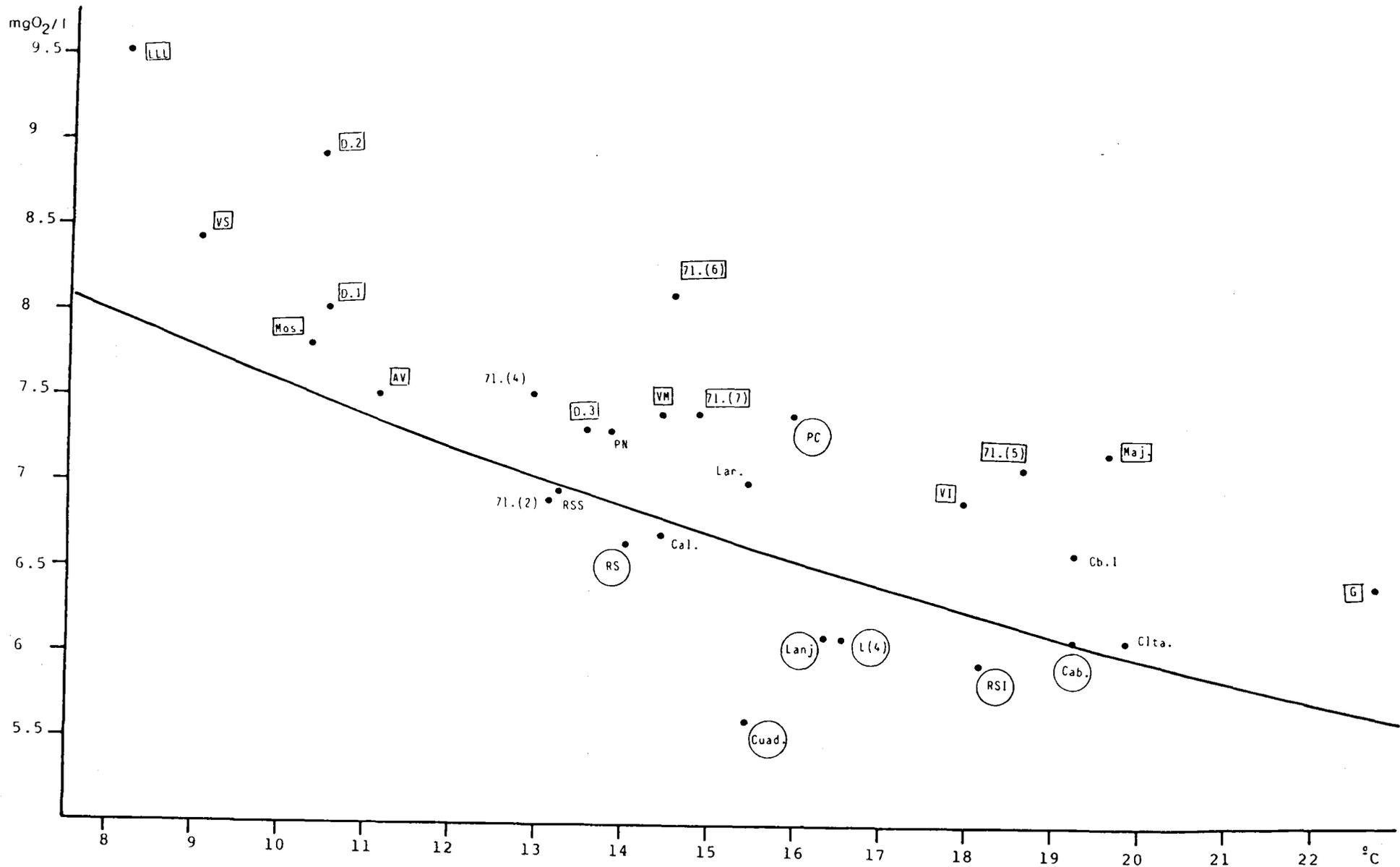


Figura 5: Distribución de las lagunas en función de sus valores de temperatura y concentración de Oxígeno medias (para todo el periodo estudiado). Se recuerdan las lagunas...

Es conocida la relación inversa entre la solubilidad del Oxígeno en el agua y la temperatura. Sin embargo, no siempre que se miden ambos parámetros en las aguas naturales se manifiesta dicha correlación, porque el aumento de la temperatura también puede aumentar el contenido de Oxígeno del agua, a través de su influencia sobre la velocidad de fotosíntesis. Así, MARGALEF et al. (1974), no encuentran a estos parámetros correlacionados cuando estudian muestras de diferentes profundidades y fechas, procedentes de más de 100 pantanos españoles. En nuestro caso, la correlación negativa que encontramos entre Oxígeno y temperatura está de acuerdo con el carácter oligotrófico de nuestras lagunas, indicando que el contenido de Oxígeno del agua debe estar regido, antes por la solubilidad, que por la actividad biológica que se desarrolla en ellas.

Por su parte, las correlaciones positivas encontradas entre conductividad y pH, y entre conductividad y concentración de Oxígeno, se pueden entender, a su vez, si la conductividad se relacionara positivamente con la producción primaria de las lagunas.

La relación existente entre temperatura y Oxígeno queda reflejada en la figura 5 , donde representamos a cada laguna por sus valores medios de Oxígeno y temperatura a lo largo de todo el periodo de estudio. En dicha gráfica, la línea que se ha dibujado, corresponde a los valores de saturación de Oxígeno para cada temperatura, teniendo en cuenta las correcciones debidas a la altitud (presión estimada: 543 mm Hg para 2.900 m s.n.m., GOLTERMAN, 1971). Además, se han encerrado en un círculo las lagunas con conductividades inferiores a 15  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y, en un cuadrado, las que han tenido más de 22  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad media.

La disposición de las lagunas en esta gráfica refleja la relación inversa entre el contenido de Oxígeno y la temperatura y, además, pone de manifiesto cómo la mayoría de ellas tienen concentraciones de Oxígeno que corresponden a niveles de sobresaturación.

Es también destacable la relación que se manifiesta entre conductividad y valores de saturación, ya que las lagunas con conductividades mayores son las que se sitúan más lejos, por encima, de la línea de saturación, mientras que, por debajo de dicha línea, son mayoría las lagunas con valores bajos de conductividad media.

En conjunto, los resultados obtenidos en el estudio de los cuatro parámetros medidos habitualmente, muestran una amplia gama de valores.

## RESULTADOS TAXONOMICOS Y MORFOLOGICOS

Como ha sido expuesto repetidamente (RUTTNER-KOLISKO, 1974; MIRACLE, 1976; etc.), la sistemática de la Clase Rotífera no es simple. Mientras que los, aproximadamente, 200 géneros que se encuadran en los órdenes representados en las aguas dulces (Bdelloidida y Monogonontida) y que comprenden a la inmensa mayoría de las especies, están bien definidos, la gran variabilidad intragénica que se observa hace, en muchos casos, extraordinariamente difícil el establecimiento de límites definidos entre especies.

La causa de esta variabilidad se ha buscado en el modo de reproducción de los Rotíferos. En efecto, como organismos oportunistas han seleccionado una forma de reproducción, la partenogénesis, que les asegure la consecución de poblaciones numerosas en un plazo de tiempo corto. En la mayoría de las especies pertenecientes al orden Monogonontida (objeto de estudio del presente trabajo) existen, junto a un periodo de reproducción asexual, cortos periodos de reproducción sexual, donde se produce auténtico intercambio genético. Pero, como expresa MIRACLE (1976), estos periodos contribuyen poco a la variabilidad genética, puesto que se tiende al cruzamiento entre individuos pertenecientes al mismo clon, como, recientemente comprueban SNELL Y HAWKINSON (1983), quienes encuentran mayor frecuencia de cruzamientos intraclonales que interclonales, en las poblaciones de Brachionus plicatilis.

Sin embargo, la posibilidad de cambio genético permanece abierta por dos vías: 1ª) Crossing-over y, 2ª) acumulación de mutaciones en la fase de reproducción asexual. En relación con este último fenómeno, LYNCH y GABRIEL (1983) realizan un estudio teórico donde concluyen que las especies partenogénicas tienen un potencial evolutivo tan grande como las que se reproducen, únicamente, de forma sexual.

La dominancia genética de la partenogénesis encuentra su expresión externa en la gran variabilidad de las espe

cies de Rotíferos.

Al iniciarse la taxonomía dentro de los Rotíferos se intentó ordenar esta multiplicidad de formas y se establecieron gran número de especies, subespecies, variedades, etc, aunque el hecho fundamental radica en que el concepto clásico de especie es imposible aplicarlo a los individuos partenogénéticos y obligatoriamente autofertilizados, como expresa DOBZHANSKY (1951) (en RUTTNER-KOLISKO, 1974). En estos casos es donde encuentran aplicación las definiciones de especies que no se apoyan en la posibilidad de entrecruzamiento genético, como la de SIMPSON (1961) (en RUTTNER-KOLISKO, 1974), para quien "Una especie evolutiva es un linaje (una secuencia ancestral-descendiente de poblaciones) que evoluciona separadamente de otras y con sus propias tendencias y papel evolutivo unitario".

Según PEJLER (1977), la única categoría infraespecífica que debería considerarse, sería la forma, para designar cualquier desviación, morfológica o no, del tipo.

La tendencia actual de la sistemática en esta Clase es la de agrupar las especies estrechamente emparentadas, politípicas, en grupos "Formenkreisse" (ciclos de formas) (RUTTNER-KOLISKO, 1974), dentro de los que irradiarían líneas de desarrollo en diferentes direcciones.

Resulta gráfica, a este respecto, la conclusión a la que llegaron los reunidos en un coloquio sobre taxonomía del grupo, en el transcurso del II Simposio Internacional de Rotíferos (Gent, 1979): todos los presentes se mostraron de acuerdo en que estamos en la "edad de piedra" de la taxonomía de Rotíferos.

En nuestro trabajo hemos seguido la ordenación y los criterios de KOSTE (1978), para la clasificación de nuestros ejemplares. Para las distribuciones nos basamos, fundamentalmente, en la "Limnofauna Europaea" (BERZINS, 1978)

Notholca squamula (O.F. MULLER 1786)

Syn.: Anuraea striata (MULLER) de EHREMBERG 1838 (partim)

RUTTNER-KOLISKO (1974) y KOSTE (1978) diferencian según su variabilidad, dos grupos de características en la taxonomía del género Notholca. Los más útiles para la clasificación son, obviamente, los más constantes y, de entre todos ellos, los individuos encontrados en Sierra Nevada presentan los que, a continuación, se describen.

Loriga con el borde posterior redondeado; placa dorsal de la loriga, sin espinas en el dorso ni en el borde postero-lateral, y 6 espinas en el borde anterior de la parte dorsal de la loriga.

Entre las características más variables, que establecen los autores citados, nuestros ejemplares presentan: membrana cloacal patente; estriación longitudinal de la loriga; además, una característica variable, que hemos podido apreciar en nuestro material, es la presencia, ocasionalmente, de una muesca en el borde posterior de la loriga dorsal (figura 6 A).

Medidas. Long. loriga: 120-167  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga: 97-140  $\mu\text{m}$ , valores muy semejantes a los que da Koste para esta especie, y algo diferentes a los que de Ruttner-Kolisko.

Respecto a la relación longitud/anchura de la loriga, la figura 7 representa las medidas de 39 individuos, pertenecientes a 5 lagunas y diferentes días. La relación se sitúa entre 1.1 y 1.4, con un valor modal de 1.2. Estos valores se parecen mucho a los de AMREN (1964), quien, en su trabajo sobre las lagunas de Spitzbergen realiza una representación similar a la de la comentada figura, encontrándose, igual que en nuestro caso, agrupados, en términos generales, los individuos pertenecientes a una misma laguna.

A pesar de la escasez del material de que se ha podido disponer, de la observación de la Figura 6 y de la Tabla

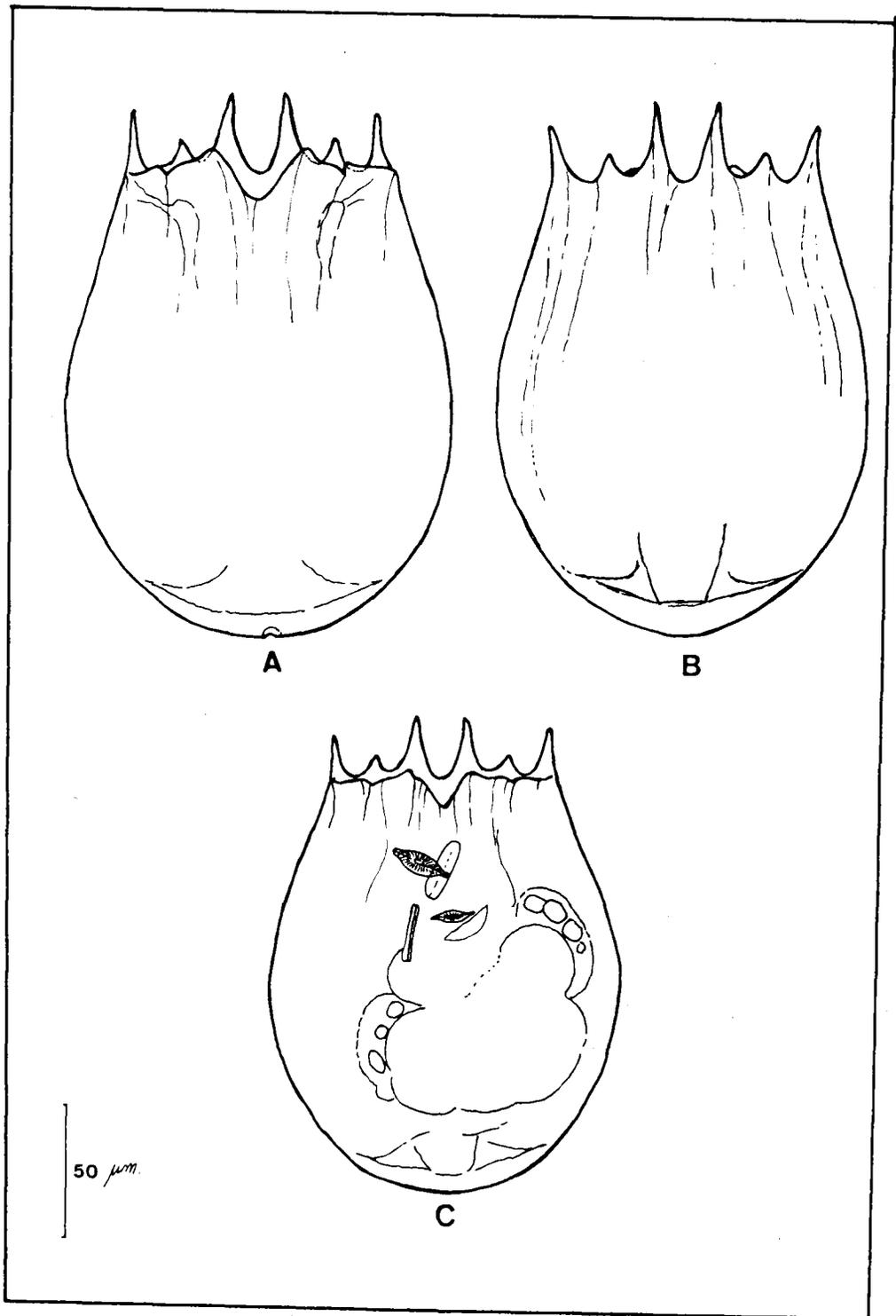


Figura 6: *Notholca squamula*. A: Ventral; B: Dorsal; C: Ejemplar con Diatomeas ingeridas.

I Ap. , parece apuntarse una relación inversa entre el tamaño del cuerpo y la temperatura, ya que las lagunas Gemelas (cuadros) y la de Virgen Super. (estrellas) son, precisamente, las más calientes y la más fría del grupo, respectivamente.

Amren, por el contrario, observa que, los mayores ejemplares parecen situarse entre los lagos mayores de Spitzbergen. Si tenemos en cuenta que los lagos que este autor estudia son muy semejantes térmicamente y que la morfometría de las lagunas de Sierra Nevada donde aparece N. squamula, no es muy diferente entre sí, parece que ninguno de los dos factores, aislados, sea el determinante de la variación de tamaño observada.

### Ecología y distribución

La ecología de N. squamula aparece algo confusa en la bibliografía. De acuerdo con PEJLER (1965), observamos que muestra preferencia por las zonas litorales, donde se presenta en bajas densidades.

Con relación a la temperatura, RUTTNER-KOLISKO (1974) la considera estenoterma de agua fría, mientras que KOSTE (op.cit.) da cuenta de su presencia, aunque rara, en aguas termales y, KUTIKOVA (1980), en su estudio sobre la distribución y evolución del género Notholca, no incluye a N. squamula como especie estenoterma de agua fría.

Sin embargo, MAY (1980, 1983), estudiando, durante varios años, el lago Leven, encuentra a la especie cuando la temperatura sube por encima de los 10°C y, lo que es más, en el laboratorio no consigue cultivarla a temperaturas superiores a la citada, porque se producen huevos inviábiles.

Nosotros la encontramos en un amplio margen de temperaturas, apareciendo, tanto en las lagunas muy frías (7°C), como en las más cálidas (22°C), siendo, precisamente en éstas últimas, donde se ha registrado la mayor abundancia (800 ind./m<sup>3</sup>) (lagunas Gemelas) (ver tablas II apendice).

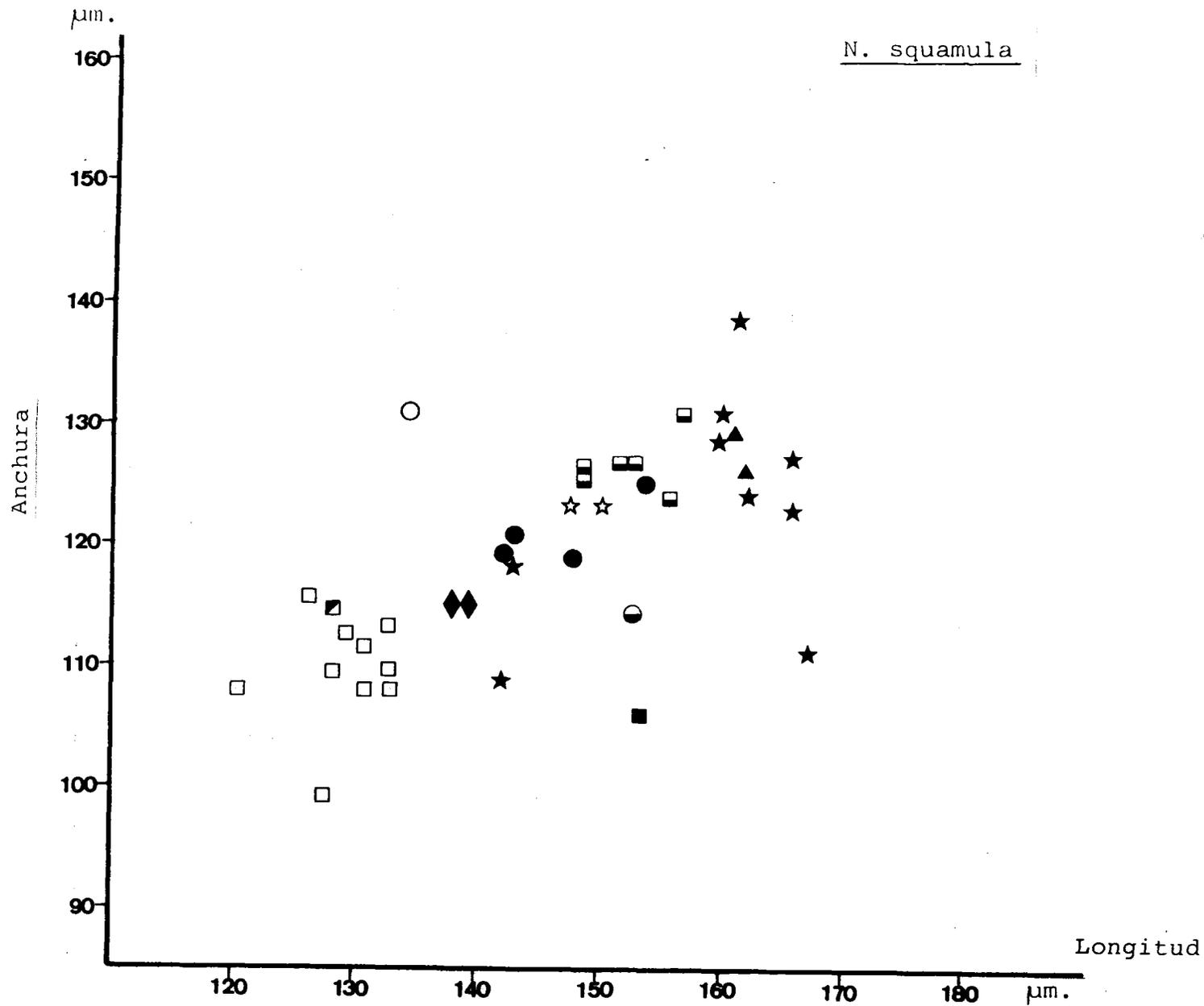


Figura 7: Relación entre la longitud y anchura de Notholca squamula. Los símbolos iguales corresponden a ejemplares de la misma laguna.

La sugerencia de PEJLER (1978) en el sentido de que un incremento en la salinidad puede aumentar la tolerancia de esta especie por la temperatura, no tiene mucho sentido en las lagunas de Sierra Nevada que, como ya vimos, presentan todos unos valores bajos de conductividad.

Más aplicable a nuestro caso es la hipótesis de PEJLER (1957) según la cual, unas buenas condiciones tróficas harían más tolerantes a las especies estenotermas de agua fría, con respecto a las temperaturas más elevadas. Con relación a esto, hay que hacer notar que las abundancias máximas registradas de N. squamula, las hemos medido en la laguna Gemela, que parece tener un buen nivel de producción.

Con relación a la eutrofia, GUISET (1976) encuentra una cierta preferencia de la especie por pantanos más eutróficos y, también, BERNER-FANKHAUSER (1983) la cita para el lago Biel, al que considera que está progresando rápidamente en su nivel de eutrofización.

En nuestro estudio, hemos tenido ocasión de comprobar cierta tendencia de Notholca squamula por las concentraciones más elevadas de Oxígeno. De hecho, sólo se ha encontrado en una ocasión a una concentración de 5.9 mg O<sub>2</sub>/l, mientras que, en el resto de los muestreos, aparece siempre con concentraciones de Oxígeno superiores a 7 mg O<sub>2</sub>/l.

Todos los aspectos contradictorios, con relación a la temperatura, que hemos venido comentando, podrían explicarse si, Notholca squamula tuviese, en realidad, unos requerimientos específicos por concentraciones altas de Oxígeno. Estas concentraciones se dan en los lagos oligotróficos con temperaturas frías y, en los más eutróficos, las temperaturas altas podrían favorecer una actividad fotosintética que generara, a su vez, concentraciones altas de Oxígeno. Desafortunadamente, no hemos encontrado datos, en la bibliografía sobre la concentración de Oxígeno y la presencia de esta especie.

En otro sentido, la presencia de esta variabilidad

de características ecológicas, podrían indicar la existencia de ecotipos, si es que no nos encontramos ante un grupo de especies, indistinguibles morfológicamente, pero de requerimientos ecológicos bien definidos. Estos razonamientos están apoyados en las consideraciones de KUTIKOVA (1980), para quien, N. squamula es una de las especies primitivas del género, que presenta, por eso, características mucho más variadas.

Otra prueba de la heterogeneidad de N. squamula la ofrece la diferencia en la forma de alimentación de los individuos que estudia MAY (1980), en el lago Leven, y lo observado por nosotros. Allí, N. squamula rompe los frústulos de Asterionella formosa, para comer el contenido celular, mientras que nuestras observaciones indican que, los individuos de Sierra Nevada, cuando se alimentan de Diatomeas, ingieren las células enteras (ver figura 6). Aunque este fenómeno no es raro, pues existen datos sobre la variabilidad en el comportamiento de los Rotíferos frente al alimento (EDMONSON, 1957).

La distribución de N. squamula es muy amplia (BERZINS, 1978), encontrándose, con cierta facilidad, en las lagunas de alta montaña (BERZINS, 1961; PEJLER, 1978).

En España se ha encontrado en Barcelona (MARGALEF, 1947) y en 20 de los embalses estudiados por GUISET (1976).

En Sierra Nevada, no es una especie frecuente, hallándose en sólo 5 de las 37 lagunas estudiadas.

Euchlanis dilatata EHRENBURG, 1832

Syn.: Euchlanis hipposideros, GOSSE, 1851; Euchlanis dilatata var. hipposideros, de Manfredi, 1927.

La ausencia de verdaderas espinas agudas en la parte distal de los dedos; la ausencia de una corta placa, en forma de escudo, intercalada en la parte posterior de la loriga, entre las placas ventral y dorsal; el no presentar molduras por encima de las antenas laterales, en la parte posterior de la placa dorsal de la loriga, y el tener la placa dorsal de la loriga con una profunda escotadura caudal, encuadraron a los ejemplares de Sierra Nevada en el "grupo de especies" dilatata de KOSTE (1978).

Nuestros ejemplares han presentado una gran variabilidad en cuanto a la forma de la sección transversal de la loriga y grado de elongamiento de la misma, por lo que presentan características intermedias entre Euchlanis dilatata dilatata y E. dilatata lucksiana.

Medidas. Long. loriga dorsal: 140-400  $\mu$ m; anchura loriga dorsal: 90-294  $\mu$ m; longitud loriga ventral: 128-347  $\mu$ m; anchura loriga ventral: 87-246  $\mu$ m; dedos: 72-114  $\mu$ m; escotadura: 24-67  $\mu$ m.

Estas medidas están dentro del rango de variación, ofrecido por Koste, para las formas dilatata y lucksiana. Hemos podido apreciar cierta individualización de los tamaños de E. dilatata en función de las poblaciones a las que pertenecen. En la parte final de esta memoria se hace un análisis más detallado de la biometría de esta especie.

#### Ecología y distribución.

Esta especie constituye un genuino representante de la fauna de Rotíferos de la comunidad litoral y del perifiton de lagos y estanques y, por consiguiente, se explica su presencia tan extendida y general en nuestro estudio, que se ha llevado a cabo, fundamentalmente, en la zona litoral de las lagunas.

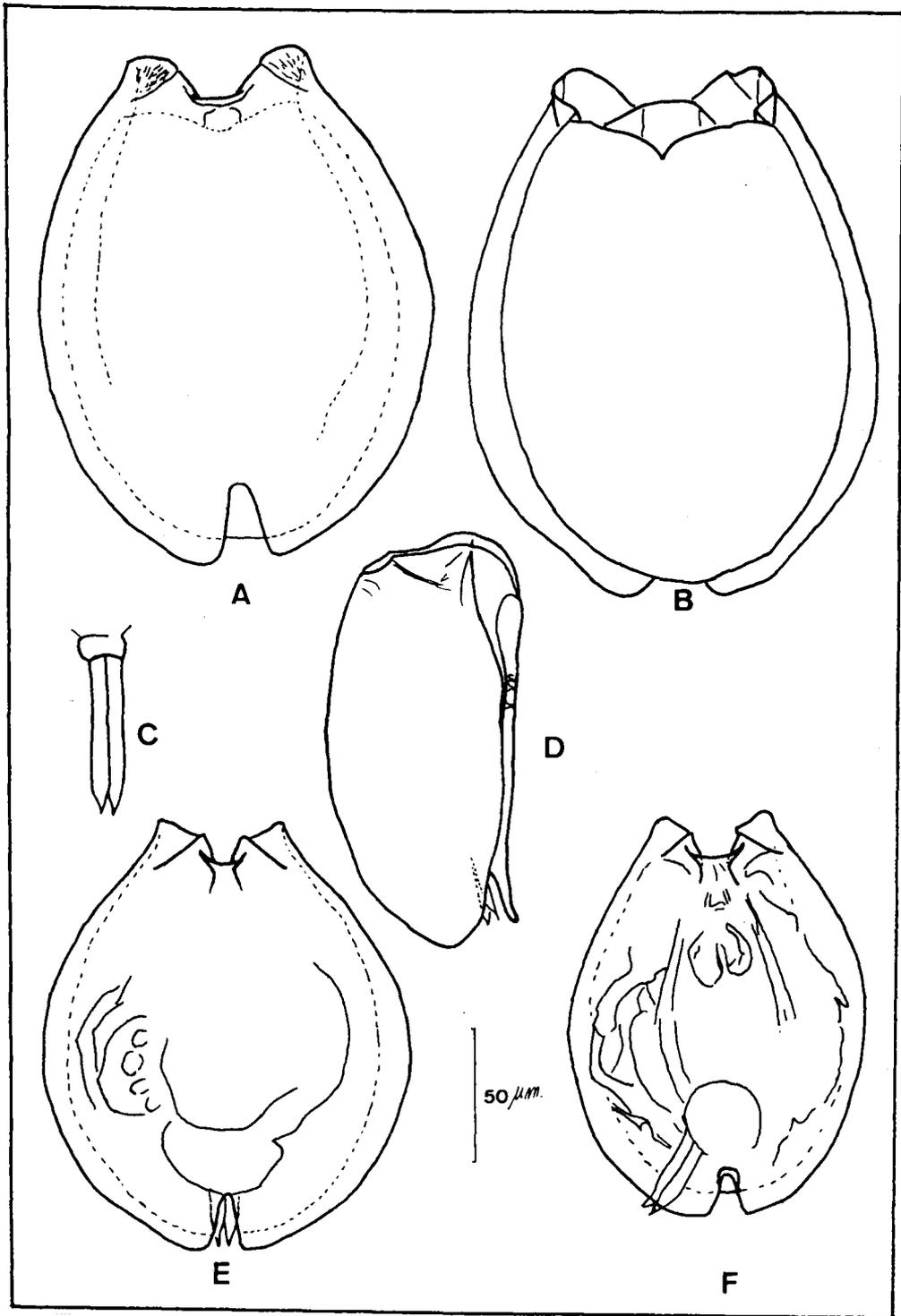


Figura 8: *Euchlanis dilatata*. A,E,F: Dorsal; B: Ventral; D: Lateral; C: Dedos.

Según KOSTE (1978), presenta amplios límites de tolerancia respecto a la mayoría de las características físico-químicas de las aguas donde viven. Nuestros datos están de acuerdo con esto: encontramos a la especie en toda la gama de condiciones que hemos medido.

Su distribución es cosmopolita (BERZINS, 1978). En España también tiene una amplia distribución (GUISET et al., 1978) y es citada en el Pirineo por MIRACLE (1978). En Sierra Nevada, su distribución es muy general, siendo la especie más frecuente de todas las estudiadas.

Ciclo de formas *Trichotria tetractis*

La ausencia de un espolón dorsal, situado entre los dedos, clasifica a nuestro material dentro del ciclo de formas *Trichotria tetractis*, las que, según Koste, por sus características variables de estructura de los bordes de la loriga y de la longitud de los dedos, se unen mediante series morfológicas intermedias.

En nuestra opinión, todos los individuos de Sierra Nevada pertenecen a la forma *Trichotria tetractis tetractis*.

*Trichotria tetractis tetractis* (EHRENBERG, 1830)

Syn.: *Dinocharis tetractis* EHRENBERG 1830; *Trichotria truncata* de HARRING 1913.

Dada la gran variabilidad que presenta esta forma, en cuanto a las medidas y ornamentación de la loriga, medidas de las articulaciones y dedos del pie, etc., el lo que sigue, nos atendremos a describir los ejemplares de Sierra Nevada.

Presentan loriga fuerte, con granulación variable; bordes laterales de la loriga, sin dentellación, con sendas espinas en el extremo anterior; borde posterior de la loriga dorsal, redondeado; segunda articulación del pie, con o sin espinas, y dedos menores de 160  $\mu$ m.

La presencia de espinas, perpendiculares al eje del dedo, en la segunda articulación del mismo, junto con una fina granulación de toda la loriga, diferencian a un grupo de nuestros ejemplares (grupo 1), del resto, que presenta una granulación más fuerte y carece de las espinas en las articulaciones (grupo 2) (ver figura 9). Ambos grupos se muestran, asimismo, separados en cuanto a las lagunas que ocupan, de forma que, el primero se localiza en las lagunas: 2 y 5 del Valle de Siete Lagunas y en las de Dilar 1 y 2, y, el segundo, en las siguientes: Aguas Verdes, Gemelas, Mosca y Virgen Inferior.

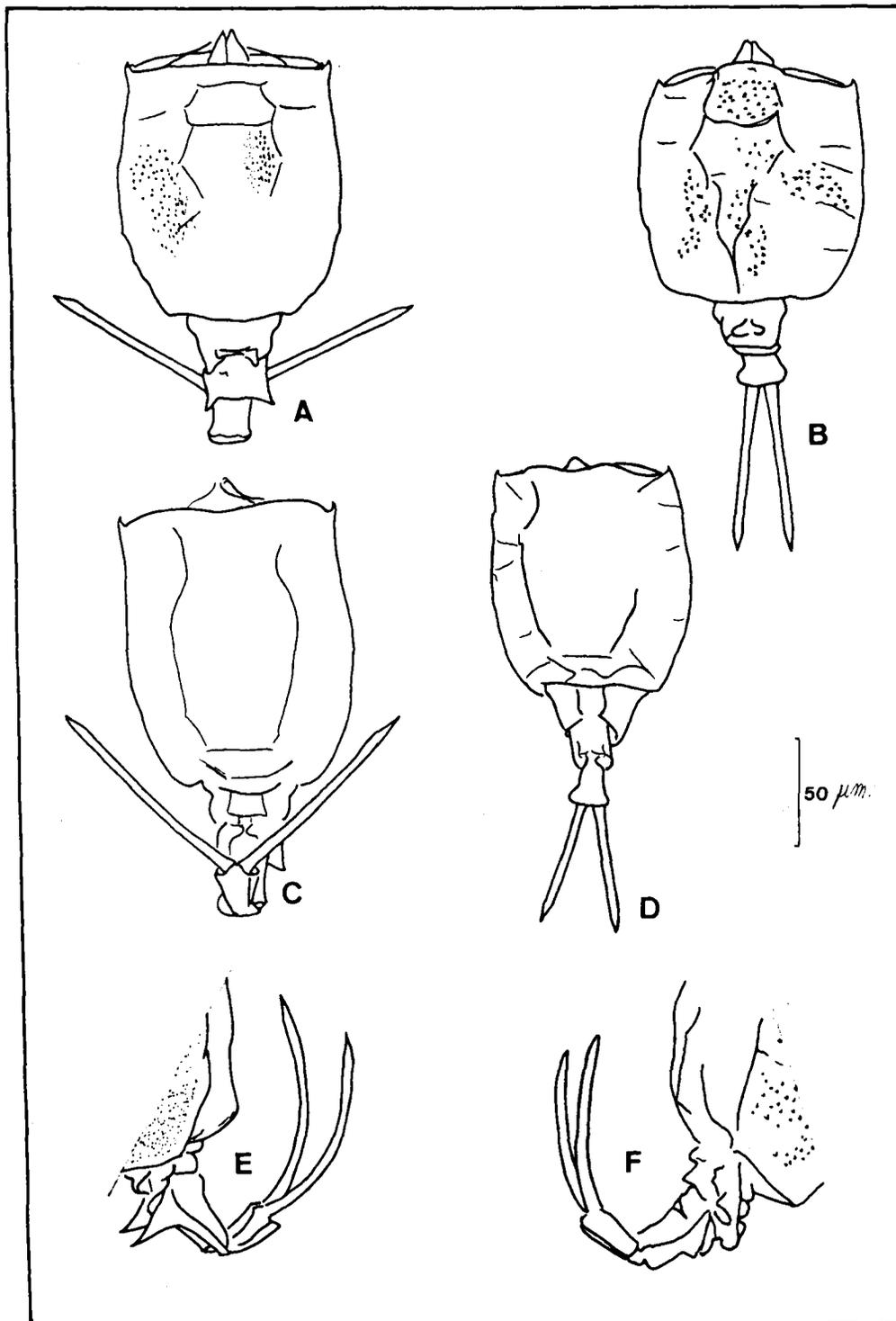


Figura 9: *Trichotria tetractis*. A,D: Dorsal; B,E: Ventral; C,F: detalle lateral del pie. A,B y C: grupo 1; D, E y F: grupo 2. (Ver texto).

Sin embargo, no se han podido hallar diferencias en la biometría de dos series de ambos grupos (13 ejemplares del grupo 1 y 15 del grupo 2), de manera que, el rango de medidas que ofrecemos corresponde al total de los individuos medidos.

Medidas. Long. loriga: 51-141  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga: 91-106  $\mu\text{m}$ ; dedos: 67-94  $\mu\text{m}$ .

### Ecología y distribución

En general, T. tetractis se describe como perifítica o béntico-litoral, aunque, en ocasiones, se presenta en el plancton (PEJLER, 1962) y, en ausencia de competidores planc-tónicos, puede llegar a ser abundante en este medio (10.000 ind./m<sup>3</sup>) (AMREN, 1964).

La especie está ampliamente distribuida (BERZINS, 1978).

En España, ha sido encontrada en una localidad, no especificada, de los Picos de Europa (SELGA, 1952), en las Marismas del Guadalquivir (DE RIDDER, 1962) y, por GUISET (1976), en 5 de los embalses que estudió.

En Sierra Nevada no es frecuente, apareciendo en, solamente, 9 de las lagunas estudiadas. La mayor abundancia registrada, en las muestras cuantitativas, es de 750 ind./m<sup>3</sup>, en Dílar 1.

La ecología de T. tetractis, al igual que sus características morfológicas, aparece muy variable en la bibliografía, por lo que pensamos, con Koste, que, verosímilmente, se trate de diferentes ecotipos.

Colurella obtusa obtusa (GOSSE, 1886)

Syn.: Colurus obtusus GOSSE 1886

Loriga lisa, sin ornamentaciones ni facetas, con hendidura ventral; borde ventro-lateral de la misma, redondeado; dedos relativamente cortos (menores de 25  $\mu\text{m}$ ); relación longitud/altura de la loriga, menor de 1.8. En visión dorsal, el margen anterior de la loriga, correspondiente a la abertura para la salida de la cabeza, tiene forma de "V".

Medidas. Long. loriga: 45-67  $\mu\text{m}$ ; altura loriga: 33-40  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga: 25  $\mu\text{m}$ ; dedos: 18-22  $\mu\text{m}$ .

En general, los caracteres descritos se corresponden bien con los señalados por Koste.

En cuanto a las medidas, y ciñéndonos a la longitud de la loriga, el valor más frecuente dentro del margen indicado, corresponde a 59  $\mu\text{m}$ , muy próximo a las 60  $\mu\text{m}$  que da Koste como característico de la especie. el rango de valores observado, en los ejemplares medidos, es congruente, también, con los únicos datos que poseemos de la especie en España. Así, DE RIDDER (1964) ofrece unas medidas de longitud entre 52 y 54  $\mu\text{m}$  en tres individuos encontrados en el Pirineo Central y MARGALEF (1947) estima que la longitud de los individuos que observa es de unas 50  $\mu\text{m}$ . Algo más alejada, y a falta de más datos en la Península Ibérica, parece la fauna italiana, para la cual, BRAIONI et al. (1983), dan medidas entre 57 y 78  $\mu\text{m}$ .

### Ecología y distribución

Esta especie se describe como propia de fondos con abundante materia orgánica, o perifítica. Nuestras observaciones también se corresponden con tal descripción.

Tiene una amplia distribución. En España, se ha citado en: Barcelona, Baleares (MARGALEF, 1947), Pirineo de la Cerdaña (MARGALEF, 1948), Pirineo Central (DE RIDDER, 1964), en las Marismas del Guadalquivir, en una localidad salina (DE RIDDER, 1964) y en un embalse de los estudiados por GUI-

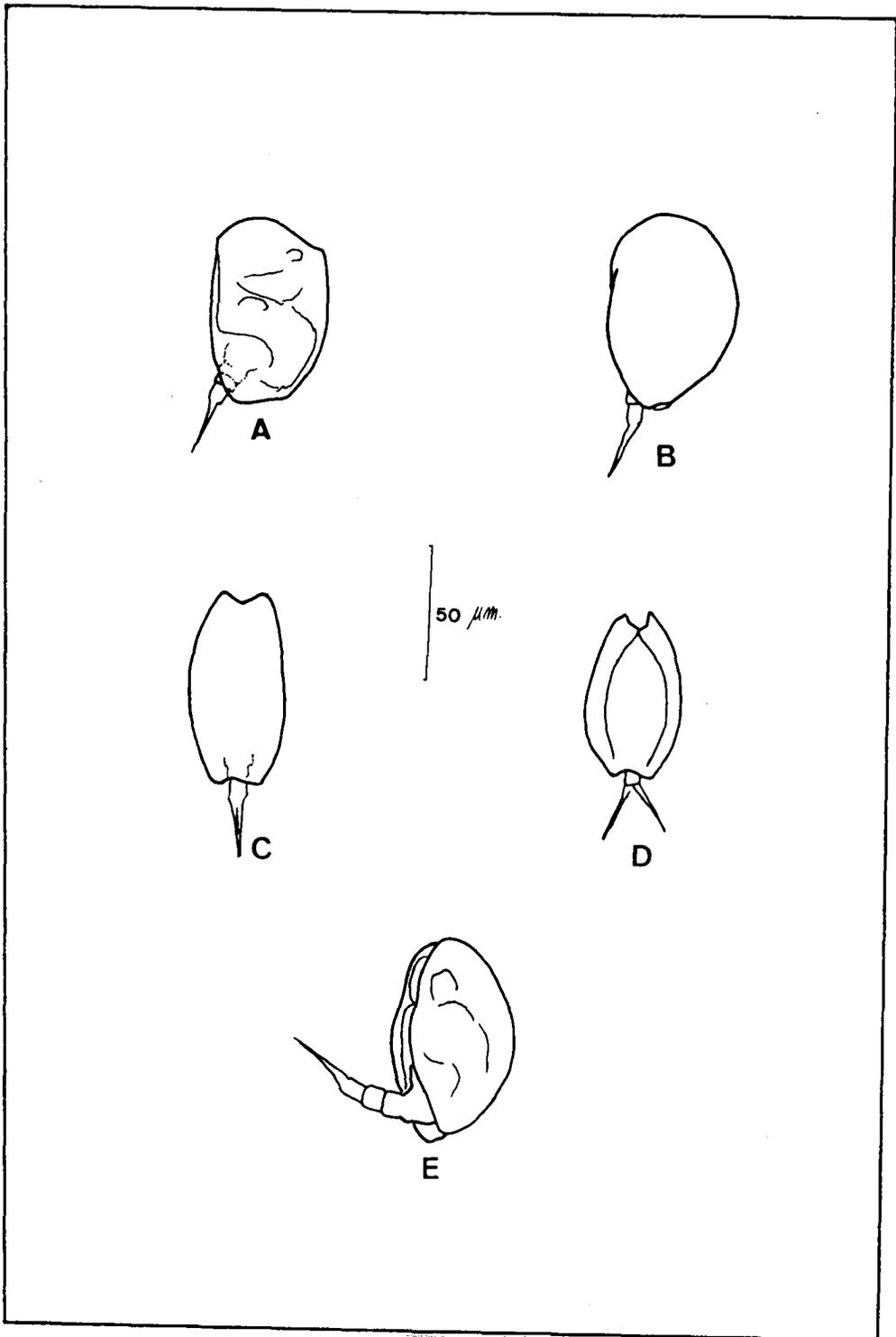


Figura 10: *Colurella obtusa*. A: Lateral; B: Dorso-ventral; C y D: Dorsal; E: Ventrolateral.

SET (1976).

Nosotros la encontramos en 11 de las lagunas estudiadas y, de acuerdo con la observación de De Ridder, siempre aparece en muy escaso número. Nunca se ha detectado en las muestras cuantitativas.

Ciclo de formas *Lepadella patella*

La presencia de las siguientes características: sección transversal de la loriga fuertemente arqueada; terminación posterior de la parte dorsal de la loriga redondeada, cóncava o plana; y borde dorsal, de la abertura de la loriga para la salida de la cabeza, cóncavo, encuadran a nuestros ejemplares en el ciclo de formas *Lepadella patella*, dentro del cual, nuestros ejemplares, en nuestra opinión, pertenecen a la forma *Lepadella patella patella*.

*Lepadella patella patella* (O.F. MULLER, 1786)

Syn.: *Metopidia collaris* STOKES 1896; *Metopidia lepadella* HUDSON Y GOSSE 1886; *Lepadella evaginata* RODEWALD 1935.

Loriga, en visión dorsal, con forma, desde oval, a casi circular. En sección transversal, los extremos de la loriga no presentan expansiones aliformes laterales.

La parte ventral de la loriga es plana.

La abertura, para la salida del pie, de forma variable. La última articulación del pie es un poco más alargada que las anteriores.

Además de las características que acabamos de mencionar, y que se corresponden bien con las de Koste, nuestros ejemplares presentan, de vez en cuando, la loriga finamente punteada y, también, en otras ocasiones, el tercio posterior de ésta se estrecha visiblemente, tal como aparece en la figura 11. Individuos con estas últimas características, aunque relativamente frecuentes, no aparecen en poblaciones bien individualizadas, sino mezclados con individuos de apariencia normal.

Medidas. Long. loriga: 75-120  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga: 56-90  $\mu\text{m}$ .

El rango de medidas que se da es comparable al que

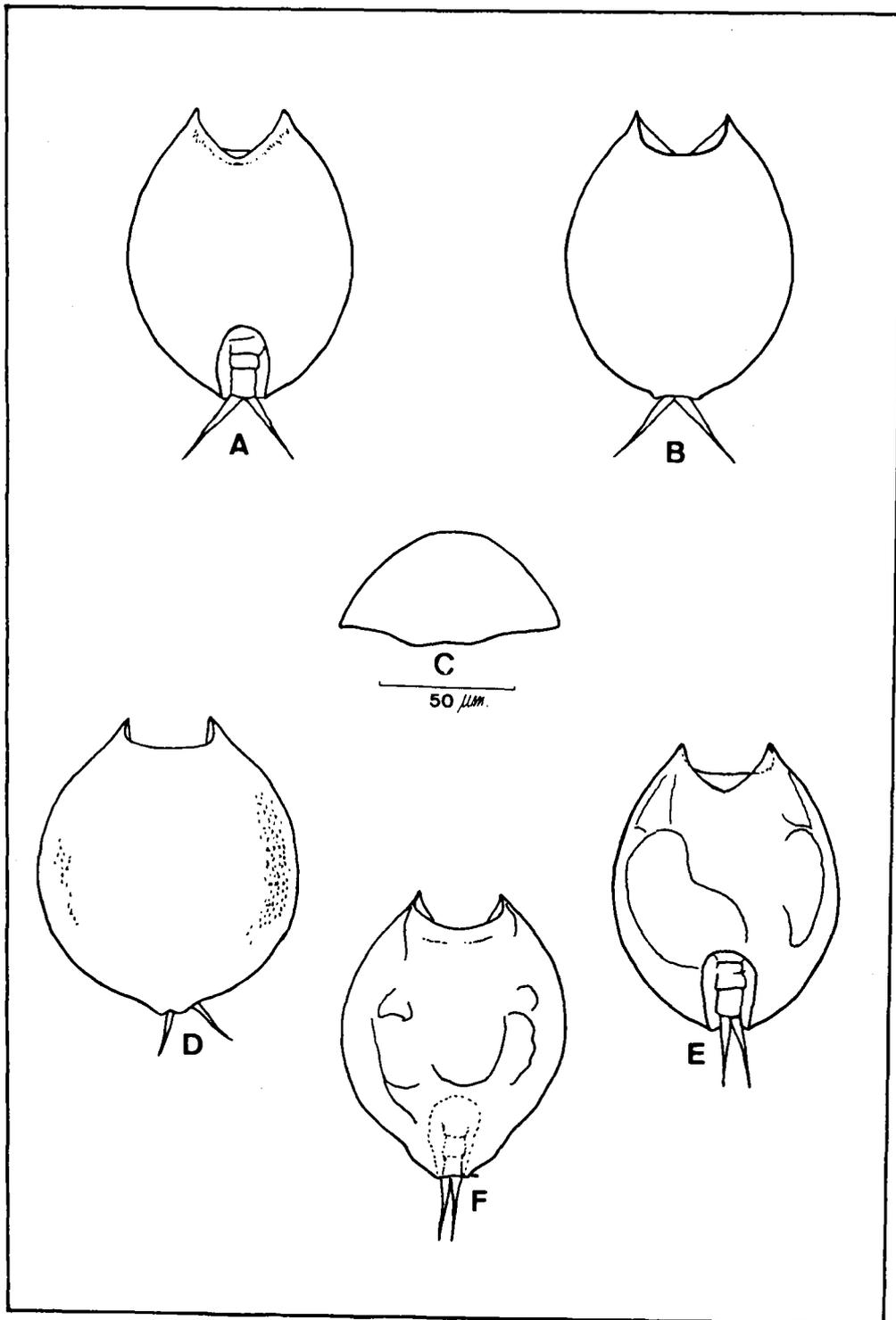


Figura 11: *Lepadella patella*. B, D y F: Dorsal; A y E: Ventral  
C: Corte transversal de la lorica.

se encuentra en la bibliografía (MARGALEF, 1947; BERZINS, 1961; BJÖRKLUND, 1972; CHENGALATH, 1976; KOSTE, 1978; BRAIONI et al., 1983). Solamente parecen algo menores los ejemplares de PEJLER (1962) (longitud: 56-92  $\mu\text{m}$ ), pertenecientes a la fauna béntica y perifítica de los lagos de la parte central de Suecia.

BJÖRKLUND (1972) realiza un estudio biométrico del grupo L. patella, encontrando bien individualizadas las poblaciones pertenecientes a las diferentes formas del ciclo, cuando se representa a los individuos en un plano definido por la longitud y la anchura de la loriga.

Una representación similar es la que se muestra en la figura 12. Como podemos observar, la gran mayoría de los 66 ejemplares medidos, pertenecientes a poblaciones de distintas lagunas, se agrupan en la misma zona de la gráfica, y que resulta ser la misma región donde se sitúan los ejemplares de L. patella de Björklund. Además, hay que destacar que no se pueden distinguir, dentro de la nube de puntos, los individuos pertenecientes a la misma laguna, ya que están muy mezclados. Esto nos dice, junto con la buena coincidencia encontrada con los datos de Björklund, que la biometría de L. patella patella debe ser muy constante.

Algo alejados de la nube de puntos, quedan dos ejemplares, que presentan una longitud alrededor de las 75  $\mu\text{m}$ . Por la zona que ocupan, deberían pertenecer a L. persimilis (= L. patella similis, en Koste), pero nuestra opinión es que se trata de individuos jóvenes de L.p. patella, porque se han encontrado junto con más ejemplares de tamaño normal y sin ningún tipo de característica que permita diferenciarlos del resto. La ausencia de individuos con medidas intermedias puede explicarse porque, dada la elevada velocidad de desarrollo postembrionario de los Rotíferos, la proporción de individuos con medidas intermedias debe ser baja.

La relación longitud/anchura de la loriga es otro de los parámetros que se utilizan en KOSTE (1978) para carac-

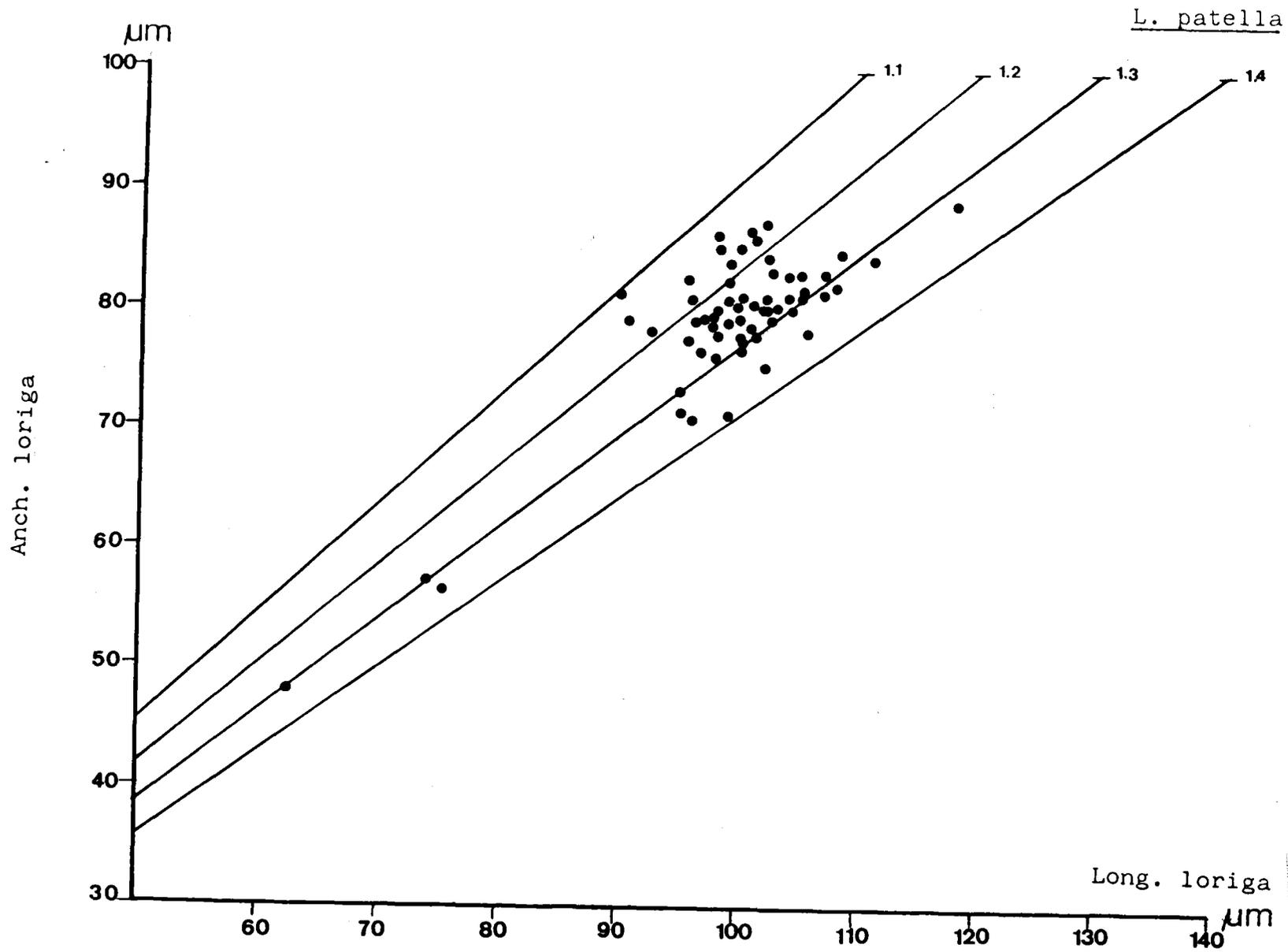


Figura 12: Relación entre la longitud y anchura de la loriga en individuos de L. patella. Las líneas representan los valores de la relación longitud-anchura.

terizar a las diferentes formas del grupo L. patella. Según este autor, la mayoría de los individuos de L.p. patella tienen una relación longitud/anchura menor de 1.2, sin embargo, nuestros ejemplares tienen una razón longitud/anchura comprendida entre 1.1 y 1.4 y, como podemos comprobar en la figura 12 (en la que las rectas señalan los puntos con igual relación l/a), la mayoría están comprendidos entre 1.2 y 1.3. En el caso de Björklund, esta relación, deducida de su gráfica, es igual a 1.2 o, la mayoría de las veces, mayor de dicho valor. A la luz de estos resultados, creemos que este parámetro no define bien a L. patella patella.

### Ecología y distribución

Las preferencias ecológicas de L. patella patella no están correctamente definidas. Se la encuentra en un amplio espectro de aguas, dulces principalmente, de pequeño volumen y en las orillas de los lagos y embalses. En Sierra Nevada, está, principalmente, en las lagunas con borreguil en sus orillas, perifítica.

Su distribución es muy amplia y, en España, ha sido citada con frecuencia: Albufera de Valencia (AREVALO, 1932), Barcelona (MARGALEF, 1947), Ibiza (MARGALEF, 1951), Pirineo Central (DE RIDDER, 1962), Marismas del Guadalquivir (DE RIDDER, 1964); GUISET (1976) la encuentra en 18 de los embalses por él estudiados.

En Sierra Nevada se distribuye ampliamente entre las lagunas, estando presente en, aproximadamente, la mitad de las estudiadas. Nunca ha aparecido en muestreos cuantitativos.

Ciclo de formas *Lepadella acuminata*

En los individuos de Sierra Nevada hemos encontrado las siguientes características, propias del ciclo de formas *L. acuminata*: loriga dorsal sin quillas ni surcos; terminación posterior de la loriga dorsal, en punta y abertura para la salida del pie, de forma ovalada.

Dentro de las formas de este ciclo, que recoge KOSTE (1978), los caracteres de nuestros ejemplares se corresponden con la forma typica, por presentar la espina terminal de la loriga dorsal agudizándose progresivamente hasta el final, sin afinarse bruscamente.

*Lepadella acuminata* f. *typica* (EHRENBERG)

En esta forma se describen un número de características variables, tales como la presencia de quillas, costillas o surcos, que nosotros no hemos podido apreciar, dado lo escaso del material de que hemos dispuesto. La apariencia de la loriga, en los pocos ejemplares que tenemos, es completamente lisa, sin ningún tipo de ornamentación.

Medidas. Long. loriga: 94  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga: 68  $\mu\text{m}$ . Estas medidas son un poco menores que los únicos datos que poseemos de la especie en España, y que corresponden al Pirineo (MARGALEF, 1948).

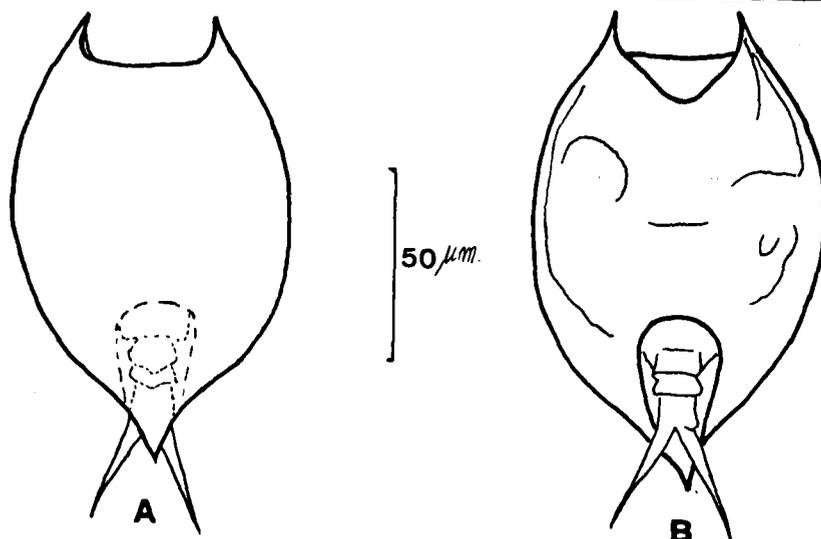


Figura 13 : *Lepadella acuminata*. A: dorsal; B: ventral.

## Ecología y distribución

L. acuminata se cita como especie propia del psamon, perifítica, en el litoral de pequeños y grandes cuerpos de agua, manantiales, aguas corrientes, turberas y aguas débilmente salinas, mostrando cierta preferencia por las aguas ácidas. (KOSTE, 1978), aunque se la encuentra, incluso, a pH 9 (DE RIDDER, 1972).

Nosotros la encontramos en aguas con pH de 6.4-6.6, en ambientes perifíticos.

En España, se ha encontrado en Barcelona (MARGALEF, 1947), Pirineo de la Cerdaña (MARGALEF, 1948), Marismas del Guadalquivir (DE RIDDER, 1962) y en 5 de los embalses estudiados por GUISET (1976).

Nosotros la encontramos en sólo 2 lagunas, y muy escasa, estando siempre en compañía de L. patella patella, como también le ocurre a PEJLER (1962).

Ciclo de formas *Lepadella quinquecostata*

En los ejemplares de Sierra Nevada se pueden apreciar las siguientes características.

Bordes de la loriga lisos; sección transversal de la misma sin costillas gruesas; presencia de una quilla mediana baja, ensanchada, con un par de costillas simétricas a ambos lados.

Este conjunto de características encuadra a nuestros individuos en el ciclo de formas *L. quinquecostata* de Koste, pero existen claras diferencias en la conformación de la sección transversal de la loriga y el diseño de los laterales de la quilla, así como una fuerte diferencia en el tamaño, con las formas que aparecen en KOSTE (1978).

Por esta razón, y previa consulta con el Dr. Koste, nos decidimos a describir una nueva subespecie, al no estar presentes en Sierra Nevada ejemplares de ninguna de las formas de *L. quinquecostata*.

*Lepadella quinquecostata nevadensis* sub. sp. nov.

Loriga alargada en el sentido del eje anteroposterior del cuerpo, con bordes lisos.

Quilla mediana baja, ensanchada, cuyos límites laterales, en visión dorsal, parten de la región anterior (un poco por detrás del borde del orificio de salida de la cabeza), y se dirigen hacia la parte posterior, convergiendo continuamente, pero que alcanzan el extremo posterior de la loriga sin llegar a unirse. Esta quilla está flanqueada por un par de costillas que arrancan de las esquinas del orificio para la salida de la cabeza (siempre en visión dorsal) y continúan hacia la parte posterior, recorriendo 2/3 de la longitud de la loriga, para terminar bruscamente.

La placa ventral de la loriga presenta dos protube

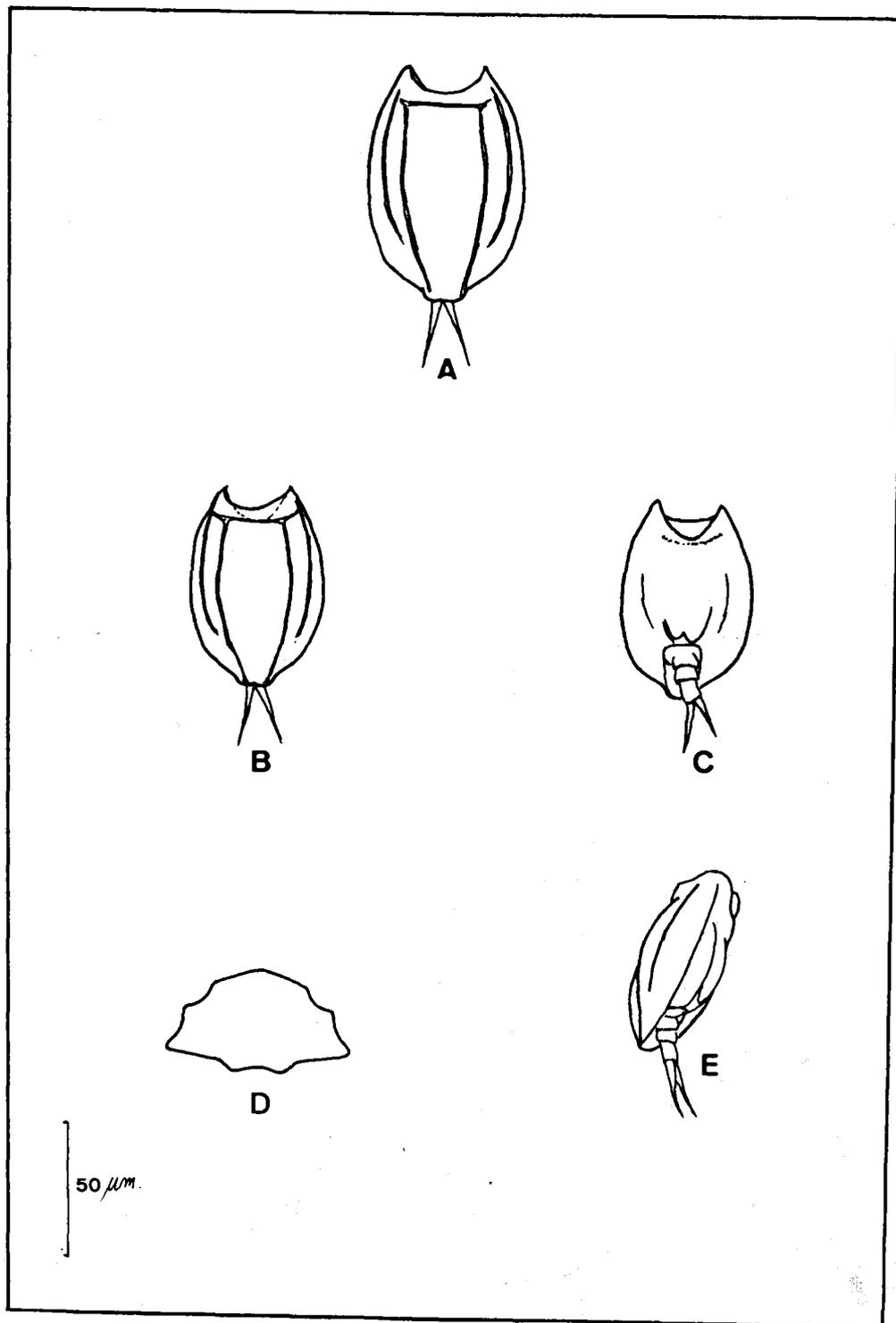


Figura 14: Lepadella quinquecostata nevadensis sub. sp. nov.  
 A y B: Dorsal; C: Ventral; E: Ventro-lateral; D: Corte transversal de la lorica.

rancias que se acentúan cerca de la abertura para la salida del pie.

En sección transversal, la loriga se muestra gruesa, con las placas, dorsal y ventral, dispuestas como dos platos contrapuestos, en cuyo perfil se aprecian, claramente, las señales de la quilla, las costillas y las protuberancias.

El borde del orificio de la loriga, para la salida de la cabeza, es suavemente cóncavo en la parte dorsal, y profundamente hendido en la ventral, lo que le da un aspecto de "v" abierta en esta parte. El límite anterior de la quilla, que se manifiesta por una línea transversal, que se extiende hasta las costillas laterales, delimita una forma de "cuello" en la loriga.

La terminación posterior de la loriga dorsal, está algo individualizada del resto. Es aplanada o ligeramente cóncava, con dos esquinas redondeadas que se continúan con los bordes laterales de la loriga. La abertura para la salida del pie, es de forma, aproximadamente, rectangular.

El pie presenta la última articulación un poco más alargada que las anteriores, y los dedos son bastante afilados, sobre todo desde su parte media hasta el final.

Medidas. Long. loriga: 64-84  $\mu$ m; anchura loriga: 44-61  $\mu$ m.

El rango de medidas observado en los 9 individuos medidos, de Sierra Nevada, también difiere fuertemente respecto a cualquiera de las formas de L. quinquecostata que se citan en Koste (longitudes entre 80-112  $\mu$ m, en el conjunto de las formas), siendo nuestros ejemplares notablemente menores.

### Ecología y distribución

L. quinquecostata es propia de la zona litoral de lagos y lagunas, distribuyéndose por casi toda Europa, aunque,

en España, no se ha citado ninguna forma del ciclo.

En Sierra Nevada se ha encontrado en, solamente, 5 lagunas (Aguas Verdes, Gemelas, Virgen Superior, Media e Inferior) siendo su número muy escaso, y nunca ha aparecido en los muestreos cuantitativos.

Ciclo de formas *Lecane s. str. flexilis*

El ciclo de formas *L. flexilis* de KOSTE (1978) agrupa a dos especies, de las que, solamente una, *L. flexilis*, es de distribución europea y con la que coinciden las características de nuestros ejemplares.

*Lecane s. str. flexilis* (GOSSE, 1886)

Syn.: *Distyla flexilis* GOSSE, 1889; *Cathypna brevis* MURRAY 1913

La placa dorsal de la loriga es más corta y ancha que la ventral, de manera que, en visión dorsal, el margen trasero, de la placa ventral de la loriga, sobresale. Es abombada y sobresale, también, de la ventral por los márgenes laterales del cuerpo.

La placa ventral de la loriga es redondeada en su margen trasero, con dos espinas, cortas, gruesas y curvadas hacia dentro, situadas en las esquinas del margen anterior de la misma.

Ambas placas están muy ornamentadas.

Las uñas de los dedos del pie están curvadas hacia la parte dorsal, portando una pequeña uñita en la base de cada una de ellas.

Medidas. Anchura loriga dorsal: 57-67  $\mu\text{m}$ ; long. loriga ventral: 70-85  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga ventral: 50-57  $\mu\text{m}$ ;

Las características taxonómicas y las medidas comentadas están muy de acuerdo con la descripción que, para esta especie, hace Koste. Se ha observado, además, una gran constancia en todas ellas, e, incluso, los dibujos que realizan los surcos de las placas de la loriga los encontramos, asimismo, constantes, mostrándose variable, únicamente, la nitidez con que se aprecia dicho dibujo.

La regularidad de las medidas queda reflejada en la

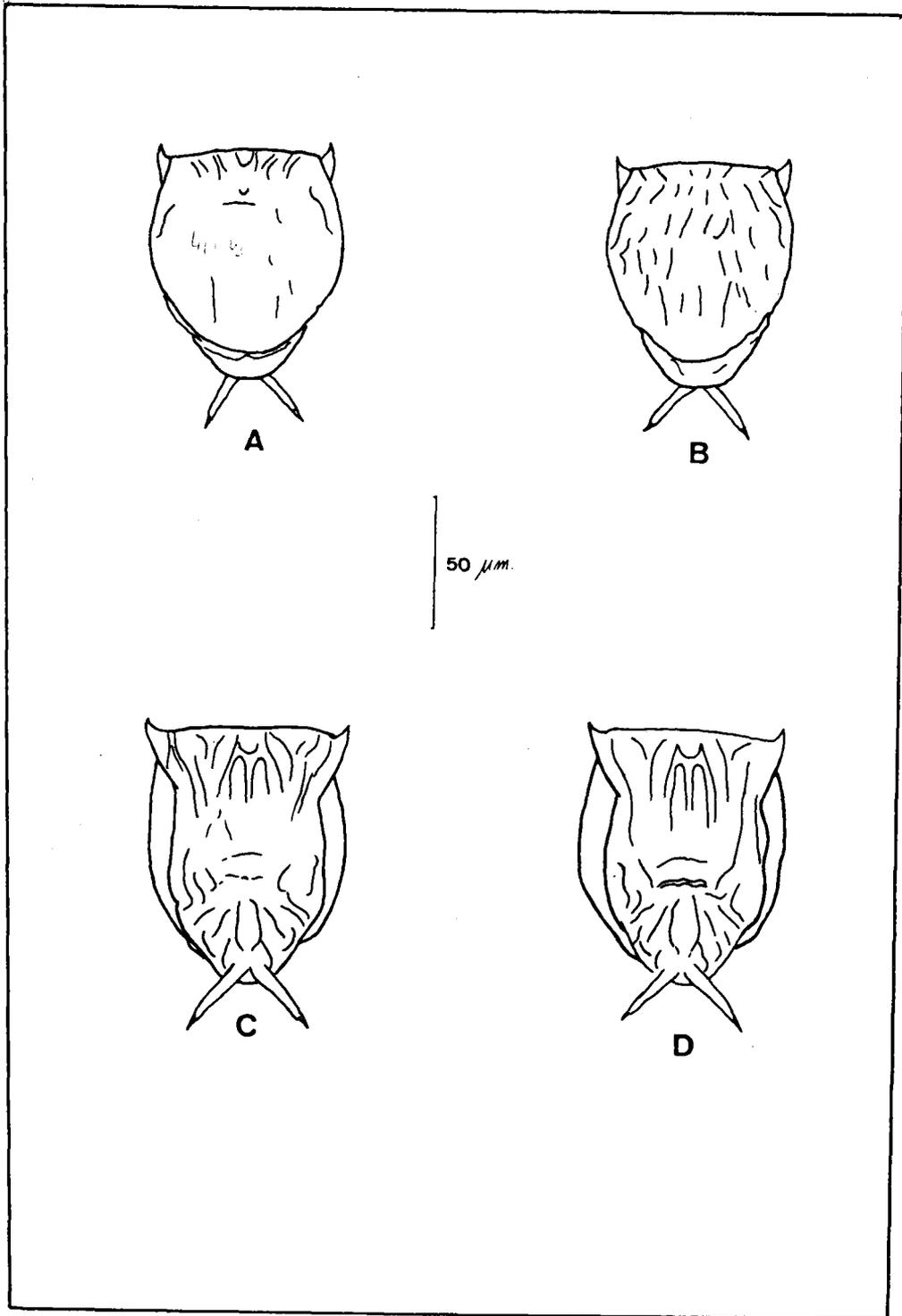


Figura 15: Lecane flexilis. A y B: Dorsal; C y D: Ventral.

figura 16 , en la que representamos el resultado de las mediciones realizadas sobre 31 ejemplares pertenecientes a diferentes lagunas. Las medidas se han efectuado sobre la placa ventral de la loriga, considerando, como medida de la anchura, la distancia existente entre los puntos internos de la base de las espinas, del borde anterior de la loriga. La elección de la placa ventral como representante de las mediciones se debe a que se muestra más rígida que la dorsal y, por lo tanto, proporciona valores más estables.

Como vemos, los puntos de la gráfica están bastante bien agrupados, conformando una "nube", con una cierta forma elíptica, alargada en el sentido de la relación longitud/anchura, aunque esta relación no queda bien definida con los datos que poseemos.

Es notable, sin embargo, la escasa diferencia de tamaño que presentan los ejemplares, de manera que, entre la longitud mayor y la menor, hay solamente 15  $\mu\text{m}$  y, entre la anchura máxima y mínima, únicamente 7  $\mu\text{m}$ , a pesar de lo cual, nuestros ejemplares ocupan una gran parte del rango de variación que señala Koste para la especie (long. loriga ventral: 66-90; anchura loriga ventral: 50-60  $\mu\text{m}$ ). Sorprende, además, el hecho de que las 50  $\mu\text{m}$  que Koste da como límite inferior de variación de la anchura de la loriga ventral, coinciden con nuestros resultados, según los cuales, no encontramos ningún ejemplar con anchura menor de dicho valor, a pesar de haber varios con 50  $\mu\text{m}$  y diferentes longitudes (ver figura 24 ).

En conjunto, se muestra una especie muy definida en la morfometría estudiada y nosotros no podemos distinguir, dentro de la "nube" de puntos, ningún agrupamiento atribuible al diferente origen lagunar que tienen.

### Ecología y distribución

Una característica común es la de poseer hábitos perifíticos o del psamon, aunque también se la puede encontrar



en el plancton (BRAIONI et al., 1983). Nuestros datos están de acuerdo con ambas calificaciones.

Lecane flexilis es una especie laxamente definida en cuanto a sus requerimientos. Se la cita, tanto en fuentes sulfurosas frías, como en aguas termales, aguas ácidas o básicas, corrientes o no (KOSTE, 1978; BRAIONI et al., 1983)

En España se ha citado, solamente, en 9 de los embalses estudiados por GUISET (1976), aunque su distribución, por Europa, es amplia. (BERZINS, 1978).

Nosotros la encontramos en un total de 11 lagunas, apareciendo, la mayoría de las veces, en las mismas lagunas en los dos periodos muestreados. También ha aparecido en los muestreos cuantitativos (pelágicos), si bien, muy escasamente (abundancia máxima de 100 ind./m<sup>3</sup> en la laguna 7 del Valle de Siete Lagunas y en Dílar 1), en 4 lagunas. Tampoco presenta nunca grandes valores de abundancia en los muestreos cualitativos y, donde únicamente se ha mostrado relativamente abundante, es en la laguna Virgen Media.

Ciclo de formas *Lecane (Monostyla) furcata*

Las siguientes características: loriga dorsal sin espina mediana; borde dorsal anterior de la loriga más o menos recto y uñas que apenas se separan, encuadran a nuestros ejemplares en el ciclo de formas L.(M.) furcata de KOSTE (1978). En este ciclo de formas, Koste incluye tres variedades, además de la forma típica. Según él, la forma típica no está bien definida, ya que faltan datos sobre el modelado de la loriga y las proporciones del pie.

Las características del resto de las variedades no se ajustan bien a las de los ejemplares que nosotros encontramos; se presentan con caracteres intermedios entre las variedades thetis y elachis. En lo sucesivo, describiremos a los individuos de Sierra Nevada, no pareciendo adecuado describir una variedad nueva, al no estar bien establecida la variabilidad de la forma típica.

*Lecane (Monostyla) furcata* (MURRAY, 1913)

Syn.: *Monostyla furcata*, MURRAY, 1913; *Monostyla furcata* de PEJLER, 1962.

Los ejemplares de Sierra Nevada han presentado: loriga un poco más corta y ancha que la placa ventral; margen anterior de la misma, también, más corto, de manera que resulta algo redondeado y, en visión dorsal, sobresalen las esquinas anteriores de la placa ventral, así como el extremo posterior de la misma.

Placa ventral, aproximadamente, rectangular, con el extremo posterior redondeado.

Ambas placas presentan un modelado cuyo dibujo es característico. En la placa dorsal, dicho dibujo consta de 4 filas transversales de acanaladuras cortas longitudinales. Cada una de las filas tiene un número decreciente de acanaladuras, de manera que, de la fila anterior a la posterior, hay

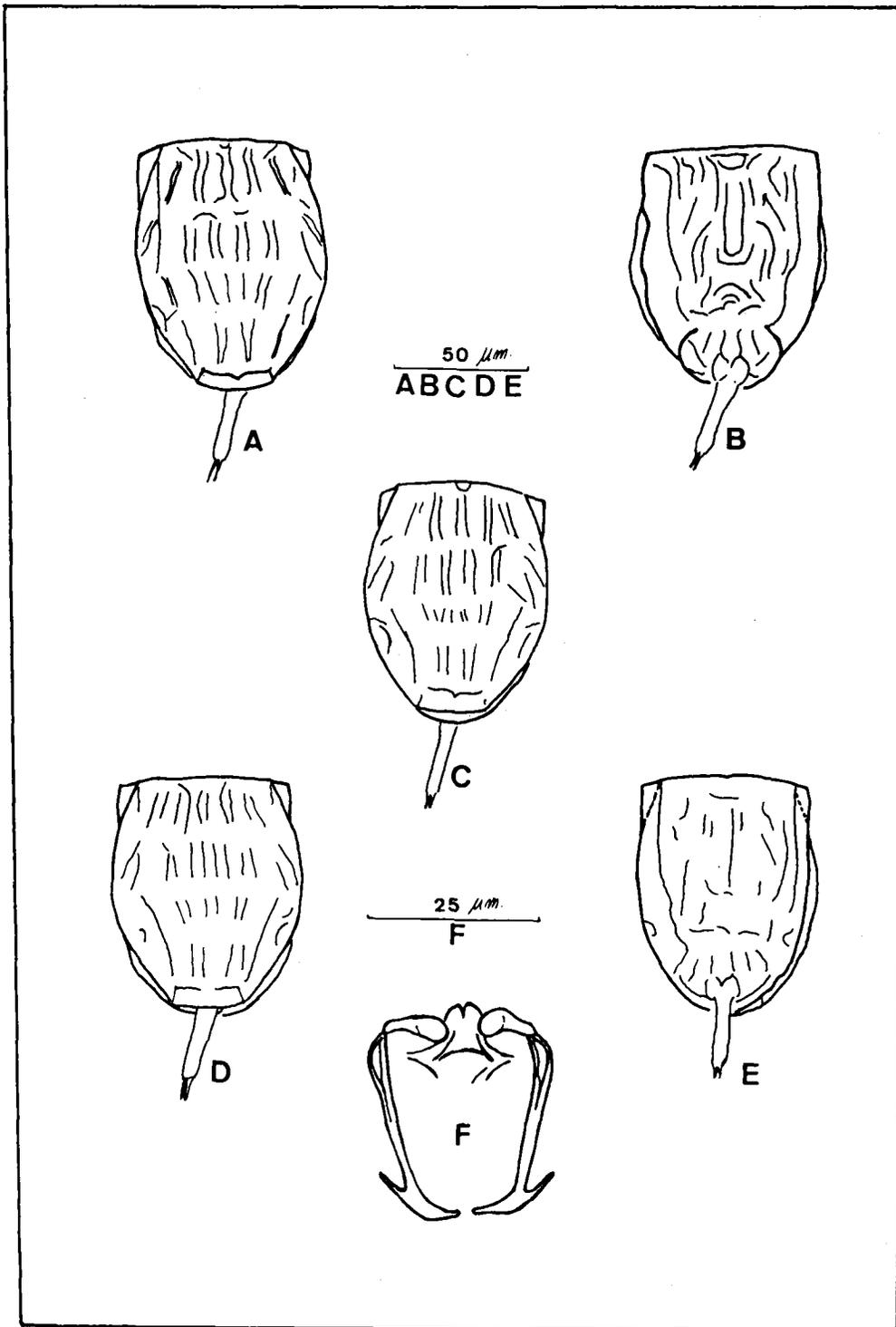


Figura 17: Lecane furcata. A, C y D: Dorsal; B y E: Ventral, F: trofi.

5, 4, 3 y 2 acanaladuras, respectivamente.

La segunda articulación del pie es larga y estrecha, con dos uñas que se pueden mover. En visión lateral, estas uñas están curvadas hacia la parte dorsal.

Medidas. Long. loriga ventral: 65-84  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga ventral: 47-58  $\mu\text{m}$ ; pie: 34  $\mu\text{m}$ .

Estos caracteres se han mostrado constantes, no apreciándose variabilidad en ninguno de ellos e, incluso, el dibujo de la loriga es también constante, variando, solamente, la intensidad con que se aprecia el mismo.

Para visualizar el agrupamiento de las medidas hemos realizado una gráfica (figura 18 ) que representa el resultado de las mediciones efectuadas sobre la longitud y anchura de la placa ventral de la loriga, en 37 ejemplares pertenecientes a distintas lagunas (se ha medido la placa ventral por resultar más estable en sus dimensiones, tras la contracción que provoca el formol en los individuos; la anchura se ha medido sobre el borde anterior de dicha placa).

En general, nuestros ejemplares quedan bien agrupados en un margen estrecho de medidas (la mayoría sólo difieren en 12  $\mu\text{m}$ , en cuanto a la longitud, y en 8  $\mu\text{m}$  en cuanto a la anchura), siendo la única excepción un individuo, claramente mayor, perteneciente a la laguna Majano. Desafortunadamente no hemos encontrado más ejemplares en esta laguna, de manera que no podemos saber si las dimensiones son una característica de la población de la laguna Majano. El resto de los puntos se entremezclan sin que se puedan distinguir agrupamientos debidos al diferente origen lagunar que tienen.

Las medidas que hemos obtenido no se corresponden bien con ninguna de las variedades que se describen en KOSTE (1978). Nuestros ejemplares tienen una longitud, de la placa ventral de la loriga, parecida a la de la variedad elachis, pero la anchura de dicha placa es netamente menor que cualquiera

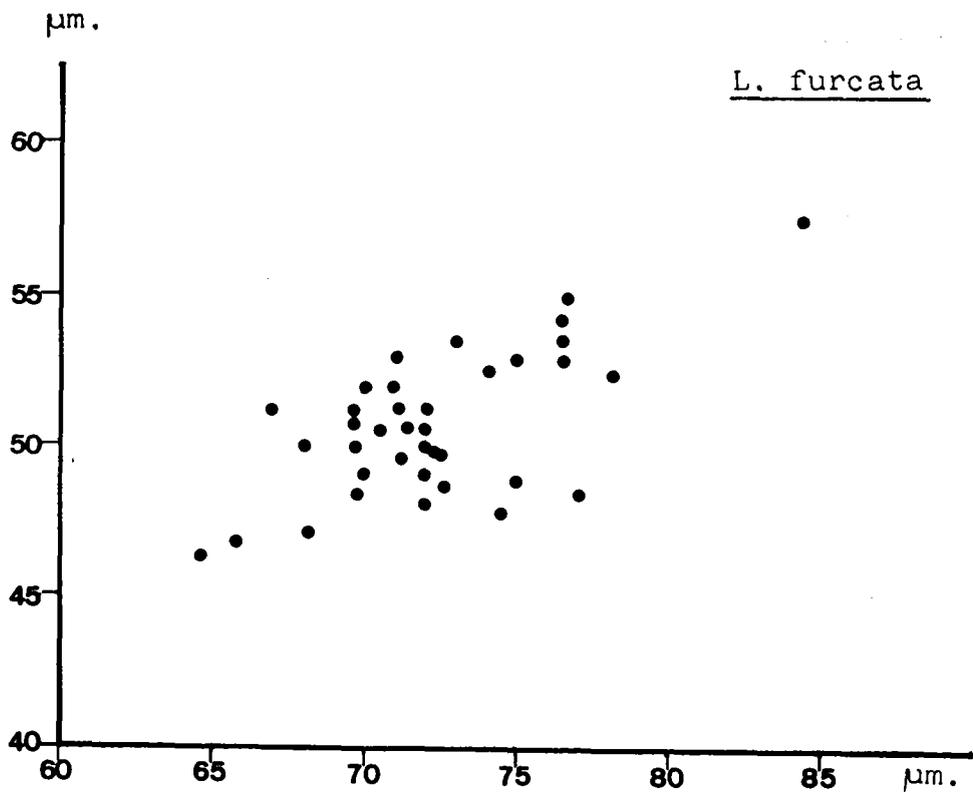


Figura 18: Relación entre la longitud y la anchura de la lori ga en L. furcata.

de las variedades citadas por dicho autor.

### Ecología y distribución

Tampoco la ecología de esta especie está bien definida. Según KOSTE, faltan datos que precisen los requerimientos de L.(M.) furcata furcata, que es de distribución cosmopolita y de carácter eurioico. Algo más concretas parecen las variedades elachis y thetis; la primera, de distribución norteamericana, escandinava, india e indonésica, y, la segunda, de Europa central, Norteamérica y Mount Desert Island. Todas ellas parecen ser de aguas limpias (oligotróficas) y de hábitos perifíticos o bénticos.

En España, se ha citado en Valencia (AREVALO, 1932) y en un embalse de los estudiados por GUISET (1976). Es de esperar que sea más abundante cuando se estudie más a fondo la fauna española. Nosotros la encontramos en 15 de las lagunas estudiadas, mostrándose como perifítica o béntica, aunque con presencia muy escasa ( $50 \text{ ind./m}^3$ , la mínima detectable).

Ha aparecido, en siete de ellas, en los muestreos cuantitativos (pelágicos), llegando a alcanzar una abundancia de  $200 \text{ ind./m}^3$  en una única ocasión, en la laguna Virgen Inferior.

Ciclo de formas Lecane (Monostyla) lunaris

En Sierra Nevada se encuentran individuos con las siguientes características.

Borde dorsal anterior de la loriga, sin espina mediana; bordes anteriores de la loriga más o menos cóncavos; superficie de la loriga, lisa; loriga de forma más o menos oval; abertura, para la salida de la cabeza, ancha; bordes anteriores de la loriga, en la mayoría de las ocasiones, paralelos.

De acuerdo con KOSTE (1978), estos individuos se encuadran en el ciclo de formas L. (M.) lunaris, dentro del cual, según nuestra opinión, la forma L.(M.) lunaris lunaris es la que mejor se adecua a los caracteres de nuestros ejemplares.

Lecane (Monostyla) lunaris lunaris (EHRENBERG, 1832)

Syn.: Lepadella lunaris EHRENBERG, 1832; Monostyla lunaris EHRENBERG, 1838.

Esta especie es de gran plasticidad morfológica, variabilidad que también hemos podido comprobar. En Sierra Nevada, se han presentado dos morfologías bien individualizadas, según las lagunas que habitan. En la mayor parte de las lagunas que han presentado a la especie (Laguna Larga, Virgen Superior, Virgen Inferior, Virgen Media y Dílar 1), los individuos muestran las siguientes características: bordes anteriores de la loriga, dorsal y ventral, cóncavos y paralelos, en su mayor parte; placa dorsal de la loriga claramente más corta que la ventral y con las siguientes medidas:

Long. loriga dorsal: 96-110  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga dorsal: 76-86  $\mu\text{m}$ ; long. loriga ventral: 97-112  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga ventral: 73-79  $\mu\text{m}$ ; dedos: 45-54  $\mu\text{m}$ ; uñas: 7.5-9  $\mu\text{m}$ .

Por el contrario, en la laguna de Aguas Verdes, los individuos tienen las siguientes características: borde ante-

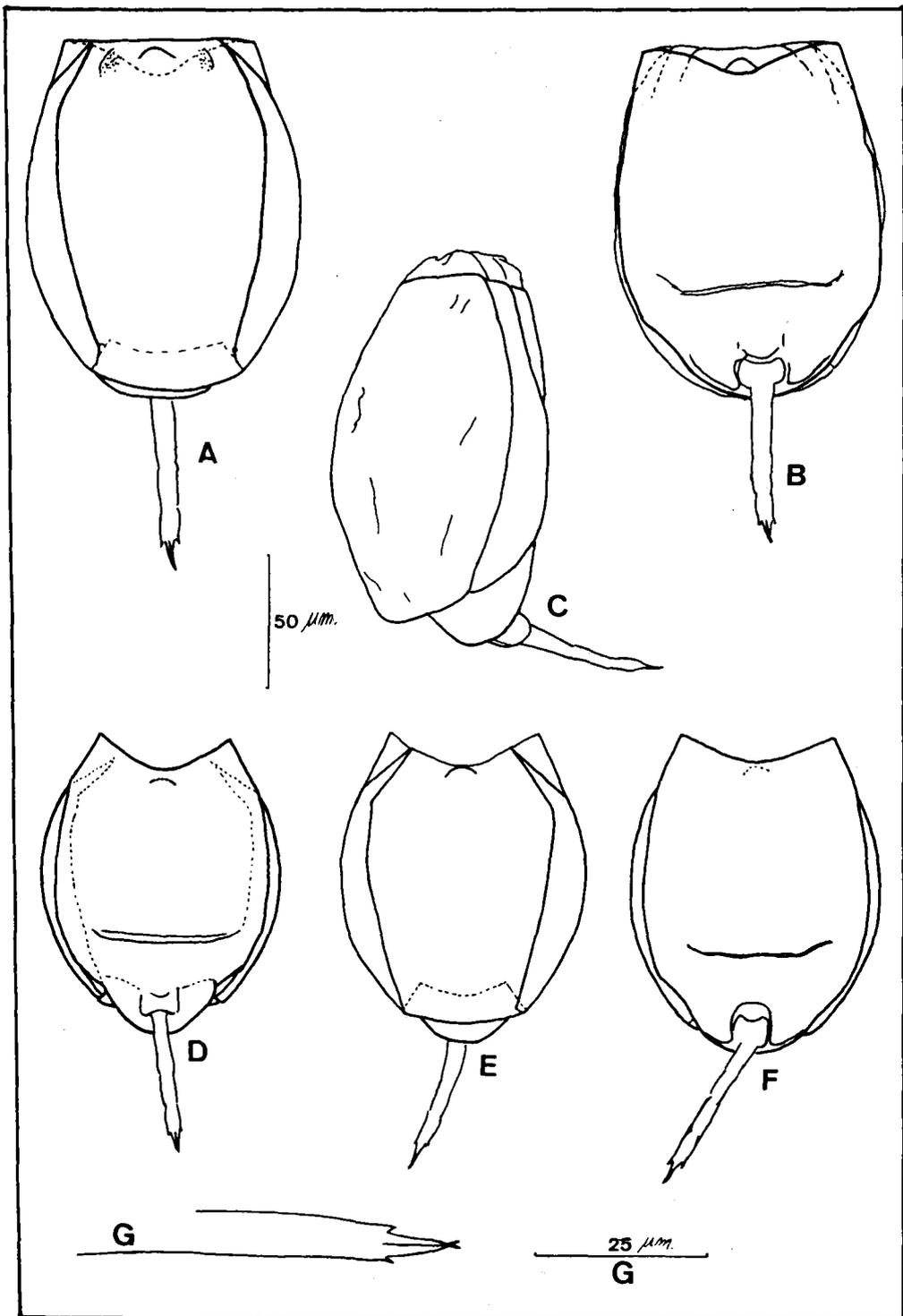


Figura 19: *Lecane lunaris*. A y E: Dorsal; B, D y F: Ventral; C: Lateral; A, B y C: ejemplares de la laguna de Aguas Verdes. (ver taxto). G: detalle de la terminación del pie.

rior de la loriga, recto; borde ventral, cóncavo; placas dorsal y ventral de la loriga, aproximadamente, de la misma longitud, de manera que, en visión dorsal, es difícil ver la parte posterior de la placa ventral de la loriga.

Medidas. Long. loriga dorsal: 109-115  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga dorsal: 85-92  $\mu\text{m}$ ; long. loriga ventral: 109-116  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga ventral: 80-84  $\mu\text{m}$ ; dedos: 52-58  $\mu\text{m}$ ; uñas: 8-9  $\mu\text{m}$ . Son, por consiguiente, mayores que en el resto de las lagunas.

La biometría de L.(M.) lunaris lunaris no es homogénea, según resulta de la bibliografía. En KOSTE (1978) se reseñan los datos procedentes de los estudios de cuatro autores diferentes (HARRING Y MYERS, 1926; DONNER, 1966; KOTIKOVA, 1970; DE RIDDER, 1972), con valores distintos para los diferentes parámetros.

Nuestros resultados, teniendo en cuenta a los individuos en conjunto, sin diferenciar según su morfología, se pueden incluir bien en el rango de medidas que ofrece KUTIKOVA (1970), que es el más grande de los cuatro comentados, y también se aproximan bastante al rango que señala DE RIDDER (1972) para los ejemplares islandeses.

Las medidas españolas de la especie, se deben a MARGALEF (1947, 1948), efectuadas sobre ejemplares procedentes del Pirineo y de Barcelona, y se engloban bien dentro del rango de variación observado por nosotros.

En Suecia, sin embargo, PEJLER (1962) encuentra una gran variedad de formas, incluso en la misma laguna, indicando que tal discontinuidad puede tener relación con la ausencia de periodos sexuales.

La disparidad de formas y biometrías, junto con la regularidad con que encontramos las mismas morfologías en las mismas lagunas, parecen indicar que nos encontramos, una vez más, en presencia de ecotipos.

### Ecología y distribución

Esta es una especie ampliamente citada en cualquier tipo de aguas (BRAIONI Y GELMINI, 1983). Principalmente se la encuentra en el perifiton y en el ticoplancton, entre musgos y en el litoral de lagos y lagunas. Nosotros la encontramos, también, en el litoral de lagunas con musgos en sus orillas.

PEJLER (1962) la encuentra en la localidad más elevada de Suecia central, con Rotíferos bénticos.

En España es una de las especies más citadas. AREVALO (1917, 1918, 1932) la encuentra en Valencia y Barcelona. MARGALEF (1947, 1948, 1950, 1951) la cita en Barcelona, Pirineo, Picos de Europa e Ibiza. PARDO (1921, 1923, 1924) la encuentra en la región valenciana y GUISET (1978) cita su presencia en 37 embalses.

Estos datos están de acuerdo con el cosmopolitismo de esta especie y hacen pensar que su distribución es amplia en la Península, pero la carencia de descripciones detalladas no permite comprobar si la distinta morfología y morfometría, que hemos observado en nuestros ejemplares, tiene alguna correspondencia en el resto de España.

Encontramos a la especie en 6 de las lagunas ya citadas, apareciendo una única vez en los muestreos cuantitativos (con el número mínimo que se puede registrar, según nuestro método de muestreo, 50 ind./m<sup>3</sup> en la laguna Virgen Media).

Lecane (Monostyla) closterocerca closterocerca (SCHMARDA, 1859)  
Syn.: Monostyla closterocerca .SCHMARDA, 1859

Los ejemplares de Sierra Nevada presentan, con regularidad, los caracteres de: bordes laterales de la loriga sin espinas; borde anterior sin espinas en las esquinas y de forma más o menos recta, por lo que, siguiendo a KOSTE, se encuentran encuadrados en la especie L.(M.) closterocerca closterocerca. En nuestros individuos, además, hemos encontrado las siguientes características.

Como hemos comentado, el borde anterior de la loriga dorsal aparece con forma recta o más o menos cóncavo (figura 20). Esta variabilidad puede ser debida a diferentes grados de contracción en los individuos al fijarlos con formol, ya que esta especie es muy sensible a la acción de este fijador y, en ocasiones, puede provocar grandes contracciones (KOSTE, 1978 II, lámina 85, figuras 2a y 2b; HAUER, 1929, en DE RIDDER, 1962), aunque nosotros no las hemos observado.

La placa dorsal de la loriga es lisa, muy ancha y ovalada o casi circular. En nuestros ejemplares tiene la misma longitud que la placa ventral o, incluso, un poco menor, de manera que, en visión dorsal puede verse, en ocasiones, el borde posterior de la loriga ventral.

Placa ventral de la loriga alargada, más estrecha que la dorsal, presentando un dibujo característico, que representamos en la figura 20.

El segundo segmento del pie llega justo hasta el final de la loriga dorsal, sin sobrepasarla nunca. El dedo se ha mostrado variable en su forma, teniendo distinto grado de afinamiento final.

Medidas: Long. loriga dorsal: 56-71  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga dorsal: 52-66  $\mu\text{m}$ ; longitud loriga ventral: 59-75  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga ventral: 50-60  $\mu\text{m}$ ; dedo: 24-29  $\mu\text{m}$ .

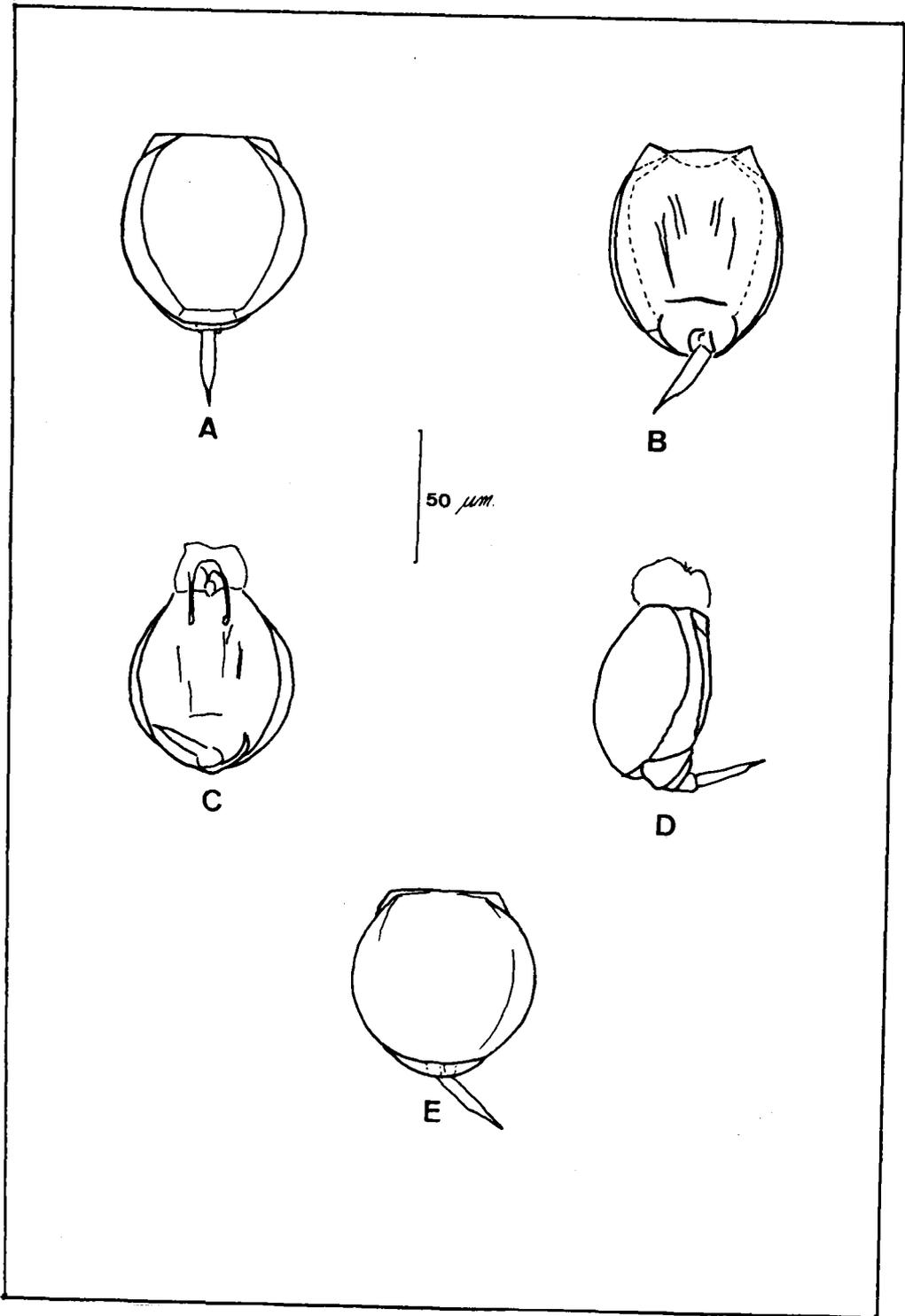


Figura 20: Lecane closterocerca. A y E: Dorsal; B y C: Ventral  
D: Lateral.

Estas medidas caen perfectamente dentro del rango que da Koste para la especie y también son congruentes con los únicos datos biométricos de la especie, en España, que poseemos, debidos a MARGALEF (1947), aunque sus ejemplares parecen algo más grandes y, desde luego, el dedo es manifiestamente mayor (rango de variación: 30-34  $\mu$ m).

DE RIDDER (1962), en su estudio sobre las marismas del Guadalquivir, ofrece datos sobre la escultura de la loriga, que, en sus ejemplares, aparece en las dos caras de la misma. En nuestro caso, como ya hemos señalado, la escultura sólo aparece en la placa ventral y, además, el dibujo es ligeramente distinto del que muestra DE RIDDER. Sin embargo, este dibujo ha resultado ser muy parecido al que muestra la especie en una laguna distrófica de la Depresión de Padul (Granada) (datos no publicados).

#### Ecología y distribución

L.(M.) closterocerca closterocerca es considerada como una especie bentico-perifítica (BIELANSKA-GRAJNER, 1983)

Parece tener unas tolerancias muy amplias respecto a las variaciones de temperatura, salinidad y pH (DE RIDDER, 1972; KOSTE, 1978), encontrándose en aguas corrientes, lagos y lagunas. Es posible que, en localidades concretas, sea más específica en cuanto a sus requerimientos. Así, RADWAN (1984), en un estudio sobre 60 lagos de Polonia, encuentra que esta especie no aparece bajo las siguientes condiciones: a temperaturas superiores a 24°C, ni a pH inferior a 7, ni a concentraciones de Potasio superiores a 10 mg/l, que son condiciones que están dentro del rango de tolerancia que ofrece Koste.

La distribución de la especie es muy amplia en Europa (BERZINS, 1978). En España ha sido citada con cierta frecuencia, encontrándose en Barcelona e Ibiza (MARGALEF, 1947a, 1948a), Valencia (AREVALO, 1932), Pirineo español y Marismas del Guadalquivir (DE RIDDER, 1962, 1964) y, por último, GUI-

SET (1976) la encuentra en 23 de los 103 embalses estudiados.

Nosotros la encontramos en, solamente, 5 de las lagunas que hemos estudiado, siendo su presencia bastante escasa. Su aparición en muestras cuantitativas es esporádica. Sólo ha tenido lugar en Dílar 1, La Mosca y Virgen inferior, con muy escasas abundancias (ver tabla II del apéndice).

Ciclo de formas *Lecane (Hemimonostyla) kluchor-syngenes*

Por la presencia, en los ejemplares de Sierra Neva de, de las siguientes características: dedos que no pueden separarse entre sí; uñas de los dedos duplicadas; laterales del pie lisos; y dedos que se ensanchan en el primer tercio, se encuadran en el ciclo de formas L.(H.) kluchor-syngenes de KOSTE, dentro del cual, nuestros ejemplares concuerdan bien con la única forma de distribución europea de dicho ciclo: L.(H.) kluchor kluchor.

*Lecane (Hemimonostyla) kluchor kluchor* (TARNOGRADSKY, 1930)  
Syn.: *Hemimonostyla kluchor* de KUTIKOVA, 1970.

Loriga dorsal con el borde anterior recto, de esquinas redondeadas. Los laterales y borde posterior de esta loriga dorsal, casi sin diferenciarse, constituyen una línea más o menos ovalada.

La placa ventral de la loriga es más estrecha y larga que la dorsal, de manera que, en visión dorsal, la parte posterior de la loriga ventral, sobresale. Esta loriga ventral tiene, asimismo, el borde anterior recto, pero más corto que el dorsal; los laterales son también más rectos que los de la placa dorsal, estrechándose ligeramente hacia el tercio posterior, terminando con el borde posterior redondeado. Un poco antes del estrechamiento comentado, se sitúa un pliegue característico, que cruza transversalmente a la placa ventral.

Ambas placas presentan ornamentación, más patente en la dorsal. Dicha ornamentación consta de una serie de pequeñas oquedades (suaves), más o menos manifiestas, que se distribuyen, simétricamente, por la loriga (son especialmente visibles en el borde anterior y en el tercio delantero de los bordes laterales de la loriga dorsal).

Los dedos se muestran divididos casi desde la base, pero no pueden separarse, permaneciendo individualizados has-

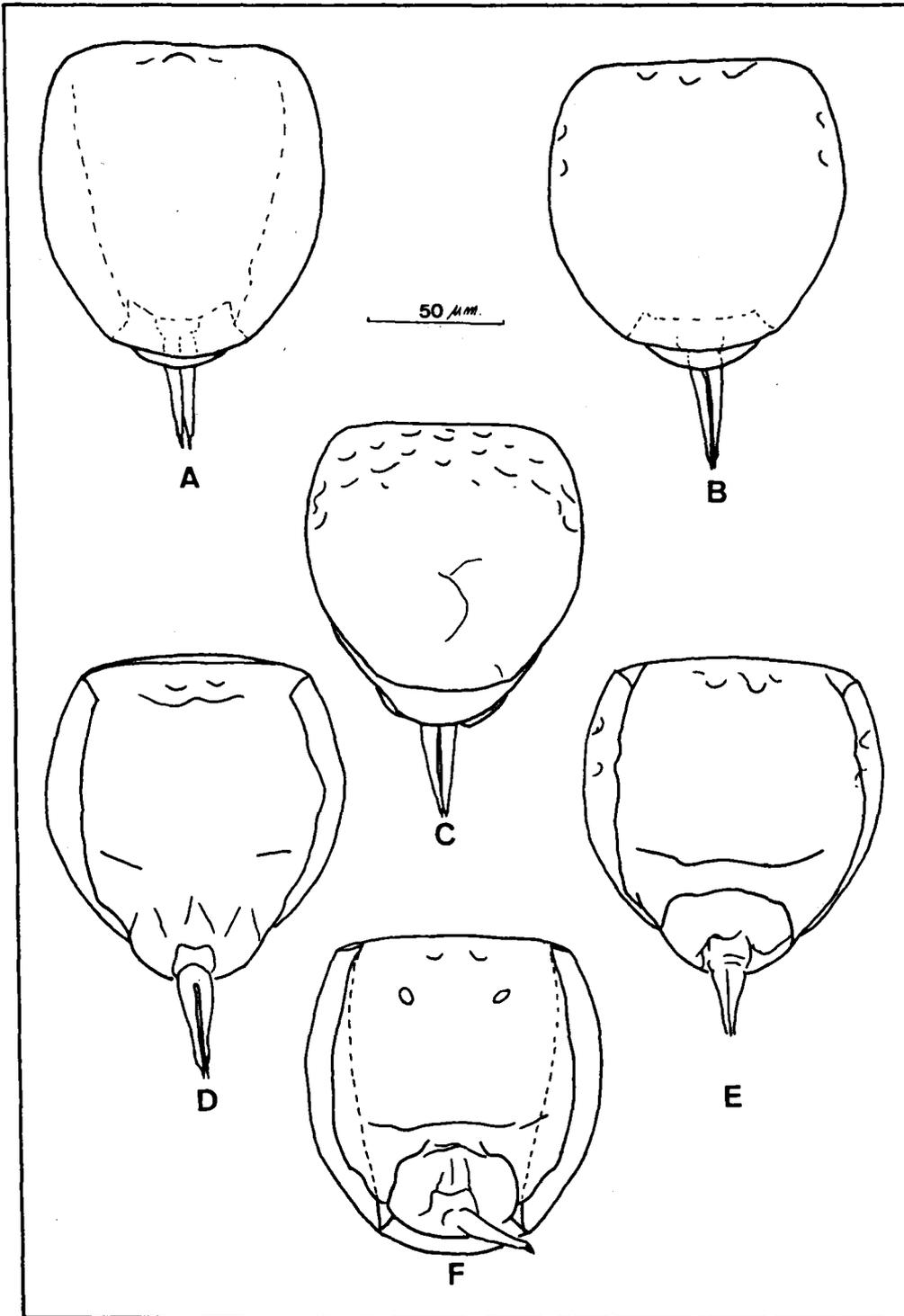


Figura 21: *Lecane kluchor*. A, B y C: Dorsal; D, E y F: Ventral

ta el extremo. Ambos dedos terminan en sendas uñas muy pequeñas.

Medidas. La tabla V muestra el resultado de las medidas, de diferentes parámetros, efectuadas sobre 10 ejemplares, pertenecientes a diferentes lagunas.

Tabla V : Valores de las dimensiones de la loriga, pie y uñas de 10 ejemplares de L.kluchor

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Long. lor. dor.	108.1	108.1	-	97.3	-	90.1	100.9	105.4	95	105.0
Anch. lor. dor.	98.2	98.2	100.1	99.1	100.0	91.9	97.3	94.6	89	95.8
Long. lor. ven.	-	-	111.7	104.5	108.1	102.7	104.5	109.9	99	108.3
Anch. lor. ven.	78.4	81.1	78.4	-	81.1	-	77.5	82.0	76	-
Dedos	-	-	38.7	41.4	-	36.7	-	39.6	40	-
Uñas	-	-	3.6	3.6	-	-	-	4.5	4.4	4.6

Los datos muestran una gran uniformidad, excepto los de un ejemplar, de proporciones muy pequeñas, que puede ser un individuo joven. Estos datos son comparables a los que señala Koste como característicos de la especie, y también se corresponden con los de FRANCEZ et al. (1984), aunque éstos son mayores, para la localidad más próxima a nuestra zona de estudio.

### Ecología y distribución

Según Koste, esta especie es perifítica, viviendo entre musgos, algas, etc. Nuestros hallazgos están de acuerdo con este hábitat, encontrándose en las orillas de las lagunas Virgen Media, Aguas Verdes y Virgen Inferior, que presentan abundantes musgos en sus orillas.

Lecane kluchor tiene una distribución algo restringida en Europa. Se la encuentra en el Valle del Danubio, Selva

Negra y zona subalpina (KOSTE, 1978; BERZINS, 1978) y, recientemente, FRANCEZ y POURRIOT (1984) la citan por primera vez para Francia, en una turbera de Puy de Dome (montañas subalpinas francesas).

En Sierra Nevada se encuentra, solamente, en las tres lagunas comentadas.

Es la primera vez que se cita en España.

Cephalodella grupo gibba

Las especies pertenecientes a este grupo presentan las siguientes características: índice longitud del cuerpo/ longitud de los dedos, comprendido entre 3 y 5; trofi del tipo B, según la tipología de KOSTE (1978) y longitud del cuerpo comprendida entre 180-450 um.

Nuestros ejemplares, además, presentan características que permiten clasificarlos en la subespecie Cephalodella gibba microdactyla.

Cephalodella gibba microdactyla KOCH-ALTHAUS, 1963

Dedos débil o fuertemente curvados hacia atrás. Rama con alulas asimétricas y varillas pleurales presentes.

En nuestros ejemplares, además de las características propias de esta subespecie, se ha presentado una pequeña uña en el extremo de los dedos (ver figura 22).

Los individuos de esta especie se han presentado fuertemente contraídos en el material examinado, por efecto de la fijación con formol. Por esta razón, las medidas que ofrecemos a continuación se refieren a individuos en estas condiciones y no son comparables con las que ofrece la bibliografía para ejemplares in vivo.

Medidas: long. lorica 76-108 um; anchura lorica: 78-89 um; longitud dedos: 58-72 um; trofi: 52 um (fulcro: 32 um manubrio: 34 um; uncus: 17 um)

Es destacable que las medidas de la longitud de los dedos halladas por nosotros, presentan un rango de variación ligeramente mayor que el que aparece en KOSTE (1978).

Ecología y distribución.

Es una especie típica del perifiton y propia del li

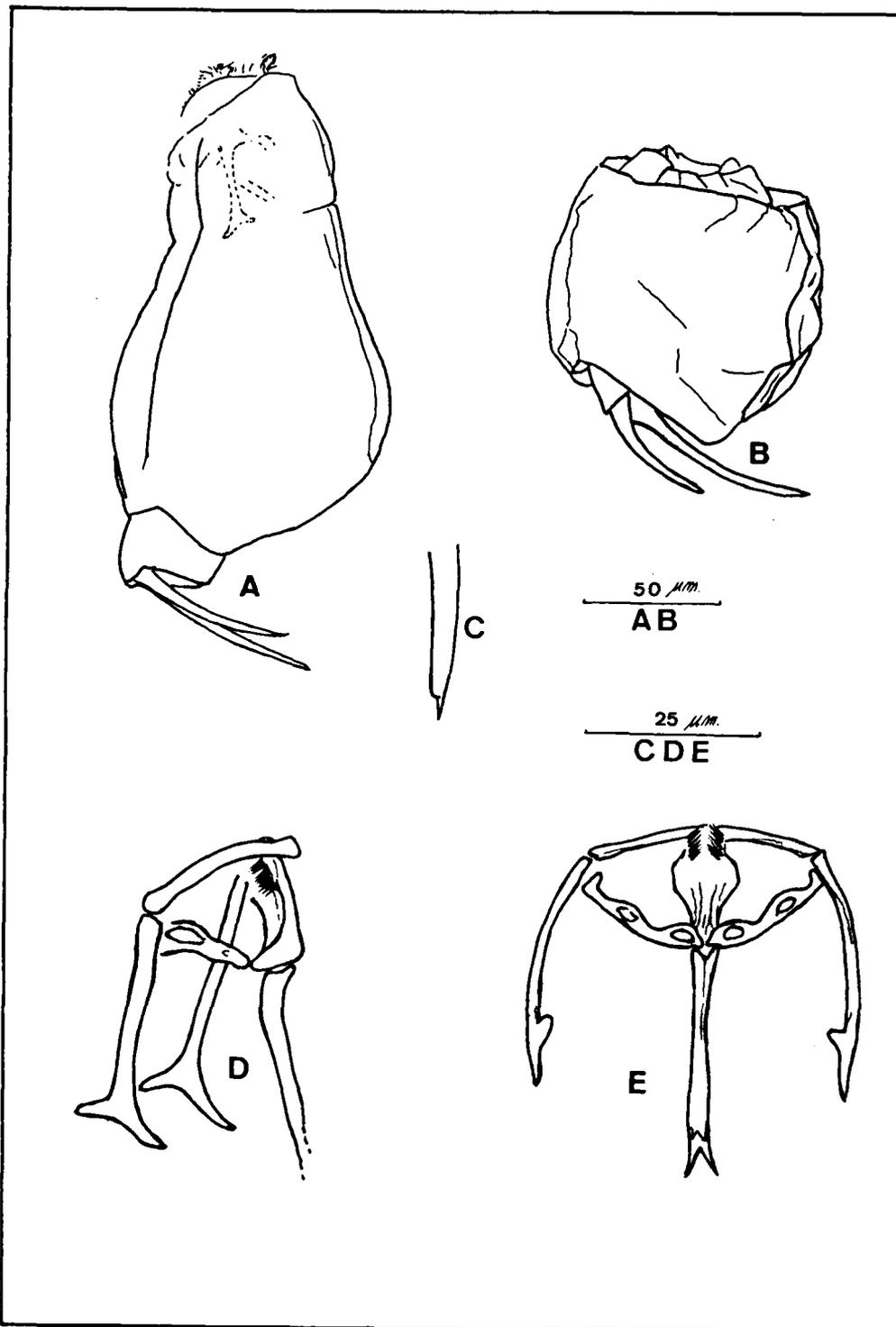


Figura 22: *Cephalodella gibba microdactyla*. A: Ejemplar sin contraer; B: Ejemplar contraído; C: Detalle de la terminación del de do; D y E: Trofi.

toral de lagos (KOSTE, 1978).

Su distribución conocida es muy restringida, hallándose sólo en la zona centroeuropea (BERZINS, 1978; KOSTE, 1978) donde es frecuente.

En Sierra Nevada, la hemos encontrado con relativa frecuencia en los muestreos cualitativos, pero no en los cuantitativos, lo que está de acuerdo con su carácter perifítico.

Es la primera vez que se cita para España.

Trichocerca (Diurella) relictata (DONNER, 1950)

Syn.: Trichocerca relictata . DONNER, 1950

La presencia, en nuestros ejemplares, de las características siguientes: borde anterior de la loriga con un saliente grueso y romo en la parte izquierda; dedos largos y cuerpo alargado, los clasifican en la especie T. relictata que, en Sierra Nevada, presenta, además, la siguiente descripción.

Borde anterior derecho de la loriga con un saliente romo algo sobresaliente. Por el contrario, el borde izquierdo muestra varios pliegues ocasionados por la contracción que produce el formol en los ejemplares (en ejemplares vivos, el borde es completamente liso).

Quilla dorsal presente, que se sitúa en el lado derecho, con recorrido oblicuo hasta más o menos la mitad de la longitud del animal.

La loriga dorsal sobrepasa, en el extremo posterior, al punto de inserción de los dedos del pie. Estos dedos, en la mayoría de los casos, son desiguales en longitud, siendo el izquierdo mayor.

El trofi presenta el manubrio derecho reducido (inexistente), y el izquierdo termina en forma de martillo doble. El alula del ramus forma un ángulo de, aproximadamente, 45° con el fulcro.

Medidas. Long. loriga: 75-115  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga:  $\mu\text{m}$ ; dedo izquierdo: 27-33  $\mu\text{m}$ ; dedo derecho: 17-27  $\mu\text{m}$ ; Trofi: fulcro: 28  $\mu\text{m}$  y manubrio: 23  $\mu\text{m}$ .

Dada la amplia representación que, de esta especie, tienen las lagunas de Sierra Nevada, ha sido posible realizar un buen número de medidas de la longitud de estos animales, que se muestran en la tabla V. Solamente figuran las longitudes medias de aquellas poblaciones con cuatro, o más, medidas, efectuadas sobre ejemplares fijados con formol y, por

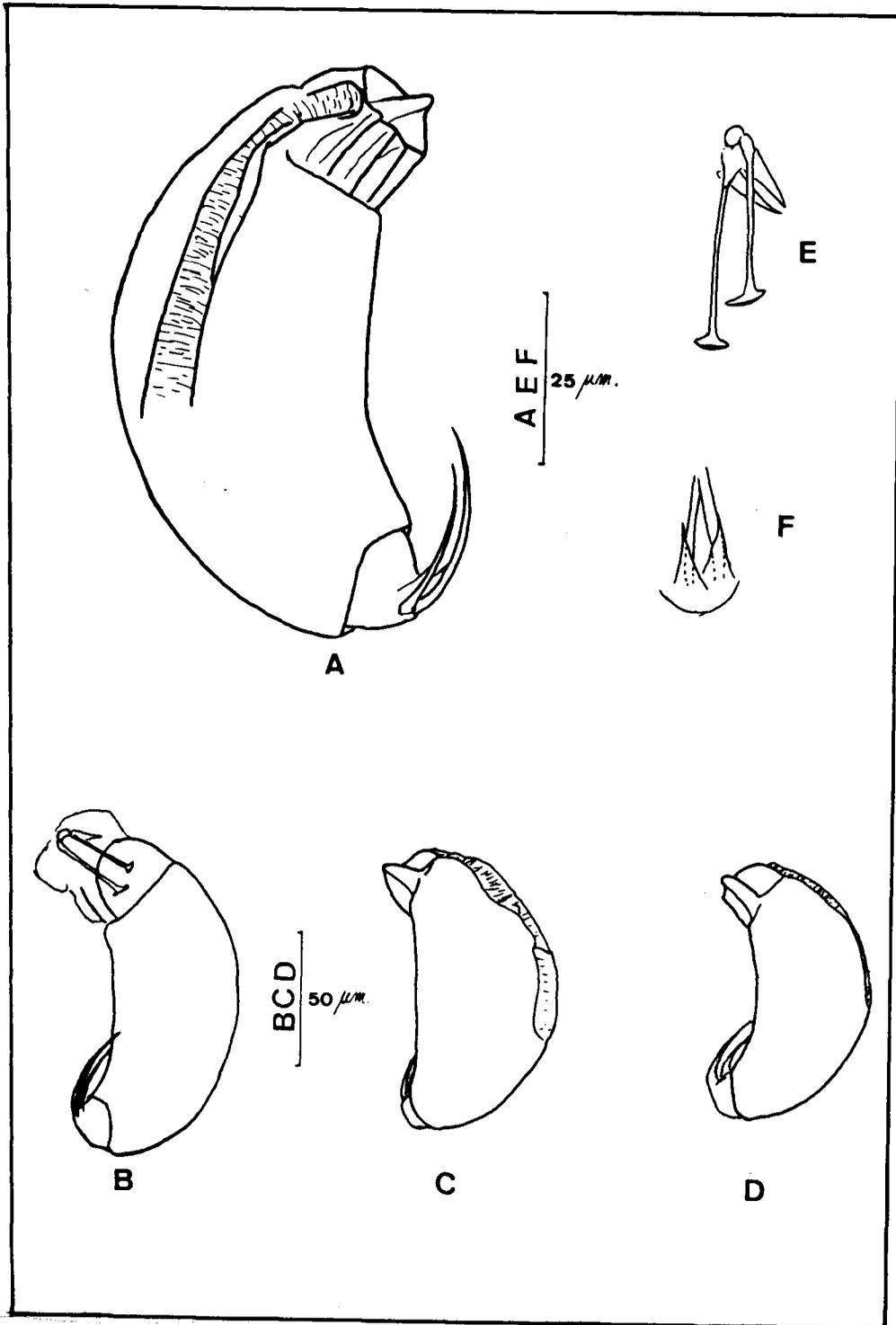


Figura 23: *Trichocerca relictus*. A: Ventrolateral derecho; B, C y D: Diferentes ángulos; E: Trofi; F: Detalle de la base de los dedos.

tanto, algo contraídos.

Del examen de los datos de la tabla VI hay que destacar el amplio rango de variación que presentan los tamaños de los individuos de Sierra Nevada, mayor que el que da KOSTE (1978) como característico de la especie (95-105  $\mu\text{m}$ ), incrementándose fundamentalmente debido al aumento de individuos con menor talla. Si, además, se representan los resultados en clases de tamaño, tal como aparece en la figura 24, se puede observar que la mayor frecuencia de muestras la presenta la clase comprendida entre 85 y 95  $\mu\text{m}$ , por debajo del límite inferior que da KOSTE.

Tabla VI: Longitudes de los individuos de T. relictata en 21 poblaciones de Sierra Nevada

<u>Lagunas</u>	<u>fecha</u>	<u>nº</u>	<u><math>\bar{x}</math></u>	<u><math>\sigma/\sqrt{n}</math></u>
Aguas Verdes	14-7	9	93.04	1.2
"	7-8	3	93.30	0.8
Majano	30-6	4	91.50	0.8
"	14-7	10	80.64	0.7
"	2-9	4	93.70	4.8
Gemelas	30-6	10	85.40	2.0
"	7-8	8	93.20	2.6
Mosca	14-8	10	100.40	0.3
Lagto.Lag.Lar.	11-9	4	102.60	3.8
Peñón Negro	6-6	7	94.60	2.2
7 (7 lag.)	16-7	10	101.25	1.2
6 (7 lag.)	11-8	4	102.95	1.7
5 (7 lag.)	16-7	10	85.30	0.3
Lanjarón (3)	7-7	6	106.40	1.9
P. Colorado	7-7	10	91.60	2.0
"	28-7	10	81.90	0.5
Lanjarón	7-7	10	104.30	2.7
"	28-7	5	87.40	1.6
Virgen Inferior	10-7	4	78.99	4.3
Virgen Media	10-7	10	85.10	1.9
Virgen Superior	25-8	5	98.97	1.9

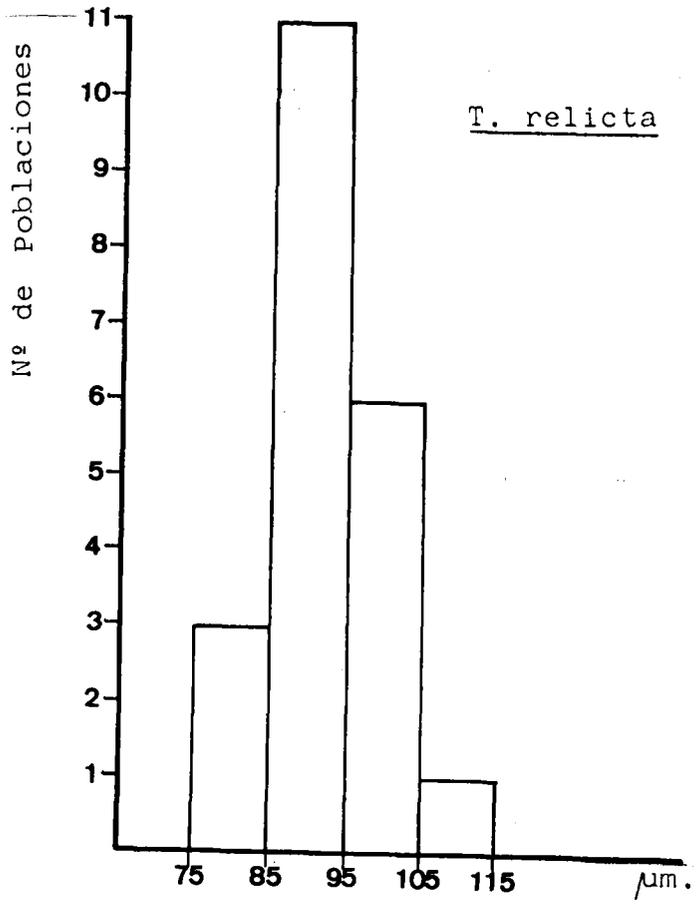


Figura 24: Histograma de frecuencias de las diferentes clases de tamaños de T. relicta.

La gama de tamaños observados podría ser la respuesta de las poblaciones, al desarrollarse en el amplio espectro de condiciones, térmicas y tróficas, que imponen las diferentes lagunas en las que viven, ya que la calidad del alimento y la temperatura son dos factores que han sido claramente establecidos como determinantes del tamaño final de los individuos (POURRIOT, 1965, 1973, 1982..), pero sin descartar posibles diferencias genéticas que se puedan dar entre poblaciones (KERFOOT, 1980)

### Ecología y distribución

Es una especie que se describe como perifítica, viviendo entre los musgos de las aguas limpias de Europa central (KOSTE, 1978), lo que está de acuerdo con nuestras observaciones. T. relicta es la segunda especie más ampliamente representada en Sierra Nevada, pero, a la vez, es destacable el hecho de su presencia esporádica, y con abundancias mínimas, en las muestras cuantitativas, a pesar de que, en algunas ocasiones, se ha detectado su presencia abundante en las muestras cualitativas, hecho que parece resaltar su carácter béntico o perifítico y pone de manifiesto su poca capacidad para colonizar el medio pelágico.

La distribución de T.relicta, en Europa, se encuentra restringida a la zona del Valle del Danubio, Provincia Báltica, Provincia Danesa-noruega, Montañas subalpinas centrales y los Alpes (BERZINS, 1978).

Es la primera vez que se cita en España.

Trichocerca Diurella cavia (GOSSE, 1886)

Syn.: Diurella bidens de OLOFFSON, 1917 y HAUER, 1937; Coelopus cavia GOSSE, 1886.

La presencia de las siguientes características: borde anterior de la loriga con salientes y ondulaciones cortas; y dedos mayores de 13  $\mu\text{m}$ , clasifican a los individuos de Sierra Nevada, según Koste, en la especie Trichocerca cavia.

PEJLER (1962) establece sinonimia entre T. cavia y T. bidens, basándose únicamente en los caracteres externos, sin presentar exámen del trofi, por lo que nos parece más adecuado el criterio de KOSTE (1978) de mantener las dos especies, diferenciándolas, principalmente, por la terminación del manubrio izquierdo, que, en T. cavia es doble y, en T. bidens, simple.

Nuestros ejemplares han presentado las siguientes características.

Cuerpo rechoncho. El borde anterior de la loriga presenta un par de salientes del mismo tamaño, que se sitúan en la parte dorsal.

Quilla dorsal presente, que llega hasta la parte media del cuerpo. La terminación posterior de la loriga sobresale de la terminación del pie.

Pie corto en forma cónica; dedos de igual longitud, presentando sendas espinas en su base.

El trofi presenta el manubrio terminado en forma de martillo doble. El alula del ramus está descuadrada 45°, aproximadamente, del eje del trofi.

Medidas. Long. loriga: 49-133  $\mu\text{m}$ ; Anchura loriga: 36-66  $\mu\text{m}$ ; dedos: 30-40  $\mu\text{m}$ ; trofi: 47.6  $\mu\text{m}$  (fulcro: 34.5  $\mu\text{m}$ ; manubrio izq.: 33.7  $\mu\text{m}$ ; manubrio dcho.: 35.4  $\mu\text{m}$ ).

Estas medidas están de acuerdo con el rango que da

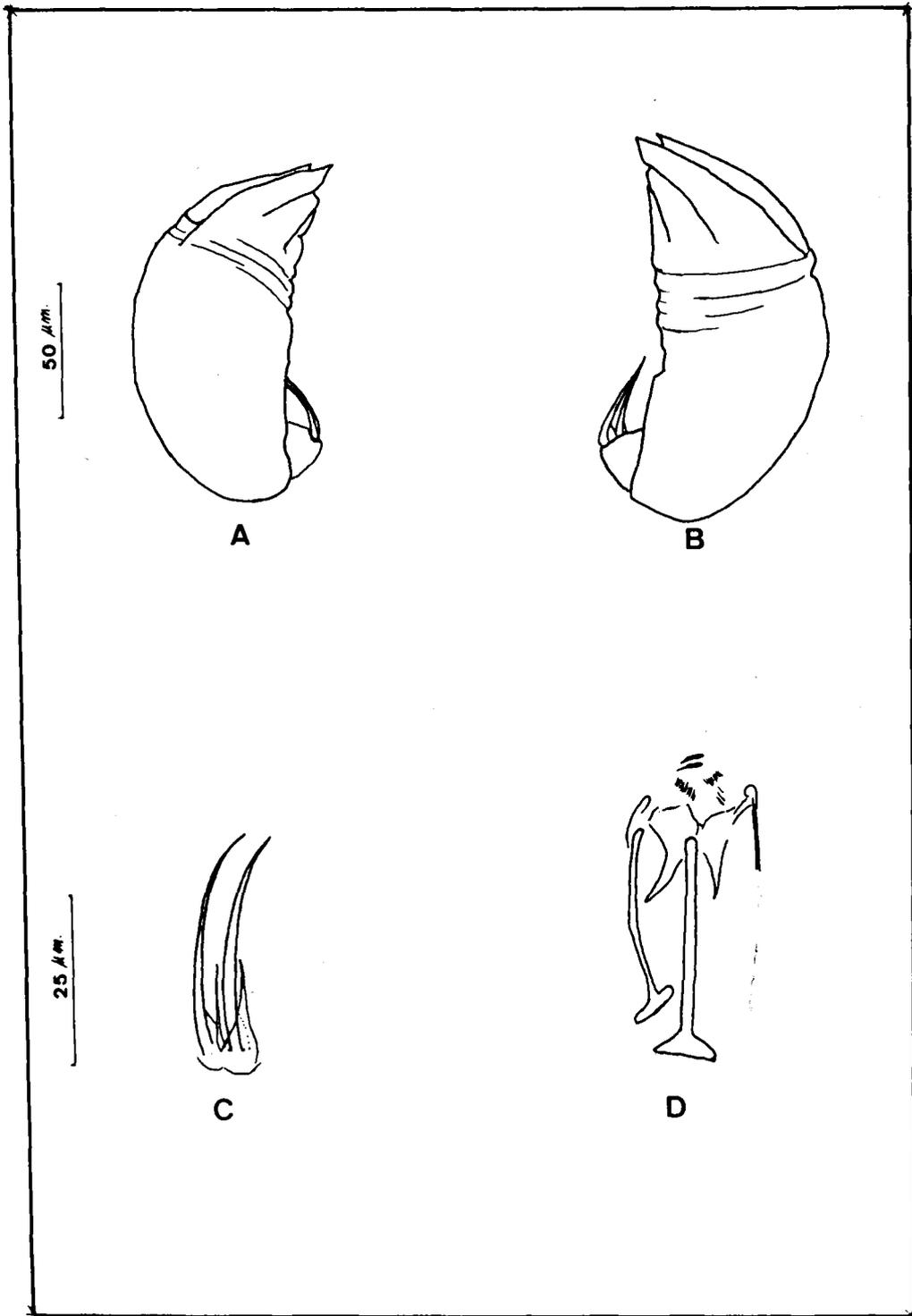


Figura 25: *Trichocerca cavia*. A: Dorsolateral derecho; B: Dorsolateral izquierdo; C: Detalle de la inserción de los dedos; D: Trofi (visión dorsal).

Koste (97-132). Aunque su presencia no ha sido muy frecuente en Sierra Nevada, los datos de que disponemos parecen indicar que también en esta especie los tamaños de las poblaciones dependen de las lagunas en las que se encuentren. Así, en Dílar 1 (25-8-81) y en la laguna 5 de Siete Lagunas (16-7-81) se pudo medir la longitud de 5 ejemplares en la primera y 9 en la segunda. Las medidas, y errores estándar respectivos, fueron:  $125 \pm 2.1$  y  $113 \pm 2.9$ , que resultan ser significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) al aplicarles el test de la *t* de Student. Este resultado parece indicar que las poblaciones responden de manera diferente a las distintas condiciones ambientales en que viven. Si comprobamos la figura 4 se ve que, ambas lagunas, tienen una diferencia térmica notable y que los individuos de mayor tamaño se encuentran en la laguna más fría (Dílar 1), mientras que, los más pequeños viven en la más cálida (laguna 5 del Valle de Siete Lagunas), que, aunque no poseemos datos cuantitativos, también parece tener una población más numerosa. En apariencia, se cumple la relación inversa entre tamaño y temperatura, establecida para otras especies (WIMBERG, 1971).

### Ecología y distribución

Se describe como perifítica (PEJLER, 1962; KOSTE, 1978; BRAIONI et al., 1983), lo que está de acuerdo con nuestros hallazgos.

En relación con la temperatura y pH, RADWAN (1984) realiza un estudio en un conjunto de lagos polacos, donde no encuentra a T. cavia a temperaturas superiores a 24°C ni a pH menores de 7. Por su parte, Koste establece un rango de temperaturas para la especie, de 5-19°C, y de pH comprendidos entre 5 y 11, parecido al de DE RIDDER (1972): Tª entre 5,5 y 19°C y pH entre 5-10, en Islandia.

Nuestros datos apoyan la ampliación de rangos de temperaturas de Radwan, ya que la encontramos viviendo regularmente a temperaturas comprendidas entre 20 y 21°C, y el rango

de pH establecido por Koste, puesto que aparecen con pH de 6.2 en la alguna de Dílar 1. De todas formas, creemos que son necesarias más observaciones que permitan delimitar bien las preferencias ecológicas de la especie.

T. cavia es una especie cosmopolita ampliamente distribuida por Europa (BERZINS, 1978).

En Sierra Nevada ha aparecido, con poblaciones poco numerosas, solamente en las lagunas comentadas, aunque también hemos encontrado un ejemplar aislado en la laguna 6 de Siete Lagunas. Nunca ha aparecido en los muestreos cuantitativos.

Es la primera vez que se cita para España, aunque su presencia debe ser más amplia en la Península, dado el cosmopolitismo de la especie.

Trichocerca (Diurella) tenuior (GOSSE, 1886)

Syn.: Diurella tenuior de JENNINGS, 1903; Trichocerca tenuior de MYERS, 1937b; Trichocerca (D.) tenuidens de HAUER, 1931.

La presencia de los siguientes caracteres: borde de lantero de la loriga con una espina picuda y corta; borde delantero sin placa lateral; cuerpo esbelto y dedos de desigual longitud, sitúan a nuestros ejemplares en el ciclo de formas tenuior-tenuidens de KOSTE (1978), pero, recientemente, KOSTE (per. com.) ha establecido la sinonimia entre T.(D.) tenuior y T.(D.) tenuidens, de manera que deja de existir el mencionado ciclo de formas, permaneciendo, únicamente, T.(D.)tenuior. En Sierra Nevada, los ejemplares han presentado las siguientes características:

El cuerpo es alargado, con el borde delantero de la loriga portando una espina corta y aguda, situada en el lado derecho, mientras que, en el lado izquierdo, se produce un pequeño plegamiento, pero, en general, el borde es recto.

Partiendo de la base de la espina, el cuerpo se ensancha mediante una expansión que se extiende lateralmente y que se aminora hacia el tercio posterior del cuerpo. La quilla, aunque presente, es poco aparente.

El pie, de forma troncocónica, se diferencia muy bien del resto del cuerpo y los dedos, de desigual longitud, presentan, en su base, sendas espinitas. Su forma es ligeramente sinuosa, como puede apreciarse en la figura 26 , y, en los ejemplares fijados con formol, aparecen, normalmente, replegados hacia la parte ventral.

El trofi tiene el manubrio izquierdo acabando en forma de "J". El alula del ramus izquierdo se descuadra más de 45 ° respecto del eje del trofi.

Medidas. Long. loriga: 110-189 µm; anchura loriga: 35-49 µm; trofi: 40 µm, (manubrio izq.:29-30 µm; fulcro: 35 µm)

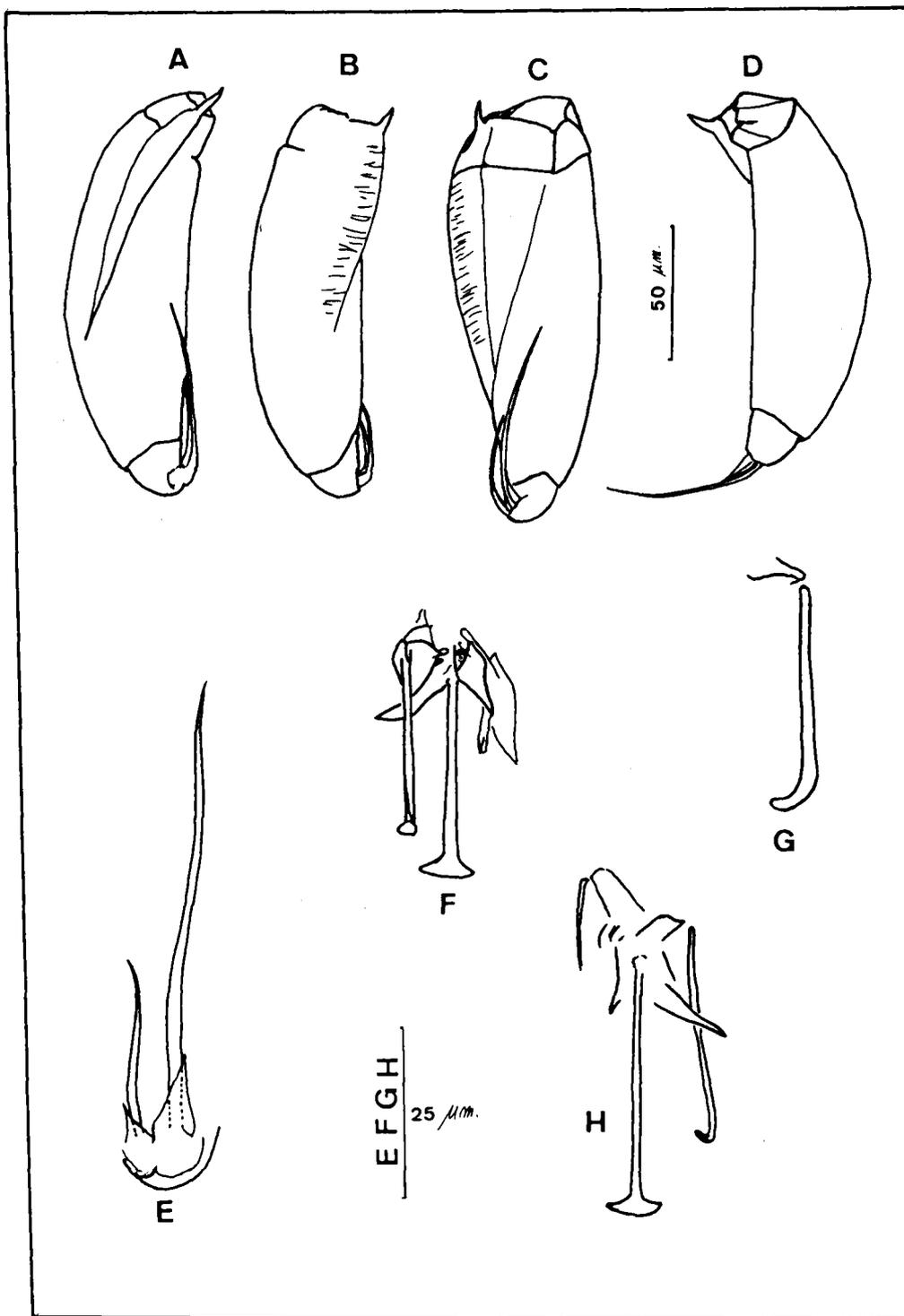


Figura 26: *Trichocerca tenuior*. A: Lateral derecho; B: Dorso-lateral; C: Ventral; D: Lateral izquierdo; E: Detalle de la inserción de los dedos; F y H: Trofi (F, dorsal; H, ventral); G: Manubrio.

dedo izq.:55-87  $\mu\text{m}$ ; dedo dcho.:30-37  $\mu\text{m}$ .

No hemos encontrado variabilidad apreciable en los caracteres descritos. Únicamente creemos oportuno señalar que la longitud del dedo izquierdo es mucho más variable que la del derecho.

Las medidas son, en general, algo menores que los valores que da KOSTE para la especie (el valor de longitud máxima de 189  $\mu\text{m}$  es excepcional y sólo ha aparecido una vez; la mayoría no sobrepasan las 150  $\mu\text{m}$ ) y se puede comprobar también en esta especie que, en ciertas lagunas, los individuos son mayores que en otras. Así, en la laguna 7 del Valle de Siete Lagunas (8-10-81), que ha mostrado los ejemplares de mayor tamaño, en 6 individuos medidos, su longitud de loriga media y error estándar respectivo fue de  $142.2 \pm 0.15$ , mientras que, en Dílar 2 (18-9-81), que es una laguna de las que tienen ejemplares más pequeños, el valor medio de la longitud de 4 individuos, y su error estándar, fue de  $124.54 \pm 3.87$ , diferencia que resulta ser significativa al someterla al test de comparación de medias de la t de Student para varianzas no homogéneas ( $p < 0.05$ ). En esta especie, la temperatura, por lo menos según su interpretación usual de su influencia sobre el tamaño de los individuos, no explica estas diferencias de tamaño, a pesar de la considerable diferencia térmica que tienen ambas lagunas, puesto que la laguna más fría, Dílar 2, presenta los individuos más pequeños.

### Ecología y distribución

La ecología de la especie es descrita como propia del psamon, detritus, ticoplancton, etc.(KOSTE, 1978) y, sólo excepcionalmente, ha sido encontrada en el plancton de ríos (ZANCAI,1970). Esta descripción está de acuerdo con nuestros hallazgos.

Las máximas densidades estimadas (no se tienen datos cuantitativos sobre esta especie) se producen en las la-

gunas con una gran cantidad de detritus en el fondo: Dílar 2, laguna 7 del Valle de Siete Lagunas, Virgen inferior, Gemelas, etc.

Es una especie cosmopolita en su distribución, que es muy amplia en Europa (BERZINS, 1978). En España ha sido citada en Valencia (AREVALO, 1932; y GUISET, 1976)

Nosotros la encontramos en 12 lagunas de Sierra Nevada, no siendo demasiado abundante casi nunca, desarrollando poblaciones relativamente importantes en las lagunas mencionadas. Nunca ha aparecido en los muestreos cuantitativos, lo que refuerza su calificación de béntica o perifítica.

Trichocerca (S. str.) bicristata bicristata (GOSSE, 1887)

Syn.: Mastigocerca bicristata GOSSE, 1887; Rattulus bicristatus de JENNINGS, 1903.

Por la presencia, en los ejemplares de Sierra Nevada, de los siguientes caracteres: borde anterior de la loriga sin dientes ni espinas; loriga con quilla duplicada, y dedo izquierdo que no termina en un a punta simple, los clasificamos en la especie T. bicristata bicristata, dentro de la que, según nuestra opinión, los individuos de Sierra Nevada, pertenecen a la forma bicristata.

Nuestros ejemplares presentan los siguientes caracteres.

Cuerpo alargado, aproximadamente cilíndrico, afinándose hacia el extremo posterior. Margen delantero, replegado por efecto del formol, sin ningún tipo de protuberancia.

La loriga presenta una quilla doble muy aparente que recorre todo el tronco hasta el final del mismo, desplazándose en su recorrido levemente hacia el lado izquierdo. Igualmente, los lados de la doble quilla se aproximan desde la parte anterior a la posterior, donde llegan a unirse.

El pie, que sobresale de la terminación posterior de la loriga dorsal, es troncocónico, con los dedos de muy desigual longitud, siendo el más largo el izquierdo. Este dedo, además, presenta, en su extremo, la punta afinada bruscamente.

El trofi es grande, presenta el manubrio izquierdo formando una amplia curvatura en su extremo. Es de apariencia robusta, más que el manubrio derecho, que, además, es recto. El uncus está claramente dentellado y el alula del ramus izquierdo forma un ángulo de 45° con respecto al fulcro.

Medidas. Long. loriga (incluido el pie): 163-239  $\mu\text{m}$ ; dedo izqu.: 94-173  $\mu\text{m}$ ; dedo dcho.: 49  $\mu\text{m}$ ; trofi: 57  $\mu\text{m}$ .

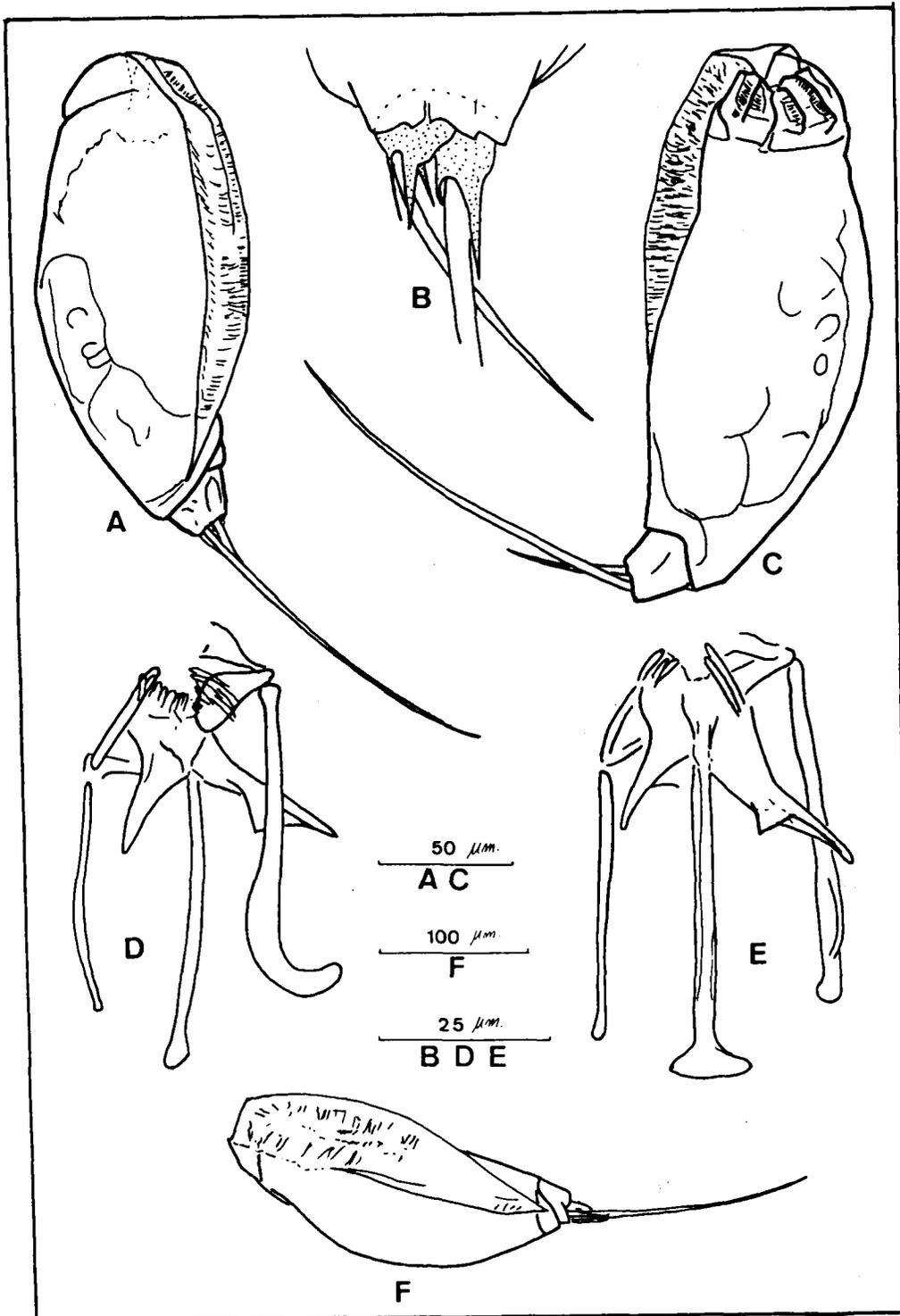


Figura 27: *Trichocerca bicristata*. A y F: Dorsolateral; C: Ventrolateral; B: Detalle de la inserción de los dedos; D y E: Visión Lateral del trofi.

Las características que hemos mencionado y las medidas difieren, en parte, con la descripción que se da en KOSTE (1978) para la especie. Las medidas de este autor son notablemente mayores que las de nuestros individuos, ya que el ejemplar más grande que hemos encontrado tiene una longitud total de 239  $\mu\text{m}$ , muy lejos de las 360  $\mu\text{m}$  que Koste da como límite superior del rango de tamaños. Además, la longitud media y el error estándar de la loriga de los individuos de Sierra Nevada (43 ejemplares de todas las lagunas que presentan la especie) es de  $199.7 \pm 3.9 \mu\text{m}$ , muy cerca del límite inferior del rango de tamaños de KOSTE (194  $\mu\text{m}$ ).

Más fuerte es aún la diferencia que se presenta en la longitud de los dedos. Mientras que el rango de variación, para la longitud del dedo izquierdo, que aparece en KOSTE, es de 200-320  $\mu\text{m}$ , nosotros sólo encontramos, una sola vez, individuos con un dedo izquierdo de 212  $\mu\text{m}$ , y, en la mayor parte de los ejemplares, esta medida es mucho menor. Así, la media y error estándar de las medidas efectuadas en 32 individuos, pertenecientes a todas las lagunas en las que aparece la especie, es de  $152 \pm 3.4$ . Por su parte, el dedo derecho, del que poseemos menos datos, es mayor que el rango de variación dado por KOSTE, llegando a alcanzar, en ocasiones, casi un tercio de la longitud del izquierdo.

Por último, una de las características que se dan como determinantes para la clasificación de T. bicristata, es la triplicación de la punta del dedo izquierdo. Nosotros no hemos podido apreciar nunca dicha triplicación; solamente hemos observado que dicha punta aparece más aguzada de lo que debiera, según marca la forma previa del dedo.

### Ecología y distribución

Principalmente se describe a T. bicristata viviendo entre detritus, perifítica o ticoplanctónica, habitando también entre los musgos (KOSTE, 1978). Ha sido citada su presencia, ocasional, en el plancton (GREEN, 1960).

Existen datos sobre su alimentación, que indican su preferencia por las Desmidiáceas (POURRIOT, 1970,1977; DUMONT, 1977).

Su distribución es amplia en Europa (BERZINS, 1978).

En España ha sido encontrada en una única ocasión, por GUISET (1976), en uno sólo de los 103 embalses estudiados. Por al contrario, la especie está ampliamente representada en Sierra Nevada, donde la encontramos en 15 de las lagunas estudiadas, aunque, normalmente, no llega a formar poblaciones muy numerosas. Solamente en la laguna de Río Seco Inferior alcanza cierta importancia, donde se han detectado densidades de 550 ind./m<sup>3</sup> en las muestras cuantitativas.

Trichocerca s. str. rattus (O.F. MILLER, 1776)

Syn.: Trichoda rattus O.F.MILLER, 1776; Rattulus carinatus de LAMARCK, 1801; Trichocerca cristata HARRING, 1913.

Las características de: borde anterior de la loriga sin salientes ni espinas; quilla simple que no llega hasta el final del cuerpo y éste con forma de huso, permiten encuadrar a los ejemplares de Sierra Nevada en la especie T. rattus que, en nuestro estudio, ha presentado los siguientes caracteres.

El cuerpo, como hemos dicho, tienen forma de huso, con el borde delantero de la loriga formando pliegues por efecto de la contracción que provoca el formol en los individuos fijados. Quilla dorsal presente, que recorre el dorso del animal, longitudinalmente, desde el borde anterior de la loriga hasta, aproximadamente, dos tercios de la longitud del cuerpo, sin llegar nunca hasta el final del mismo.

El pie, en forma de tronco de cono, sobresale en, aproximadamente la mitad de su longitud, de la terminación posterior de la loriga dorsal. El dedo izquierdo es mucho más largo que el derecho, y también algo más largo que la longitud del cuerpo en ejemplares contraídos.

El trofi presenta el manubrio izquierdo más robusto que el derecho; ambos terminan de forma suavemente curvada, que es más aparente en el manubrio izquierdo. El alula izquierda del ramus termina en una punta duplicada, mientras que, en el alula derecha, esta punta es simple.

Medidas. Long, loriga: 148-194  $\mu\text{m}$ ; long.dedo izq.: 156-212  $\mu\text{m}$ ; trofi: 45  $\mu\text{m}$ .

Las características mencionadas difieren, en parte, de las que da KOSTE (1978) para la forma T.r.rattus y parecen intermedias entre ésta y la forma T.r.minor. Así, con respecto al tamaño, nuestros ejemplares son mayores que el rango de tamaños que da Koste para la forma minor, pero, en cambio, la longitud del dedo izquierdo, como hemos dicho más arriba, es

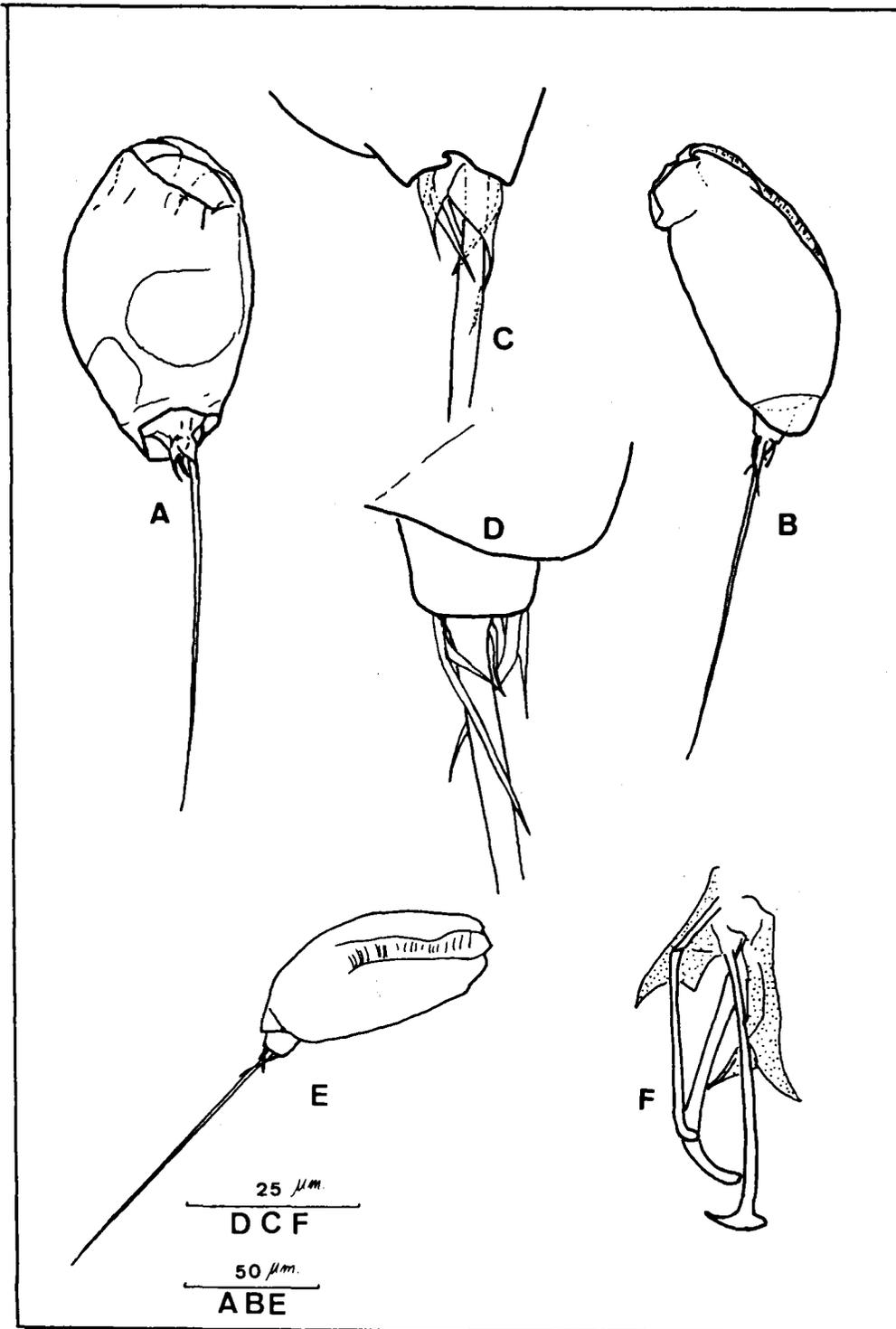


Figura 28: *Trichocerca rattus*. A: Ventral; B y E: Dorsolateral; C y D: Detalle de la inserción de los dedos (C, ventral; D, dorsal); F: Visión lateral derecha del trophi.

siempre superior a la del cuerpo, que es una característica propia de la forma minor.

En segundo lugar, nuestros ejemplares se diferencian de la forma T.r.rattus, en que el alula del ramus derecho no está redondeada, sino que, como también hemos dicho antes, termina en punta.

PEJLER (1962), en su estudio de los Rotíferos bénticos y perifíticos del Norte de la Laponia sueca, encuentra varios ejemplares de la forma T.r.carinata, a cotas altitudinales bajas, y presenta las medidas de otro ejemplar, al que no considera semejante a los otros, encontrado en un lago de montaña (long. loriga: 185  $\mu\text{m}$ ; anchura loriga: 85  $\mu\text{m}$ ; long, dedo izq.: 190  $\mu\text{m}$ ), proporciones parecidas a las que nosotros encontramos en Sierra Nevada.

Es posible, sin embargo, que estas diferencias estén dentro del rango de variabilidad normal de la especie, ya que POURRIOT (1965) ha podido comprobar la amplia variabilidad de esta especie en poblaciones de laboratorio.

### Ecología y distribución

T. rattus es una especie típicamente litoral, béntica o perifítica, que vive también entre musgos y es indicadora de aguas oligo-betasapróbicas (SLADECEK, 1973; KOSTE, 1978). ZANCAI Y PONYS (1972) la consideran ticoplanctónica.

El hábitat descrito está de acuerdo con nuestros hallazgos, siempre asociada con algas filamentosas que constituyen su alimento (POURRIOT, 1970, 1977).

T. rattus está ampliamente distribuida por Europa (BERZINS, 1978). En España ha sido citada por WIZNIEWSKI (1932) en la Albufera de Valencia y por GUISET (1976) en tres embalses de los estudiados por él. En Sierra Nevada, esta especie está poco extendida, presentándose tan sólo en 2 lagunas. Ha aparecido una sola vez en las muestras cuantitativas y con la mínima abundancia detectable (50 ind./m<sup>3</sup>) en Río Seco Superior.

Ciclo de especies *Polyarthra vulgaris-dolichoptera*

Según KOSTE (1978), la presencia de un par de aletas ventrales, como las que poseen nuestros ejemplares de Sierra Nevada, es un carácter suficiente para encuadrar a estos individuos en el ciclo de formas vulgaris-dolichoptera.

Las dos especies que constituyen este ciclo de formas se pueden considerar los extremos de un continuo de variación entre los que se encuentran todas las formas intermedias imaginables, como ha sido puesto de manifiesto por PEJLER (1956, 1957a, 1957b), RUTTNER-KOLISKO (1963), MIRACLE (1976), etc.

Las formas típicas se encontrarían únicamente donde se dieran los requerimientos ecológicos óptimos para cada una de ellas (RUTTNER-KOLISKO, 1974). En MIRACLE (1976) y CRUZ-PIZARRO (1981) se discute ampliamente la situación taxonómica del grupo, mostrándose la imposibilidad de asignar, inequívocamente, los individuos de una población a una especie concreta, cuando se presentan, como es muy corriente, características intermedias. Este hecho ha inducido a muchos autores (MIRACLE, 1976; CRUZ-PIZARRO, 1981; TELLERIA, 1982...) a usar nombres específicos compuestos para designar a determinadas poblaciones del género *Polyarthra* (*P. major-vulgaris*, *P. vulgaris-dolichoptera*, etc.).

En nuestro caso, aun sin dejar de encontrarnos algunas características intermedias, que luego comentaremos, nos ha parecido más apropiado clasificar a los individuos de Sierra Nevada como *P. dolichoptera*, por predominar los caracteres de esta especie.

*Polyarthra dolichoptera*. IDELSON, 1925

Syn.: *Polyarthra platiptera* var. *dolichoptera*. IDELSON, 1925

Los ejemplares que hemos estudiado han presentado, siempre, un par de aletas ventrales, largas y estrechas; vi-

telario con ocho núcleos; antenas laterales, que se insertan en las esquinas posteriores del cuerpo; relación longitud aletas/anchura aletas, siempre mayor que 5 y longitud aletas/longitud del cuerpo, siempre mayor que 1.

Medidas: long. cuerpo: 70-132  $\mu\text{m}$ ; long. aletas: 105-158  $\mu\text{m}$ ;

Las características que acabamos de mencionar se refieren a las que demanda KOSTE (1978) para la clasificación de los ejemplares dentro de la especie P. dolichoptera y con las que encajan nuestros ejemplares perfectamente. Sin embargo, respecto a las claves de RUTTNER (1974), los caracteres de los individuos de Sierra Nevada son intermedios. Así, la relación longitud aletas/longitud cuerpo ha oscilado entre 1.1 y 1.4, mientras que RUTTNER da el valor de 1, como propio de P. vulgaris, y el de 1.5 para P. dolichoptera. También la relación longitud/anchura de las aletas se encuentra en una situación similar, de manera que los valores que da RUTTNER-KOLISKO para P. vulgaris y P. dolichoptera son de 5 y 10 respectivamente, mientras que nuestros valores se sitúan en torno a 8.

Otra característica intermedia, de menor valor taxonómico, que hemos notado, es la presencia de nerviaciones laterales en la parte distal de las aletas (figura 19), aunque, en éstas, los bordes aserrados se pueden notar hasta el extremo (P. vulgaris posee aletas con nerviación en toda su extensión, y extremo aflechado en el que no se pueden apreciar los bordes aserrados; P. dolichoptera tiene los bordes aserrados hasta el extremo y sin nerviación). Un hecho semejante es citado por AMREN (1964) en los ejemplares de Spitsbergen.

### Ecología y distribución

Esta es una especie que está ampliamente distribuida y de la que existen abundantes datos sobre su presencia y requerimientos ecológicos. Es considerada, en general, como

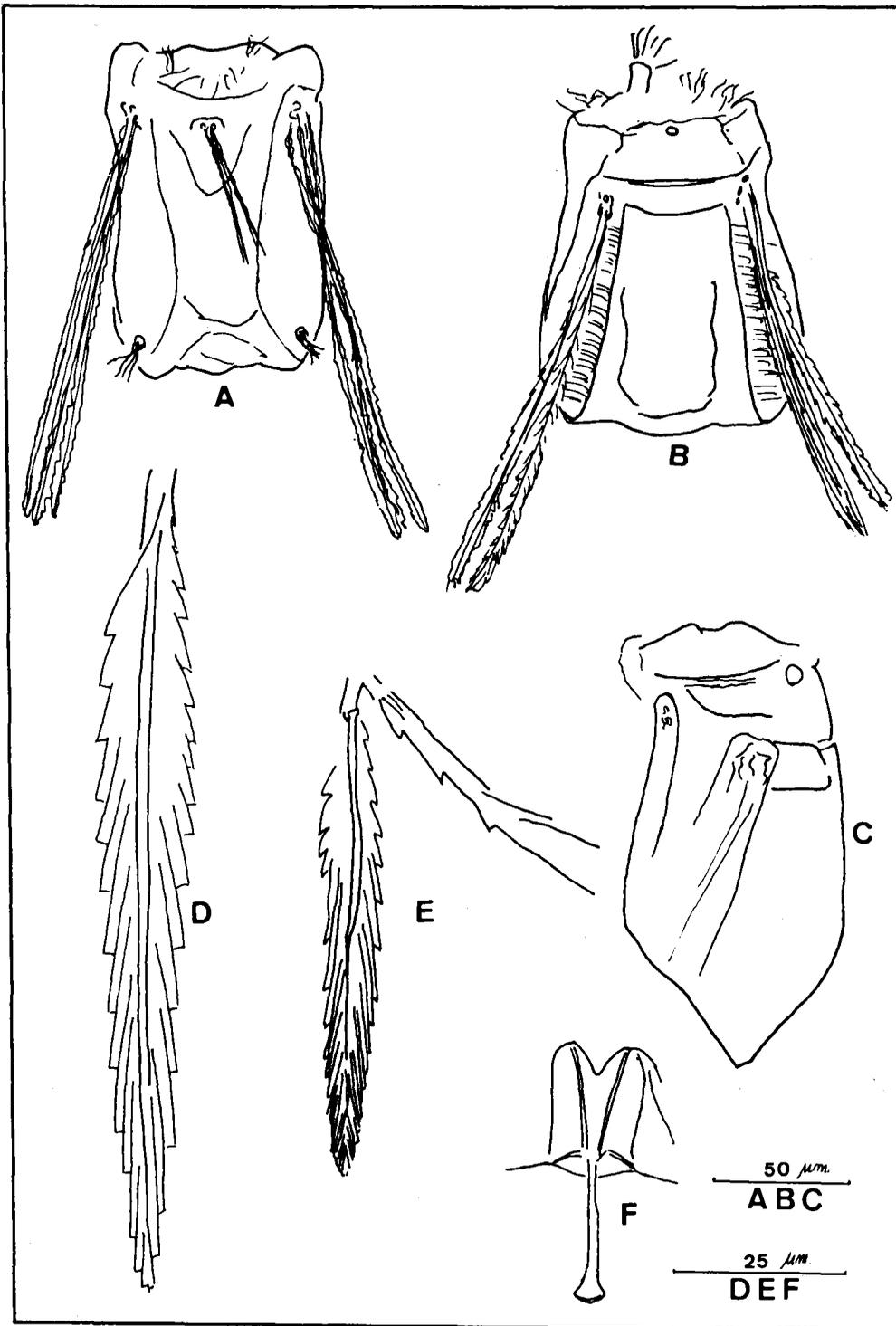


Figura 29: *Polyarthra dolichopectera*. A: Ventral; B: Dorsal; C: Lateral izquierdo; D: Aleta lateral; E: Aleta ventral; F: Trofi.

estenoterma de agua fría, llegando, sin embargo, a soportar temperaturas de hasta 15°C (DE RIDDER, 1972; KOSTE, 1978) e, incluso, ha sido citada a 27°C (NAIDENOV et al. 1984)

Se encuentra, casi siempre, asociada con condiciones de baja oxigenación, en las que se desarrolla bien.

Es típicamente planctónica, aunque también se la puede encontrar en ambientes perifíticos de lagunas poco profundas (AMREN, 1964; DE RIDDER, 1972), como ocurre en las localizaciones de Sierra Nevada.

Nuestros hallazgos de P. dolichoptera no corresponden bien con el carácter de estenoterma, pues la encontramos a temperaturas relativamente altas para ella y, en una ocasión, a más de 20°C (Río Seco Inferior, 2-9-81). Además, las concentraciones de Oxígeno existentes no se pueden calificar, en ningún caso, como deficientes.

Estas condiciones parecen más propias de P. vulgaris que, sin embargo, nunca la hemos encontrado. Un fenómeno similar ocurre en Spitsbergen, donde PEJLER (1956) y AMREN (1964) encuentran únicamente a P. dolichoptera y, en este caso, bajo condiciones que parecen propias de P. vulgaris. Este hecho conduce a PEJLER (1956) a pensar que no son las bajas concentraciones de Oxígeno un ambiente especialmente preferido por P. dolichoptera, sino que, normalmente, es relegada a estas condiciones porque las soporta mejor, al entrar en competencia con P. vulgaris.

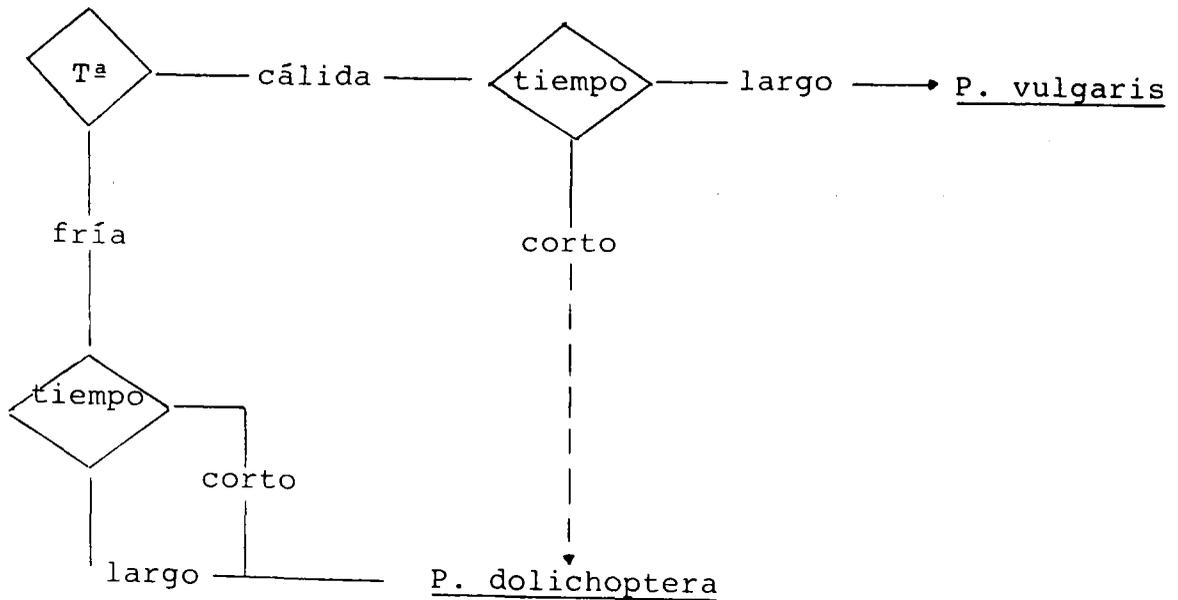
En efecto, ambas especies, de tamaño muy similar, tienen un nicho alimenticio muy solapado, como repetidamente ha sido puesto de manifiesto (POURRIOT, 1957; EDMONDSON, 1965; POURRIOT, 1977; BOGDAN Y GILBERT, 1982). Sin embargo, BOGDAN y GILBERT (1982), estudiando las tasas de filtrado de ambas especies, a diferentes temperaturas, encuentran que, para 6-7°C en P. dolichoptera, y 19-20°C en P. vulgaris, ambas especies tienen tasas de filtrados similares. Del mismo modo, el recién

te estudio de HERZING (1983), sobre la duración del desarrollo embrionario de los huevos de varias especies de Rotíferos, a diferentes temperaturas, muestran una clara adaptación de P. dolichoptera a las temperaturas más bajas. Estos resultados explican por qué, a bajas temperaturas, resulta beneficiada P. dolichoptera, mientras que, las altas temperaturas favorecen a P. vulgaris y, como consecuencia, la alternancia de estas especies que se puede observar en algunos lagos (PEJLER, 1956; MIRACLE, 1977; etc.). Pero no es suficiente para explicar por qué no existe P. vulgaris en Spitzbergen ni en Sierra Nevada, incluso en condiciones propicias para ella.

AMREN (1964) ofrece una explicación que puede ser también válida en nuestro caso. Basándose en las experiencias de NIPKOW (1952), sobre el cultivo de P. vulgaris y P. dolichoptera, apunta la idea de que las hembras de P. dolichoptera sean capaces de producir un mayor número de huevos amícticos, en la primera generación, que P. vulgaris (en la que Nipkow observa que sólo ponen uno), con lo que aquélla tendría una tasa de reproducción más elevada y sería capaz de colonizar un medio con más rapidez que P. vulgaris.

Además, P. dolichoptera produce huevos de resistencia, a las pocas generaciones desde el comienzo de la colonización, y, de esta manera, se encuentra muy capacitada para colonizar un ambiente tan fluctuante como el de Sierra Nevada. P. vulgaris, en cambio, necesitaría un periodo de temperaturas cálidas más largo que el que se da en estos medios, por lo que no pueden desarrollarse las poblaciones, siendo ocupados sus nichos por P. dolichoptera, que extiende su permanencia más allá de su óptimo de vida.

Se podría esquematizar el desarrollo de estas especies según el siguiente esquema:



En cuanto al Oxígeno, su exceso no debe ser ningún inconveniente para el desarrollo de P. dolichoptera, como hemos dicho.

En Sierra Nevada, P. dolichoptera ha aparecido en, solamente, tres lagunas de las estudiadas, pero ha desarrollado poblaciones importantes en muy poco tiempo (ver figura ).

En España, ha sido encontrada por MIRACLE (1976), GUISET (1976) y tiene una amplia distribución mundial.

Ciclo de formas *Hexarthra propingua-mollis-bulgarica*

Por presentar, los individuos, de Sierra Nevada, los caracteres de: ser de aguas dulces poco mineralizadas; ausencia de apéndices caudales y brazo ventral pinatizado, se encuadran en el ciclo de formas *propingua-mollis-bulgarica* de KOSTE (1978), dentro del cual, y ateniéndose a los caracteres diferenciales que cita dicho autor, no es posible clasificar a nuestros ejemplares, que presentan caracteres intermedios. Tampoco se pueden clasificar con las claves de RUTTNER-KOLISKO (1974), según las cuales, nuestros individuos pertenecen al grupo de especies *fennica-jenkiniae*.

Sin embargo, DUMONT, COUSEMENT y ANDERSON (1978) hacen una revisión de la especie *H. bulgarica* para Nepal y Canadá, estableciendo tres subespecies: *H.b. bulgarica*, *H.b. nepalensis* y *H.b. canadiensis*. Las características de ésta última subespecie son muy similares a las de los ejemplares encontrados en Sierra Nevada, por lo que ya, CRUZ-PIZARRO (1981) encuadró a los individuos de La Caldera en la especie *H. bulgarica* y nuestros resultados confirman la clasificación, permitiéndonos establecer la similaridad con la subespecie *H.b. canadiensis*, por lo que la encuadramos en dicho taxón.

*Hexarthra bulgarica canadiensis* DUMONT et al., 1978

Las características de esta subespecie se muestran particularmente variables dentro del grupo de subespecies *H. bulgarica*, según se desprende de la descripción de DUMONT et al. (1978), variabilidad que también hemos podido observar en nuestros ejemplares. En Sierra Nevada, los individuos han presentado, como características constantes, las de carecer de apéndices caudales, el presentar espina en el brazo dorso-lateral y tener una relación longitud brazo ventral/longitud cuerpo, mayor de 1.

En cuanto al resto de las características, la tabla muestra la variabilidad que hemos observado y establece la

Tabla VII: Características de las diferentes subespecies de H. bulgarica. (datos de DUMONT et al., 1978, y propios). Se muestra la frecuencia, en porcentaje, de los diferentes caracteres encontrados en los ejemplares de S. Nevada

	H.b. bulgarica	H.b. nepalensis	H.b. canadiensis	
			Canadá	Sierra Nevada
Long. cuerpo	220-340	220-310	240-270	170-278
Labio anterovent.	Ausente	Presente	Ausente	Ausente
Dientes uncus	6/6	2+3/2+3 2+3/2+2	7/7,7/8,8/8	7/7 7/8 8/8 8/9 8/? 9/? (49%) (45%) (23%) (4%) (6%) (4%)
sedas	10-12	10	10-13	6x2 - 5x2 (55%) (44%)
Brazo vent. espinas	3/3,4/4	3/3	5/5,5/4	3/4 4/4 5/4 5/5 4/? 5/? (9%) (45%) (23%) (4%) (14%) (4%)
Brazo dor. sedas	7-8	7	6,7,8	4 5 6 7 (7%) (43%) (43%) (7%)
Brazo ventro- lat. sedas	7	7	7-8	5 6 7 8 (3%) (17%) (71%) (9%)
sedas	6	6	6-7	5 6 7 (21%) (74%) (5%)
Brazo dorsolat. espinas	2	2	2	2 1 (85%) (15%)

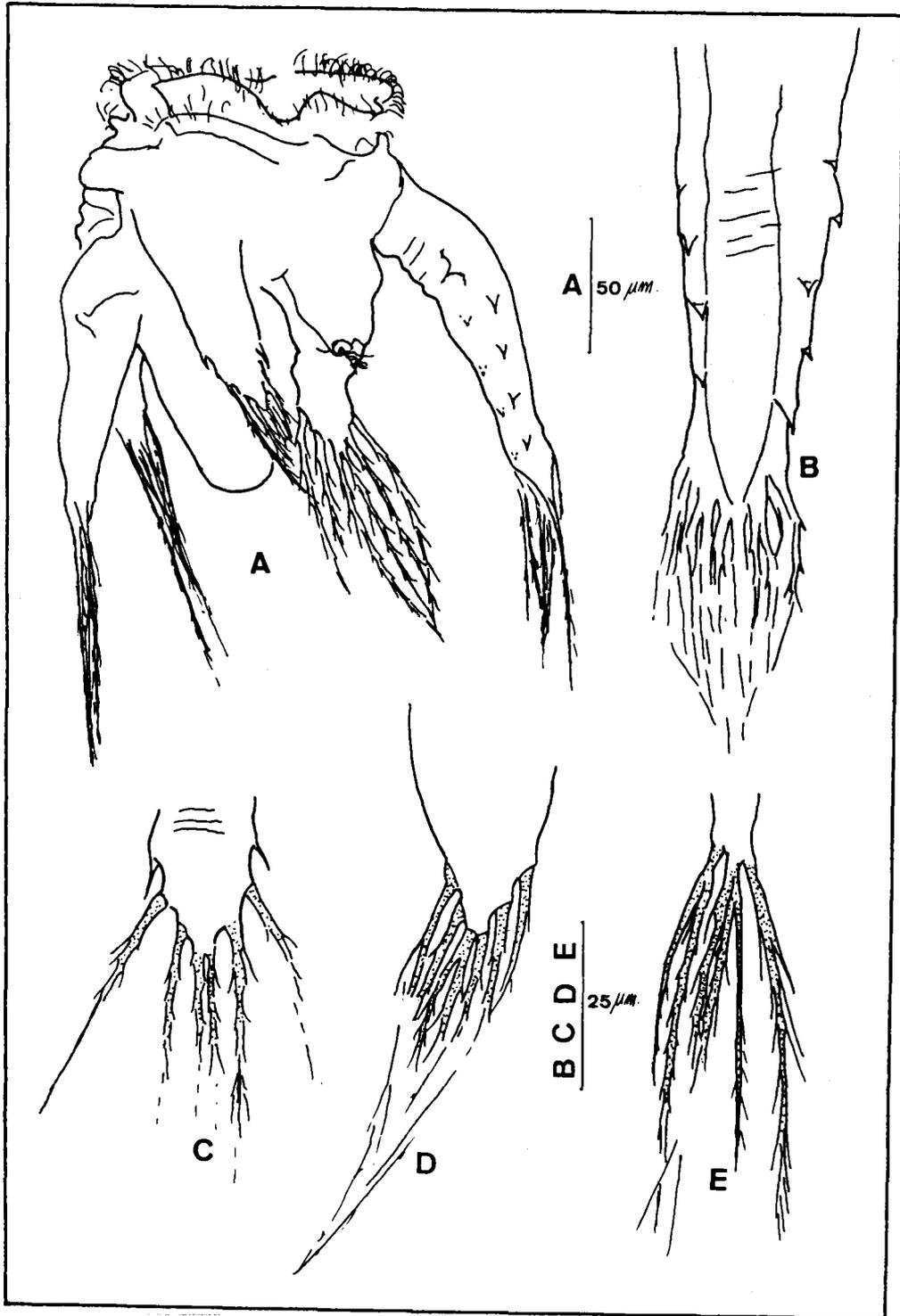


Figura 30: *H.b. canadiensis*. A: Visión lateral deracha; B: Brazo ventral; C: Brazo dorsolateral; D: Brazo ventrolateral; E: Brazo dorsal.

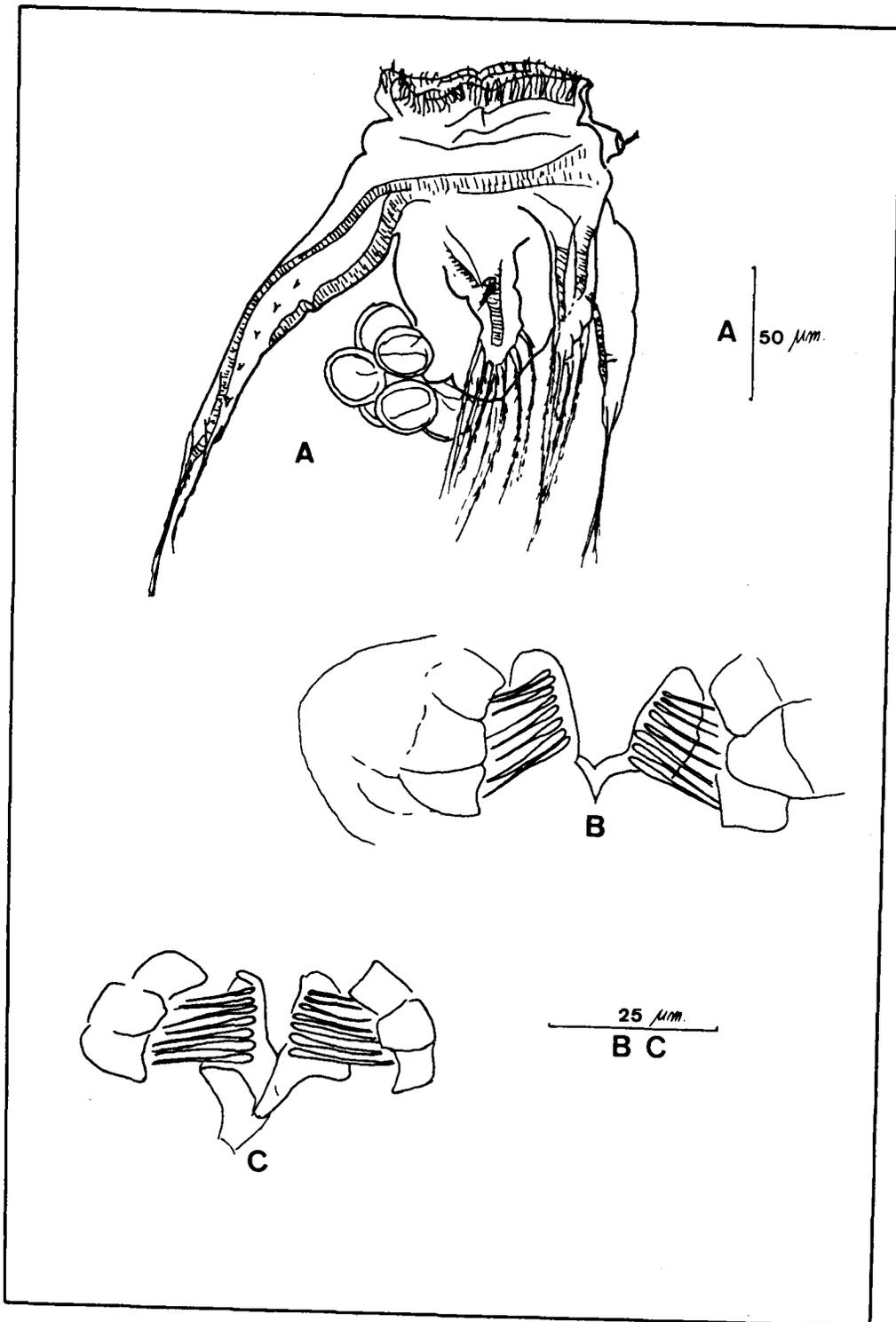


Figura 31: H.b. canadiensis. A: Hembra con huevos de macho; B y C: Trofi.

comparación con el resto de las subespecies definidas por DUMONT et al. (1978).

Como se comprueba, los individuos de Sierra Nevada presentan una amplia plasticidad morfológica, aunque la mayoría de los caracteres se muestran comparables a la población de Canadá (que, según DUMONT et al. (op.cit.) mostró una variabilidad mayor que la expresada en la tabla). Las diferencias que merecen resaltarse son: la existencia de más de la mitad de los individuos con un número de espinas, en el brazo ventral, menor del que se da en las poblaciones de Canadá y la presencia de un porcentaje notable de individuos con un número de sedas, en los brazos dorsolateral, ventrolateral y dorsal, inferior a cualquiera de las subespecies comparadas.

Los datos aportados en la tabla VII se refieren al total de los individuos examinados, pertenecientes a todas las lagunas donde aparece la especie. La variabilidad de los caracteres puede observarse, también, en las poblaciones de cada una de ellas, aunque es posible apreciar una cierta tendencia individualizadora de dichas poblaciones. Así, por ejemplo, en los trofis estudiados de la laguna Cuadrada, los porcentajes correspondientes a cada una de las variaciones fueron: 7/7 (14%); 8/8 (14%); 9/9 (29%); 8/? (14%); 9/? (14%). Es decir, un marcado incremento en los porcentajes de individuos que presentan un mayor número de dientes en el uncus. También, en la población de La Caldera, CRUZ-PIZARRO (1981) encuentra que los individuos de la zona pelágica presentaron un brazo ventral con 3/3 y 3/4 espinas, y sedas en número de 10 ó, raramente, 11, lo que representa una disminución de los valores de estos caracteres del brazo ventral con respecto a la población general de Sierra Nevada (aunque el resto de las características son semejantes a las encontradas por nosotros).

### Ecología y distribución

La presencia de H. bulgarica en Sierra Nevada, a alturas superiores a 2,700m s.n.m. concuerda con la idea de que

esta especie es el único Rotífero conocido propio de lagos de alta montaña (DUMONT et al. 1978), singularidad ecológica que refuerza su estatus taxonómico.

Es una especie que está ampliamente distribuida en nuestras lagunas, donde la encontramos en más de la mitad de las estudiadas. Aparece en la zona pelágica de las grandes lagunas (La Caldera), en un ambiente típicamente planctónico y, también, en lagunillas de muy escasa profundidad (Río Seco Inferior, con menos de 1 m).

Por los datos cuantitativos que poseemos (ver tabla II Apéndice y gráfica 34 ), esta especie debe tener una elevada tasa de reproducción, lo que se traduce en la existencia puntual de poblaciones masivas que llegan a alcanzar densidades superiores a 70.000 ind./m<sup>3</sup> (como en Río Seco Inferior, con las densidades más elevadas de todas las registradas en la Sierra). Otro hecho destacable es la aparición de los periodos sexuales (que se detectan por la presencia de hembras míticas con huevos de macho y huevos de resistencia en un elevadísimo número), casi simultáneamente con la aparición de las poblaciones. Esto situará a H. bulgarica de Sierra Nevada entre las especies de ciclo sexual temprano, según la clasificación de KING (1980), lo que está de acuerdo con la variabilidad observada, ya que, según dicho autor, este tipo de reproducción impone la existencia de una gran variedad de genotipos que se expresan simultáneamente, siendo el medio quien selecciona a las poblaciones mejor adaptadas.

H.b. canadiensis aparece en Sierra Nevada en las lagunas con una temperatura superior a la media. Nuestros datos están de acuerdo con la observación de DUMONT et al. (1978) que la encuentra a temperaturas superiores a 12°C y con los de CRUZ-PIZARRO (1981) quien encuentra correlaciones positivas entre el número de individuos y la temperatura:

Descrita originalmente por WIZSNIEWSKY (1932) en las montañas de Rila y Pirin, en Bulgaria. Dicho autor también

da como localidades probables las montañas del Norte del Cáucaso; TONOLLI y TONOLLI (1951) la encuentran en cuatro lagos de los Alpes italianos. Ha aparecido también en Cachemira y Tíbet (EDMONDSON y HUTCHINSON, 1934) y encontrada, probablemente, en los lagos del área de Khumbe, Nepal, por LÖFFLER (1969) y, posteriormente, también en Nepal por DAEMS y DUMONT (1974). RUTTNER-KOLISKO (1974) da cuenta de su posible existencia en Los Andes, según comunicación personal de H. LÖFFLER y, por último, DUMONT et al. (1978) describe las subespecies comentadas, para Canadá, Nepal y Este de Europa.

La aparición de H.b. canadiensis en el Suroeste de Europa es sorprendente, por estar geográficamente mas próxima a la subespecie H.b. bulgarica y, en cierta forma, no apoya la suposición de Dumont sobre que, la desconocida H. bulgarica de Los Andes, sea semejante a la subespecie canadiense, basándose sólo en la relativa proximidad geográfica de estas dos localidades.

ESPECIES DE APARICION POCO FRECUENTE.

A continuación hacemos un breve comentario sobre las especies que sólo han aparecido muy raramente. En general, solamente aparecen en los muestreos cualitativos y, en algunos casos, debido a su escasez o a su deformación por el fijador, no se han podido clasificar a nivel específico.

Brachionus quadridentatus.

En la laguna Virgen Inferior se encontró un único ejemplar el día 10-7-85, con huevo amíctico, que mostramos en la figura 32. CRUZ-PIZARRO (1981) da cuenta, asimismo, de la presencia, en la laguna de La Caldera, de unas poblaciones muy escasas y aisladas de una especie del género *Brachionus*, por lo que deducimos que la aparición es meramente circunstancial.

La presencia esporádica de *Brachionus*, en Sierra Nevada, está de acuerdo con la ecología del género, que tiene una distribución muy amplia en ambientes más cálidos PEJLER (1977), y está extensamente representado en nuestra Península, GUISET (1977).

Keratella cochlearis

Hemos encontrado un único ejemplar, que no podido ser dibujado, en la laguna del Caballo, el día 28-8-81. K. cochlearis se encuentra muy bien representada en el plancton de la laguna de La Caldera CRUZ-PIZARRO (1981), por lo que es fácil que abunde en la zona pelágica de la laguna del Caballo, que presenta unas condiciones morfométricas que posibilitan la existencia de una masa importante de agua libre de la influencia litoral. El hecho de su ausencia en nuestros muestreos, realizados en la zona litoral, nos indica que su hábitat debe ser exclusivamente pelágico.

Lepadella triptera

Hemos encontrado solamente tres ejemplares en la laguna de Río Seco Inferior, el día 2-9-81 (fig. 32), en muestras cualitativas, con algas.

Esta especie ha sido encontrada también por De RIDDER

(1964) en los Pirineos.

Lepadella cf. tenella

Sólo se ha encontrado un ejemplar, en la laguna del Caballo Inferior, el día 24-7-81, que mostramos en la fig.

Lepadella tenella (WULFERT, 1942) es una especie extraordinariamente rara (según los datos de la bibliografía en nuestro poder, sólo se ha encontrado en el Tirol, en fuentes termales) (KOSTE, 1978). Este hecho, junto con las muy diferentes condiciones de vida que se dan en las lagunas de la Sierra, hacen que, aunque las características de nuestro ejemplar nos han parecido semejantes a esta especie, dudamos de su clasificación definitiva, hasta encontrar más ejemplares que lo puedan confirmar.

Lepadella sp.

En la laguna 4 del Valle de Lanjarón, apareció el día 2-9-81 el ejemplar que mostramos en la figura 32 D-E, cuyas características no nos han permitido encuadrarlo en ninguna especie. Es el único representante del género Lepadella que existe en dicha laguna, y sus medidas son:

Lecane luna.

Esta especie cosmopolita, tan extendida por toda la Península (es la especie más citada por todos los investigadores que han trabajado en España), solamente ha aparecido una vez en Sierra Nevada, con un único ejemplar, que mostramos la fig. 32 B, en la laguna de Río Seco Superior, el día 2-9-81

Cephalodella sp.

En la figura 32 I, mostramos el dibujo de una especie del género Cephalodella que aparece con cierta frecuencia en las lagunas de Sierra Nevada, como podemos observar en la tabla Ib del Apéndice. Sin embargo, sus poblaciones siempre se han presentado con muy escaso número de efectivos y sus individuos aparecen contraídos por efecto del formol, no habiendo podido ser clasificados.

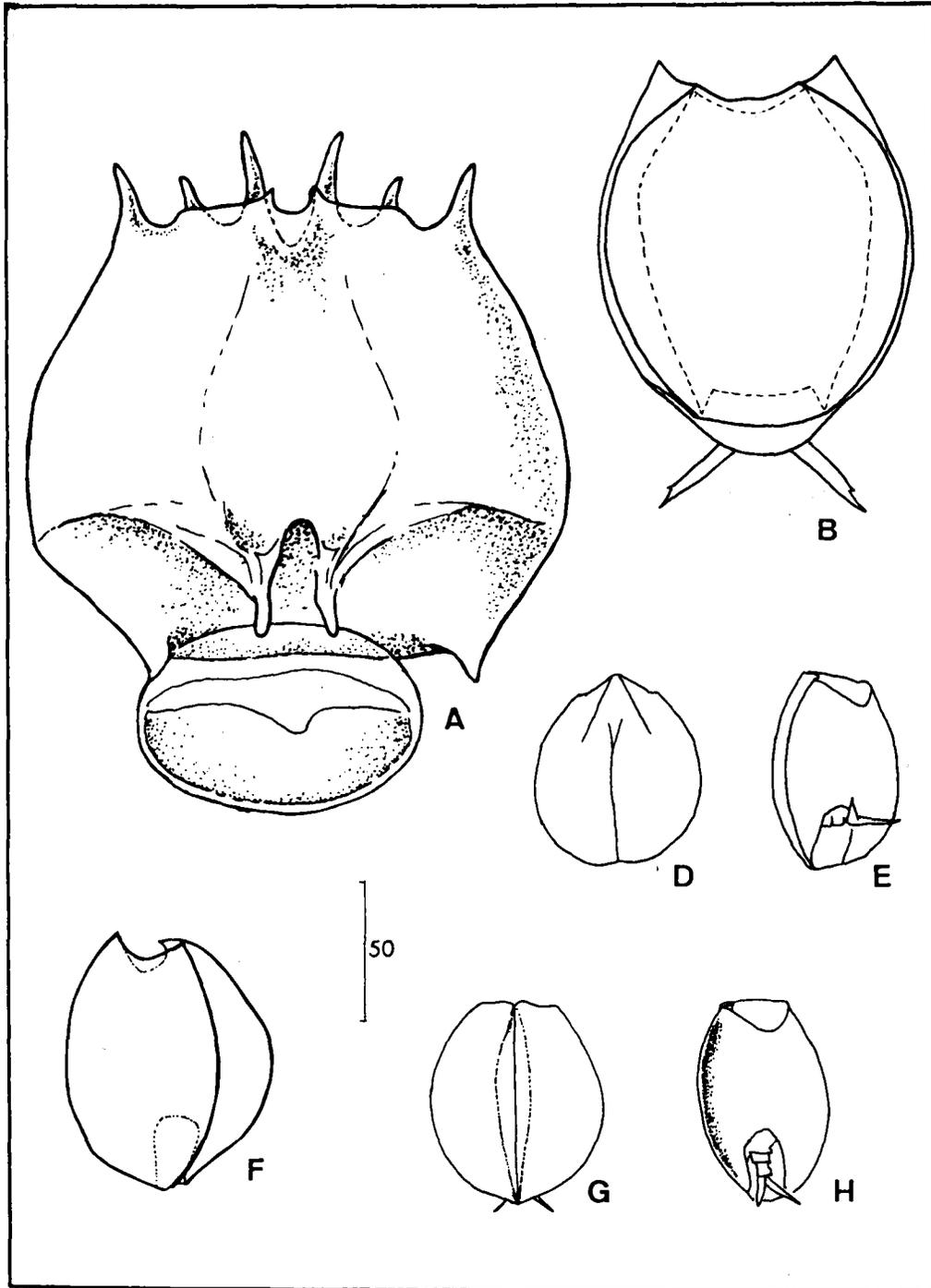


Figura 32: A: Brachionus quadridentatus; B: Lecane luna; D y E: Lepadella sp. (D, dorsal; E, ventrolateral); F: Lepadella cf. tenella; G y H: Lepadella triptera (dorsal y ventrolateral).

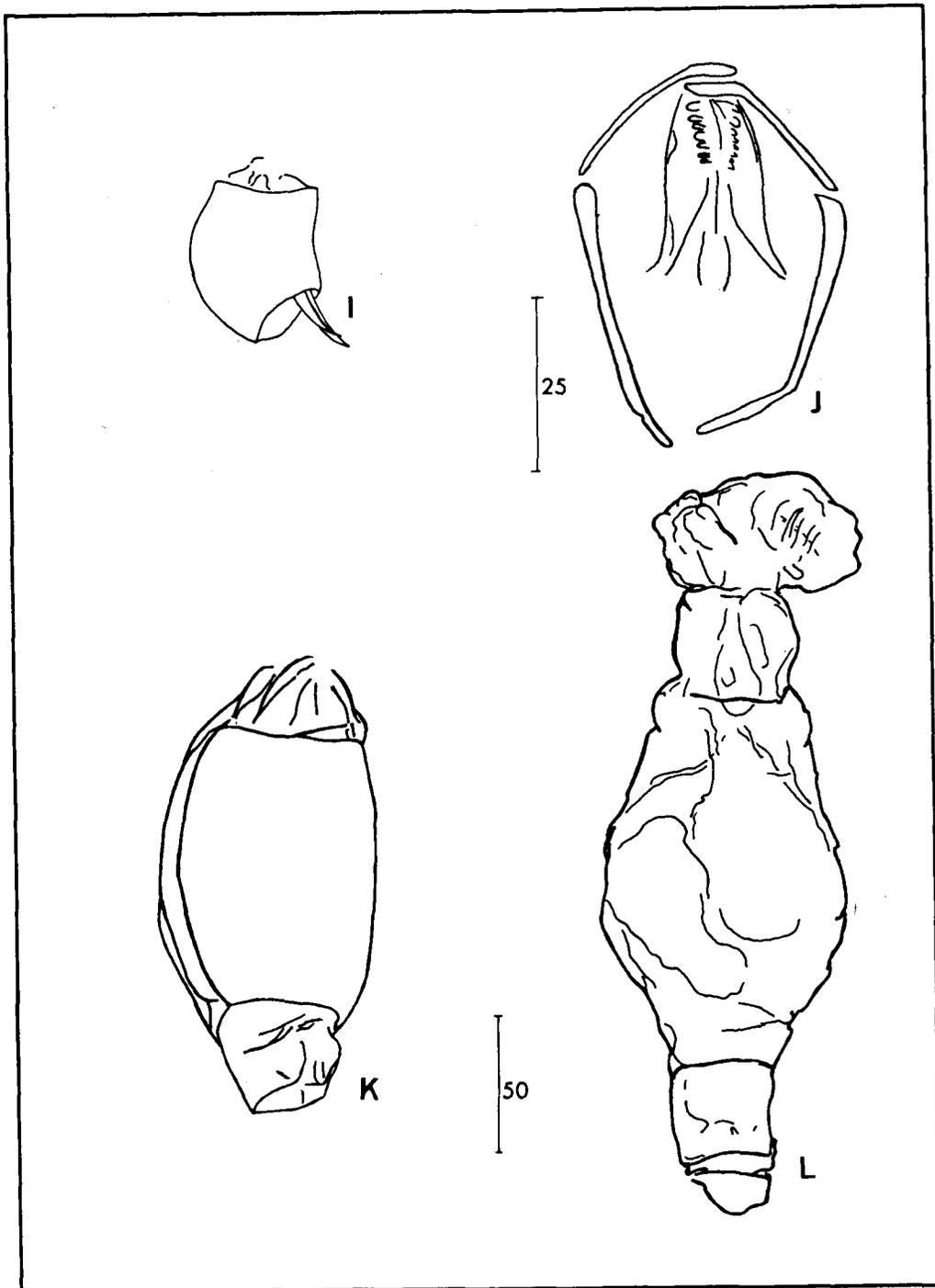


Figura 32 (continuación): I: Cephalodella sp.; J: Trophi de Dicranophorus sp.; K: Bdelloidea sp. 1; L: Bdelloidea sp. 2.

Dicranophorus sp.

En la Laguna Cuadrada, el día 29-8-81, apareció una población de Dicranophorus, cuyo trophi mostramos en la Fig. 32J. Es la única vez que se ha localizado en Sierra Nevada y los individuos presentaban, dentro del cuerpo, gran cantidad de trophi de Lecane furcata y L. flexilis.

Además de los Rotíferos Monogonontes, aparecen, con cierta frecuencia, unos ejemplares del orden Bdelloidea que mostramos en la fig. 32 K-L. De ellos, el denominado Bdelloidea sp 1, se encuentra, frecuentemente, también en las muestras cuantitativas, donde llega a tener poblaciones de cierta consideración, como podemos apreciar en la tabla .II y figura 37.

CONSIDERACIONES SOBRE LA FAUNA DE ROTIFEROS EN SIERRA NEVADA

Como resultado del estudio que hemos llevado a cabo, se han encontrado un total de 28 especies de Rotíferos Monogonontes, de los que 20 son de aparición más frecuente en las lagunas. CRUZ-PIZARRO (1981), en su estudio de la comunidad zooplactónica de la laguna de La Caldera, encuentra 6 especies de Rotíferos que aparecen habitualmente en el plancton: Keratella cochlearis, Filinia longiseta/terminalis, Polyarthra major/vulgaris, P. remata, Hexarthra bulgarica y Euchlanis dilatata, las dos últimas comunes a nuestra lista. Como ocasionales en el plancton cita a Brachionus sp., Notholca squamula y Trichocerca sp., que también aparecen en nuestros muestreos. Por tanto, el número total de especies halladas, hasta ahora, en Sierra Nevada, se eleva a 32, de las que 24 son de presencia más frecuente.

En la Tabla VIII, se ofrece una lista de las especies encontradas, con la frecuencia con que se han hallado, en el total de las lagunas estudiadas. En la misma tabla se compara nuestra lista con las especies de Rotíferos más frecuentes en diferentes medios españoles (datos tomados de MIRACLE, 1982), de los que Sierra Nevada se diferencia netamente. Las especies encontradas, hasta ahora, solamente en Sierra Nevada son: Hexarthra bulgarica, Trichocerca relictata, T. cavia, Lecane kluchor, Lepadella quinquecostata nevadensis y Cephalodella gibba microdactyla, las cuatro últimas nuevas citas para España. No es extraño que estas 4 especies se califiquen como bentico-perifíticas ya que, como señala De RIDDER (1981), en especies con este tipo de modo de vida es donde cabe esperar un mayor grado de aislamiento geográfico entre las especies de Rotíferos. Las especies planctónicas, por el contrario, tienen unos mecanismos de dispersión más eficaces que favorecen su cosmopolitismo. En este sentido, resulta destacable la presencia, tan extendida en Sierra Nevada, de Hexarthra bulgarica, la única especie de Rotíferos considerada típica de lagos de alta montaña (DUMONT, 1980).

El número de especies halladas en Sierra Nevada está

<u>LAGUNAS</u>	<u>PANTANOS</u>	<u>LAGUNAS DE ALTA MONTAÑA</u>	<u>SIERRA NEVADA</u>
Brachiomus plicatilis	Polyarthra vulgaris 98%	Asplanchna priodonta 50%	Euchlanis dilatata 81%
Hexarthra fennica	Keratella cochlearis 90%	Polyarthra vulgaris 48%	Trichocerca relicta 78%
Notholca acuminata	Collotheca pelagica 86%	Kellicottia longispina 25%	Hexarthra bulgarica 40%
Brachiomus quadridentatus	Asplanchna priodonta 83%	Ascomorpua ovalis 20%	Lepadella patella 40%
Lecane luna	Polyarthra remata 83%	Euchlanis dilatata 8%	Trichocerca bicristata 38%
Colurella adriatica	Synchaeta pectinata 82%	Keratella quadrata 5%	Lecane furcata 38%
			Trichocerca tenuior 32%
			Cephalobdella g. microd. 32%
			Trichotria tetractis 30%
			Colurella obtusa 30%
			Lecane flexilis 22%
			Lecane lunaris 19%
			Trichocerca rattus 16%
			Lecane closterocerca 16%
			Notholca squamula 13%
			Polyarthra dolichoptera 8%
			Lecane kluchor 8%
			Lepadella q. nevadensis 8%
			Trichocerca cavia 5%
			Lepadella acuminata 5%
			Lepadella triptera 3%
			L. cf. tenella 3%
			Keratella cochlearis * 3%
			Filina longiseta/ terminalis * 3%
			Polyarthra remata * 3%
			P. major/vulgaris * 3%

RESTO DE ESPAÑA

Tabla VIII: Comparación de las frecuencias de las especies de Rotíferos en Sierra Nevada, con la distribución en otros medios españoles (Datos tomados de MIRACLE, 1982).

\* Datos tomados de CRUZ-PIZARRO (1981)

en el mismo orden de abundancia que el que se encuentra en los Pirineos o en los Alpes. De los datos aportados por MARGALEF (1948), De RIDDER (1964) y, fundamentalmente, por MIRACLE (1978) se obtiene un total de 27 especies de Rotíferos planctónicos, bénticos y perifíticos, que viven en las lagunas de los Pirineos. Por su parte, TONOLLI y TONOLLI (1951) hallan 45 especies de Rotíferos en el estudio de 170 lagos de los Alpes. Por otro lado, MIRACLE (1978) compara las frecuencias de aparición de los Rotíferos que viven en 153 lagos de los Pirineos con la lista de Rotíferos de TONOLLI y TONOLLI, en los Alpes, encontrando ambas faunas muy parecidas; así, entre las 6 especies más frecuentes en ambos sistemas montañosos, 4 son comunes a las dos listas; por el contrario, de todas ellas, solamente E. dilatata, está bien representada en Sierra Nevada.

De las 27 especies de Rotíferos halladas en los Pirineos, las 9 siguientes también se encuentran en Sierra Nevada: Notholca squamula, Filinia terminalis, Polyarthra dolichoptera, Euchlanis dilatata, Lepadella patella, Colurella obtusa, Lecane closterocerca, Lepadella acuminata y Lecane lunaris. También podríamos añadir a Lecane luna, aunque sólo ha aparecido un ejemplar en la Sierra.

De las 45 especies que se citan en el estudio de TONOLLI y TONOLLI, sólo se han encontrado, en Sierra Nevada, las 7 siguientes: Hexarthra bulgarica, Keratella cochlearis, Lecane lunaris, Euchlanis dilatata, Lepadella patella y Trichocerca bicristata.

Por el contrario, más de la mitad de las especies halladas en Sierra Nevada se citan también en la alta montaña de la Laponia sueca. PEJLER (1957) estudia los Rotíferos planctónicos en dicha zona, encontrando un total de 15 especies que viven en los lagos situados "por encima de la línea de árboles". Más tarde, el mismo PEJLER (1962), estudió los Rotíferos perifíticos y bénticos de la misma región y, como resultado, reuniendo también el material aportado por Von HOFSTEN (1923), da un número total de Rotíferos perifíticos y bénticos, para la región alpina, de 59, de los que 4 también se pueden considerar

planctónicos y estaban recogidos en el estudio anterior. En conjunto, resultan 70 especies de Rotíferos planctónicos, perifícticos y bénticos, que viven en la región alpina del norte de la Laponia sueca, número que es más del doble de las especies encontradas en nuestra zona; pero, sin embargo, más de la mitad de nuestras 24 especies más comunes, también figuran en las listas proporcionadas por PEJLER, en concreto las 14 siguientes: Keratella cochlearis, Filinia terminalis, Notholca squamula, Polyarthra remata, Trichocerca bicristata, Euchlanis dilatata, Trichotria tetractis, Lepadella patella, L. acuminata, Colurella obtusa, Lecane flexilis, L. furcata, L. closterocerca y Trichocerca rattus. También podríamos añadir Trichocerca cavia, que es citada por OLOFSSON (1918), en esa región, y Lepadella triptera, aunque sólo ha aparecido una vez en Sierra Nevada.

Por otro lado, GREEN (1972) pone de manifiesto la relación que existe entre la diferencia latitudinal y el grado de afinidad faunística, con respecto a las poblaciones de Rotíferos, de las localidades donde habitan. Estudia 10 localidades del Hemisferio Norte, con latitudes comprendidas entre 2°N (Lago Alberto) y 78° N (Spitsbergen). Al representar dichas locali

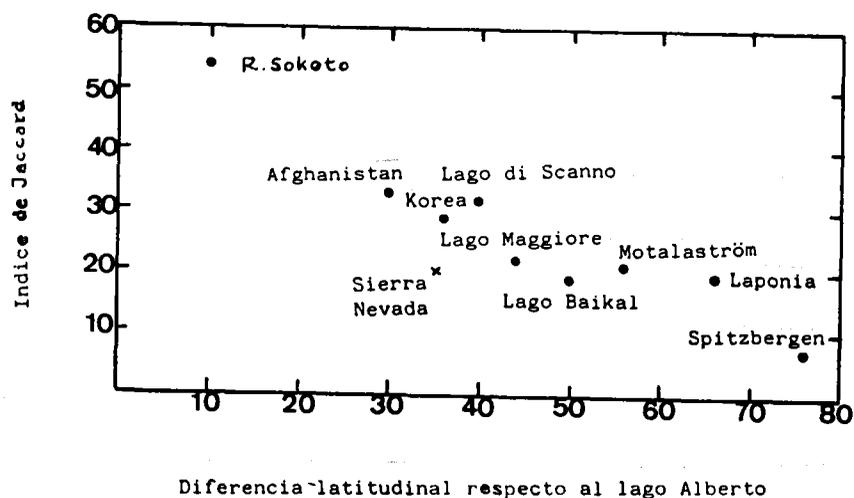


Fig. 33 : Relación entre composición faunística y latitud en varias localidades del Hemisferio Norte.

dades en un plano definido por el grado de afinidad faunística con respecto al lago Alberto (calculado mediante el índice de Jaccard), en ordenadas y la diferencia latitudinal, respecto al mismo lago, en abcisas, obtiene el gráfico que mostramos en la figura 33 . En él también hemos calculado la posición que le corresponde a Sierra Nevada (18% de afinidad respecto al lago Alberto, y 35° de diferencia de latitud con respecto al mismo lago). El cálculo lo hemos efectuado, como hace GREEN, excluyendo las especies del género Lecane. Como se puede apreciar, la posición de Sierra Nevada, queda fuera del lugar que le correspondería por su latitud, con un grado de afinidad, respecto del lago Alberto, similar al de localidades más septentrionales.

Estos hechos ponen de manifiesto que se establecen semejanzas entre las localidades situadas a gran altitud y las que poseen latitudes altas. Aunque es cómodo pensar que las semejanzas sean debidas a las condiciones climáticas que se puedan dar entre dichos medios, PEJLER (1977) cree que las diferencias faunísticas entre las localidades se explicarían mejor por las diferencias en la disponibilidad de alimento, que por las diferencias en el clima. En este sentido, las diferencias observadas entre la fauna de Rotíferos de Alpes y Pirineos, con relación a Sierra Nevada, podrían explicarse por la mayor homogeneidad de los medios en nuestra zona de estudio, frente a la mayor cantidad de lagos de aquellos sistemas montañosos, con una más amplia gama de condiciones ambientales y tróficas.

DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES DE ROTIFEROS EN LAS LAGUNAS:  
COOCURRENCIA DE LAS ESPECIES

Los muestreos realizados en las lagunas objeto de estudio han permitido dos tipos de resultados: cualitativos, donde sólo se reflejan las presencias y ausencias de las especies que se encuentran en todos los hábitats de las lagunas muestreadas (pelágico, perifítico y béntico) y cuantitativos, que recogen las abundancias de las especies en el agua libre (entendiendo por tal la que se encuentra sin la presencia de sedimento o influencia de algas) de la zona litoral.

Los datos obtenidos por ambos tipos de muestreo se ofrecen en las tablas Ia, Ib y II del Apéndice. La número Ia se refiere a los datos cualitativos obtenidos durante 1980 y la número Ib a los de 1981. La tabla II muestra los valores de las abundancias de las especies de Rotíferos y de la fauna acompañante que apareció en los muestreos cuantitativos de 1981.

Los resultados obtenidos varían sustancialmente de uno a otro tipo de muestreo, de manera que todas las especies de Rotíferos halladas en cada laguna están representadas en las muestras cualitativas, pero no en las cuantitativas, donde sólo aparecen las especies típicamente pelágicas o las perifíticas y bénticas que han mostrado más independencia de sus sustratos. El total de especies que aparecen en estas es de 14, algunas de las cuales han sido halladas esporádicamente.

Los muestreos cualitativos se han efectuado durante 1980 y 1981. Destaca la similaridad de los resultados obtenidos en ambas campañas; así, pese a que el segundo periodo de muestreo fue mucho más intenso que el primero, solamente se ha añadido una especie a la lista de las encontradas con más frecuencia: Lecane kluchor, el resto de las especies aparecidas durante 1981, que no se encontraron en 1980, son raras y se han citado en las páginas 135 y siguientes.

Las lagunas también han mostrado constancia en cuanto

	Mos.	A.V.	V.I.	V.S.	Gem.	7(4)	7(7)	7(5)	7(6)	D(1)	D(2)	7(2)	R.S.	L.L.L	P.N.	Cal.	Maj.	RS.I	Lanj.	P.C.	L(4)	RS.S	Lar.	D(3)	Cab.I	Cuad.	Cab.	Calt.	V.M.
<i>E. dilatata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>H. bulgarica</i>										X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
<i>P. dolychoptera</i>						X												X	X										
<i>Lepadella patella</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X			X												
<i>L. q. nevadensis</i>		X		X	X																								
<i>L. acuminata</i>			X																				X						
<i>N. squamula</i>		X		X	X		X							X															
<i>Trichocerca relictata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>T. tenuior</i>			X	X	X	X	X	X		X	X		X				X					X							
<i>T. rattus</i>	X	X	X			X				X													X						
<i>T. bicristata</i>			X		X	X	X	X	X						X		X	X	X	X	X	X							
<i>T. cavia</i>							X			X																			
<i>Trichotria tetractis</i>	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X												X					
<i>Colurella obtusa</i>	X	X	X	X			X			X					X	X	X					X	X						
<i>Lecane lunaris</i>		X	X	X						X												X	X	X					
<i>L. flexilis</i>					X	X	X			X		X										X				X			X
<i>L. furcata</i>	X	X	X	X	X					X	X						X							X	X	X	X	X	X
<i>L. closteroerca</i>					X																	X	X				X	X	X
<i>L. kluchor</i>		X	X																										X
<i>Ceph.g.microdactyla</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X												X
Nº especies	9	12	17	14	14	10	11	11	9	15	7	7	8	5	7	6	10	6	7	6	6	12	12	6	6	5	8	4	10
pH medio	6.7	6.4	6.4	7.1	7.5	6.4	6.9	6.9	7.5	6.8	6.7	6.5	6.5	6.2	7	7	7.6	6.4	6.7	6.8	6.4	6.4	6.5	7.4	6.6	5.95	6.15	7	6.6
Oxígeno medio	8.3	8.0	7.4	8.9	6.9	8.05	7.9	7.6	8.6	8.5	9.4	7.4	7.15	8.4	7.8	7.2	7.7	6.43	6.6	7.9	6.6	7.45	7.5	7.8	7.1	6.1	6.6	6.6	7.8
Temperatura media	10.3	11.1	17.9	9.0	22.7	12.9	14.8	18.6	14.5	10.5	10.4	13.1	14.0	8.1	13.8	14.4	19.6	18.1	16.3	15.9	16.5	13.2	15.4	13.5	19.2	15.4	19.7	19.7	14.4
Conductividad media	24.9	23.9	33.8	55.4	25.5	16.4	23.1	34.1	22.7	40.2	51.9	17.8	11.6	25.6	21.4	22.4	42.6	14.5	9.9	12.4	9.4	20.3	18.7	45	16.5	7.5	7.5	19.8	48.3

Tabla IX. Ocurrencia de las especies de Rotíferos y valores medios de pH, Oxígeno (mg/l), Temperatura (°C) y Conductividad(uS/cm), así como el número de especies (contando Bdelloideos y especies raras), registradas en el conjunto de muestreos de 1981.

a la composición de su fauna. La mayor intensidad del muestreo efectuado en el segundo año, se refleja en un incremento general del número de las especies presentes por laguna, manteniéndose, sin embargo, las características de las diferentes comunidades. Así, el 85% de las especies presentes en las distintas lagunas durante 1980, volvieron a encontrarse al año siguiente en las mismas lagunas. En este sentido, la única laguna que resulta una excepción es Virgen Media, donde en 1980 se encontraron 14 especies y, al año siguiente, 10, de las que solamente 5 fueron comunes a ambos años.

El exámen de la distribución de las especies en las lagunas, permite comprobar que E. dilatata y T. relictata han sido las que se han encontrado con más asiduidad, como se observa en la tabla VLII.

El resto de las especies han tenido una distribución mucho menos amplia. Destacan, entre las que resultan en un segundo lugar de frecuencia, H. bulgarica y L. patella, cada una de las cuales se distribuye en, aproximadamente, la mitad de las lagunas muestreadas, siendo muy pocas las muestras en las que ambas especies coinciden.

Como ya hemos indicado anteriormente, el número de especies representadas en los muestreos cuantitativos resulta ser menor que las que aparecen en los cualitativos. Las únicas especies que han demostrados ser capaces de desarrollar grandes números de individuos han sido: H. bulgarica y P. dolichoptera.

E. dilatata sigue apareciendo con regularidad en estos muestreos y, también, en algunas ocasiones, es capaz de producir poblaciones de alguna consideración (Majano, La Caldereta, Gemelas). Sin embargo, T. relictata no ha aparecido nada más que excepcionalmente en los muestreos cuantitativos, a pesar de su amplia distribución en Sierra Nevada. También es destacable la ausencia total de Lepadella patella en estos muestreos.

Es interesante estudiar la asociación entre especies para definir grupos de ellas que van frecuentemente asociados y

cuya presencia es más o menos redundante (MARGALEF, 1980). En el caso de los Rotíferos, un estudio de este tipo ha sido llevado a cabo por HALBACH (1972, 1973) quien calcula las afinidades entre especies que habitan en un centenar, aproximadamente, de lagos del centro de Alemania. GUISET (1976) realiza un estudio similar de los Rotíferos de los embalses españoles.

Por nuestra parte, el estudio de las asociaciones entre las especies de Rotíferos de las lagunas de Sierra Nevada, lo hemos realizado sobre los muestreos cualitativos, usando un índice de asociación que sólo tiene en cuenta las presencias y las ausencias, y, sobre los muestreos cuantitativos, estudiando las correlaciones que se pueden establecer entre las especies. El primer estudio nos permite incluir la totalidad de las especies que han aparecido en Sierra Nevada, mientras que el segundo proporciona mejor información al incluir datos cuantitativos.

Asociación entre especies que aparecen en los muestreos cualitativos.- Hemos aplicado el conocido índice de Czechanowski al total de 137 muestreos del año 1981. Este sencillo índice tiene la siguiente expresión:

$$\frac{2C}{A + B}$$

donde : C = número de muestras que presentan, simultáneamente, las dos especies que se comparan; A = número de muestras con una especie, y B = número de muestras con la otra especie.

La matriz de afinidad resultante se muestra en la tabla III del apéndice. En ella, las especies de distribución más general, como E. dilatata y T. relictata, presentan el mayor grado de afinidad entre todas las parejas posibles de especies (69.6%). Para visualizar mejor las relaciones entre las especies, en la figura 3 se muestran, unidas entre sí, las que han tenido un grado de afinidad superior al 25%. Hemos dejado de representar a E. dilatata y a T. relictata ya que, por ser de distribución general, presentan un elevado, e indiscriminado, grado de afinidad con muchas especies.

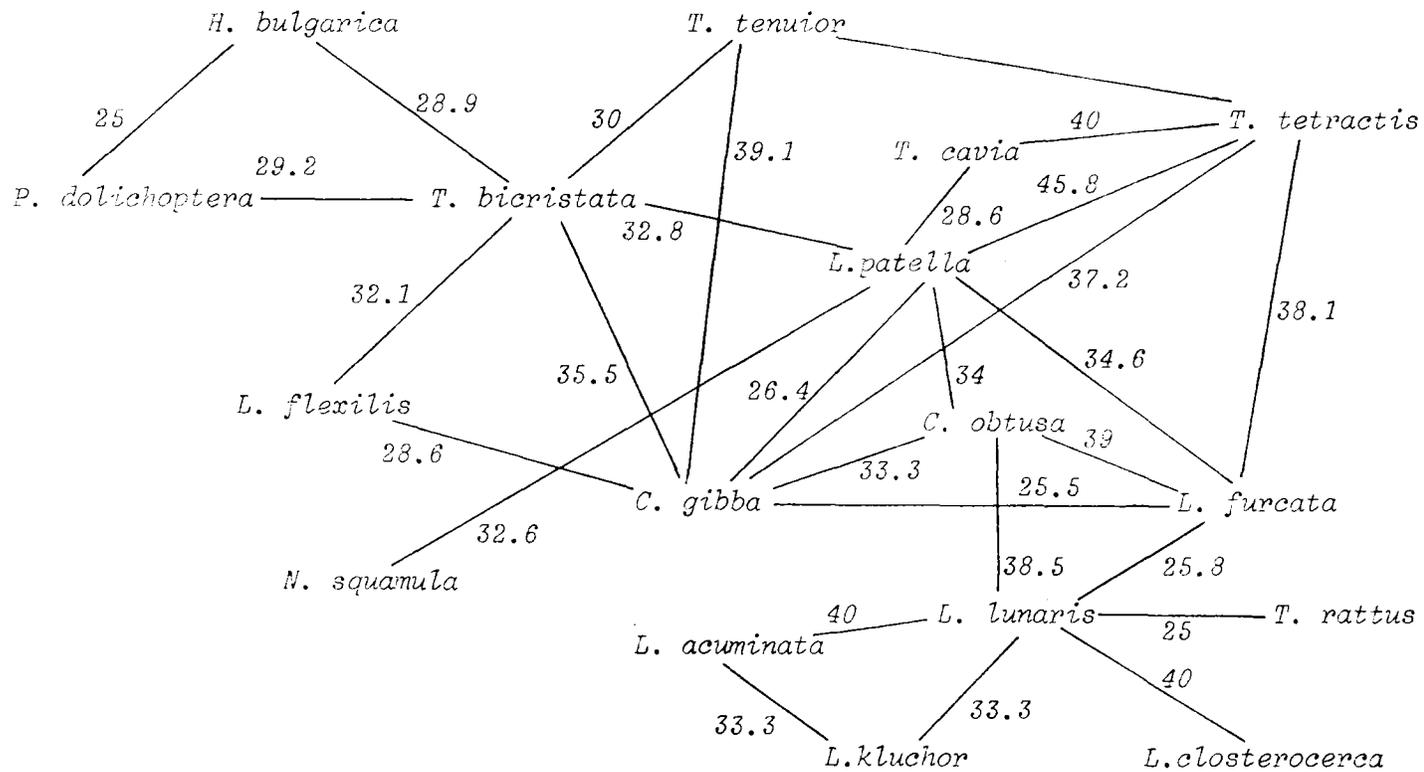


Fig. 34 .- Afinidades entre las especies de rotíferos presentes en las muestras cualitativas. (valores en tanto por ciento).

El análisis de la mencionada figura permite apreciar varios acúmulos de especies con mayor grado de afinidad entre ellas. El más numeroso está formado por un grupo de especies, en el centro de las cuales se presenta L. patella, con abundantes relaciones entre sí. Fuera de este núcleo se sitúan dos agrupaciones, que se relacionan con el anterior mediante una o dos especies. Una de ellas está formada por H. bulgarica y P. dolichoptera, mientras que la otra se centraliza en torno a L. lunaris.

Estos acúmulos de especies pueden interpretarse en función de sus características ecológicas comunes, tal como hacen WHITTAKER y FAIRBANKS (1958), para comunidades de Copépodos, o HALBACH (1973), para las asociaciones entre parejas de especies de Rotíferos.

En nuestro caso, se individualizan muy bien H. bulgarica y P. dolichoptera que son las únicas especies de nuestro estudio que tienen características típicamente planctónicas: ausencia de pie, apéndices locomotores bien desarrollados, etc., por lo que su presencia se producirá allí donde predominen las características propias del medio pelágico. T. bicristata tiene una alimentación basada en algas unicelulares (especialmente desmidiáceas) (POURRIOT, 1970, 1977) y también está capacitada para vivir en el ambiente pelágico.

Muchas de las especies que aparecen en el grupo centralizado en torno a L. patella han sido clasificadas como perifíticas o bénticas por PEJLER (1962). Este autor señala también la dificultad de encuadrar a una especie en concreto, en alguno de los grupos ecológicos que considera, y así, coloca a L. patella y a L. flexilis entre las especies bénticas, pero también entre las perifíticas, donde, además, coloca las siguientes especies que también han aparecido en Sierra Nevada: E. dilatata, T. rattus, N. squamula, L. acuminata, Colurella obtusa, Lecane lunaris, Lecane closterocerca y Cephalobdella gibba. Dado que nuestro muestreo cualitativo no diferencia entre estos dos tipos de hábitat, y la mencionada dificultad de calificar a determinadas

especies como bénticas o perifíticas, hemos decidido considerar a este grupo, centralizado en torno a L. patella, como de especies bénticas y perifíticas, más propias de la zona litoral, que, en buena medida, pueden estar representadas por L. patella.

Por su parte, el grupo formado por las especies que muestran afinidad con Lecane lunaris es el que menos interrelaciones ha mostrado dentro de él. También lo forman especies que se pueden calificar de bénticas o perifíticas, pero su presencia en Sierra Nevada, excepto en el caso de T. rattus, no es frecuente, de manera que las características globales del grupo permanecen inciertas.

El examen de las afinidades que reflejamos en la figura 33 revela una tendencia de las especies congénéricas a no presentar afinidad, esto es, a no coexistir, en especial si son del mismo o parecido tamaño: Lecane flexilis, L. furcata y L. closterocerca; Trichocerca rattus, T. relictata y T. cavia. Cuando se ha presentado afinidad entre las especies de un mismo género, la diferencia de tamaño entre ambas ha sido, generalmente, considerable. Tal es el caso de Lecane lunaris y L. furcata; L. lunaris y L. closterocerca o Trichocerca bicristata y T. tenuior. La única pareja de especies congénéricas, con tamaño parecido, que han presentado un cierto grado de afinidad, ha sido la formada por Lecane lunaris y L. kluchor.

Fenómenos parecidos se han observado repetidamente en diferentes grupos taxonómicos, como se puede comprobar en las obras generales (MARGALEF, 1974), interpretándose, normalmente, como una segregación que evite la competencia. En el caso de los Rotíferos, en fenómeno también ha sido comprobado, tanto en estudios sobre especies congénéricas concretas: Polyarthra vulgaris-P. dolichoptera (ver pag. 125), Filinia terminalis-F. hofmanni (HOFFMANN, 1982), como en el estudio de comunidades: Ösbysjön (PEJLER, 1962); Bañolas (MIRACLE, 1975, 1977); Port-Bielh (REY CAPBLANÇQ, 1975); Biel (BERNER-FANKHAUSER, 1983)

Entre los mecanismos para evitar la competencia, expuestos por HUTCHINSON (1975) y discutidos por DUMONT (1977),

se encuentran: Diferencias en el alimento, Segregación espacial y Segregación temporal, éste último podría explicar la falta de afinidad observada entre las especies congénéricas, mientras que las afinidades observadas entre las especies congénéricas de diferente tamaño pueden explicarse por diferencias de alimentación, ya que HUTCHINSON (1975) cree que una razón entre tamaños superior a 1.35, como ocurre entre nuestras especies, es suficiente para explicar una diferente alimentación. En el caso de *L. kluchor* y *L. lunaris*, nuestros datos no permiten saber si existe algún tipo de segregación espacial o si tienen diferente alimentación.

Muestreos cuantitativos.- En la tabla IV del apéndice, se ofrecen los resultados de la aplicación del coeficiente de correlación de Pearson. El número de muestras que se comparan es de 95, siendo el valor crítico de dicho coeficiente de 0.205 para una significancia de  $\alpha=0.05$ .

En la figura 35 se han representado las especies ligadas por valores de correlación superiores a dicho valor crítico.

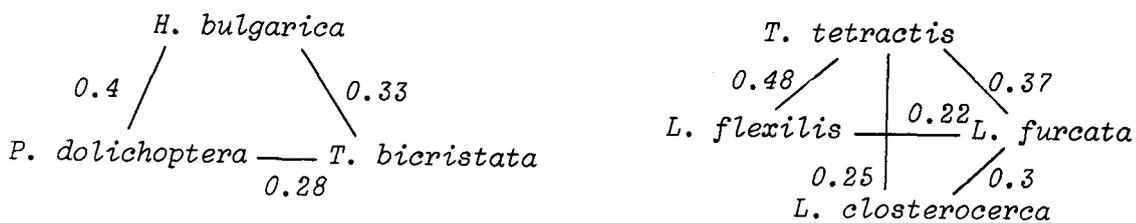


Fig. 35: Correlaciones entre las especies presentes en las muestras cuantitativas (Todas las halladas significativas son positivas)

---

El número de relaciones es mucho menor que el que se establecía con las muestras cualitativas. Por un lado, vuelve a aparecer el grupo de especies planctónicas y, por otro, sin ninguna relación con el anterior, un grupo de especies bénticas y perifíticas.

En este último grupo destaca la aparición de relaciones entre especies que no mostraron afinidad en el estudio de las muestras cualitativas. De hecho, la única pareja, dentro del grupo de las bénticas o perifíticas, que se relacionan en ambos estudios, es Trichotria tetractis-Lecane furcata.

Las correlaciones que se establecen entre las especies bénticas y perifíticas pueden ser artificialmente altas. En efecto, L. closterocerca, L. flexilis y L. furcata aparecen en el agua libre en escasas ocasiones y, por consiguiente, hay una gran cantidad de ceros en sus casillas, condiciones en las que las coincidencias quedan resaltadas al calcular la correlación. Sin embargo, la presencia simultánea de estas especies en el agua libre, podría significar también que estas especies tienen menos dependencia de sus sustratos, de manera que podrían colonizar el ambiente "pelágico" cuando no hubiera especies típicamente planctónicas.

Después de las especies dominantes, Trichocerca bicristata y Trichotria tetractis han sido las que han desarrollado un cierto número de individuos. El carácter ticoplanctónico de estas especies también ha sido observado por otros autores, como tuvimos ocasión de exponer al hablar de su ecología (ver pág. 63 y 117 ). Ambas difieren en que T. bicristata se relaciona con las especies planctónicas, mientras que T. tetractis representa a las especies que ocupan el medio "pelágico" cuando no están presentes las típicamente planctónicas.

N. squamula y, especialmente, E. dilatata también han presentado poblaciones de cierta consideración. La ausencia de correlaciones de estas especies con las demás indica que sus desarrollos deben corresponder a condiciones particulares e independientes del resto.

El estudio de las interacciones entre las especies, tanto en los muestreos cualitativos como en los cuantitativos, efectuados sobre el total de las muestras obtenidas en 1981, muestran claramente separadas las especies de características

planctónicas de las bénticas y perifíticas, más numerosas.

De las especies planctónicas, Hexarthra bulgarica tiene una distribución más amplia entre las lagunas, y la podemos considerar representante de este grupo. Por su parte, L. patella está, asimismo, bien representada en las lagunas y reúne el mayor número de afinidades con el resto de las especies de su grupo, por lo que se puede considerar representante de todas ellas.

#### Relación de los Rotíferos con los parámetros fisicoquímicos medidos habitualmente.

La dependencia que presentan numerosas especies de Rotíferos respecto a las variaciones de los factores físicos o químicos del ambiente, ha sido observada por PEJLER (1957, 1965), POURRIOT (1965), HOFFMANN (1977), RADWAN (1984), BIELANSKA- GRAJNER (1984)...

En nuestro caso, el estudio de las relaciones entre las poblaciones de Rotíferos que han aparecido en el conjunto de las muestras en Sierra Nevada y los parámetros fisicoquímicos medidos rutinariamente (Temperatura, Concentración de Oxígeno disuelto, pH y Conductividad), se ha efectuado utilizando dos métodos. A partir de los datos cuantitativos es posible establecer correlaciones estadísticas entre dichos factores y las abundancias de las especies que aparecen en las muestras. Así, empleando el coeficiente de correlación de Pearson, se han podido estudiar, por este método, las 11 especies que aparecen con más frecuencia en las muestras cuantitativas. Sin embargo, el uso de este coeficiente tiene una plena justificación cuando las relaciones entre las variables son lineales (SOKAL y ROLF, 1979), cosa que no es de esperar siempre de los efectos de los factores ambientales en el desarrollo de las poblaciones. Normalmente, presentan un máximo de abundancia en un valor óptimo del factor, mientras que, por delante y por detrás de dicho óptimo, las poblaciones son de tamaño más pequeño.

El método gráfico que usan PEJLER (1965) y RADWAN (1984)

es otra vía para establecer una relación entre los factores abióticos y las poblaciones. Dichos autores construyen histogramas mediante los que se puede comparar la distribución del número de muestras, repartidas en intervalos de valores del factor en cuestión, con la distribución, en dichos intervalos, del número de muestras con la especie en estudio. Este método no tiene en cuenta nada más que los datos cualitativos y, por lo tanto, supone una pérdida de información, pero, en nuestro caso, permite que estudiemos a la totalidad de las especies que han aparecido y, además, es más útil cuando no existen dependencias lineales entre los factores y las especies, que es el caso de las especies estenoicas o con valores umbrales para ciertos valores.

Empezaremos analizando los resultados que ofrece este último método al aplicarlo sobre los datos cualitativos de la tabla.

Correlaciones de datos cualitativos.-La figura 36 muestra, en cada fila de histogramas, la distribución de una especie en relación con cada uno de los cuatro factores estudiados; cada columna, de dichos histogramas, corresponde, pues, al mismo factor, pudiéndose observar su efecto sobre varias especies. Cada histograma representa, en columnas blancas, el número total de muestras del año 1981, distribuidas en clases de frecuencia (de diferente amplitud según los factores) y, sobrepuestas en ellas, en columnas negras, el número de aquellas muestras que presentan a la especie en cuestión. Es decir, la ocupación que de un "espacio" potencial (columnas blancas) hace una especie en particular (columnas negras).

Esta representación da una idea de las preferencias o limitaciones que, en Sierra Nevada, tienen las especies estudiadas en cuanto a los factores medidos. Aquellas especies que estén ampliamente representadas, bajo todas las condiciones, como Euchlanis dilatata y T. relictata, no parecen, lógicamente, afectarse por ninguno de los factores. Como consecuencia, para todos ellos, la forma de los histogramas de barras negras se parece a la de los de barras blancas. Cuanto mayor sea la diferen-

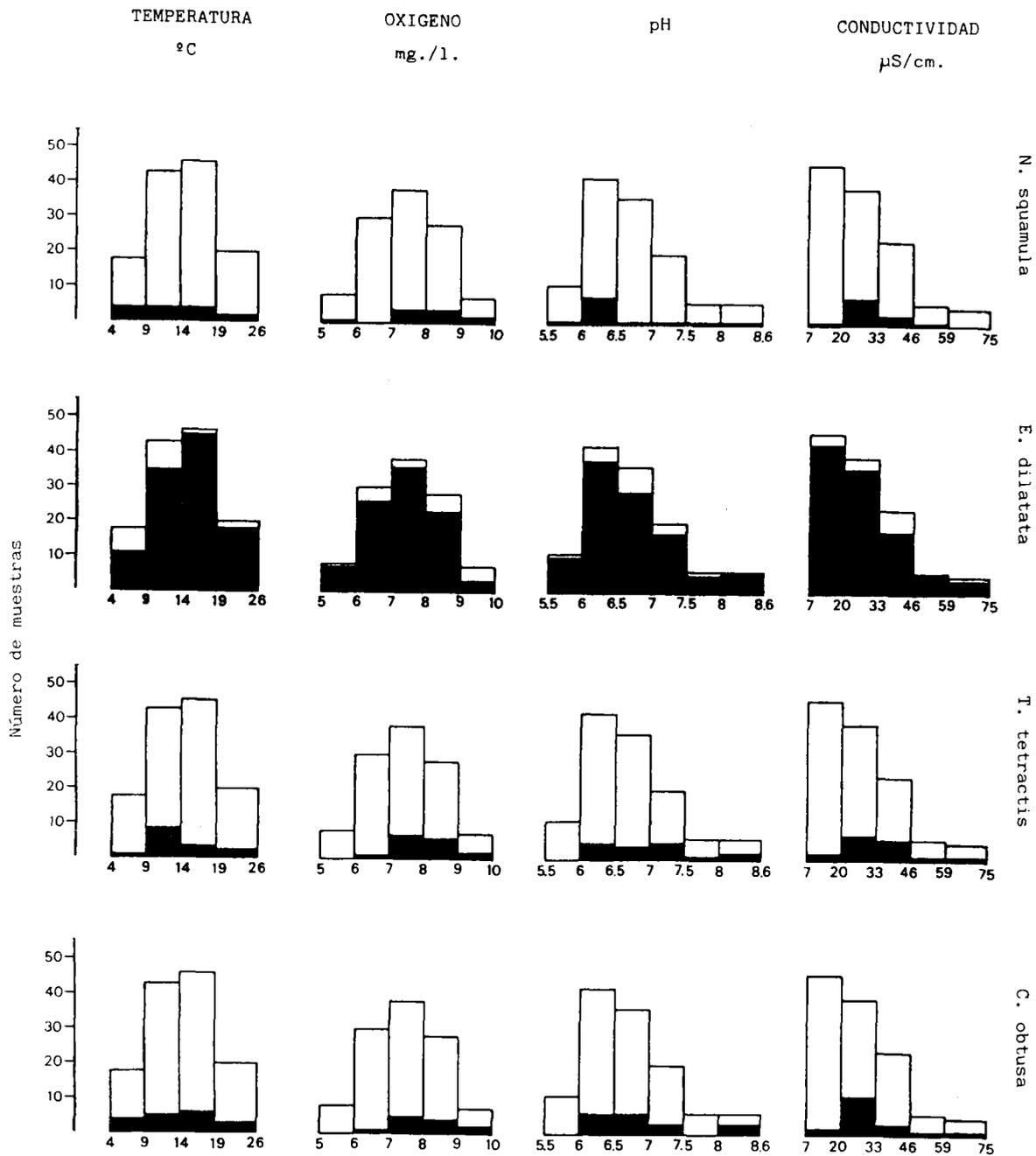


Figura 36: Distribuciones de los Rotíferos entre las muestras, ordenados según los valores de los diferentes parámetros que han presentado (Ver texto).

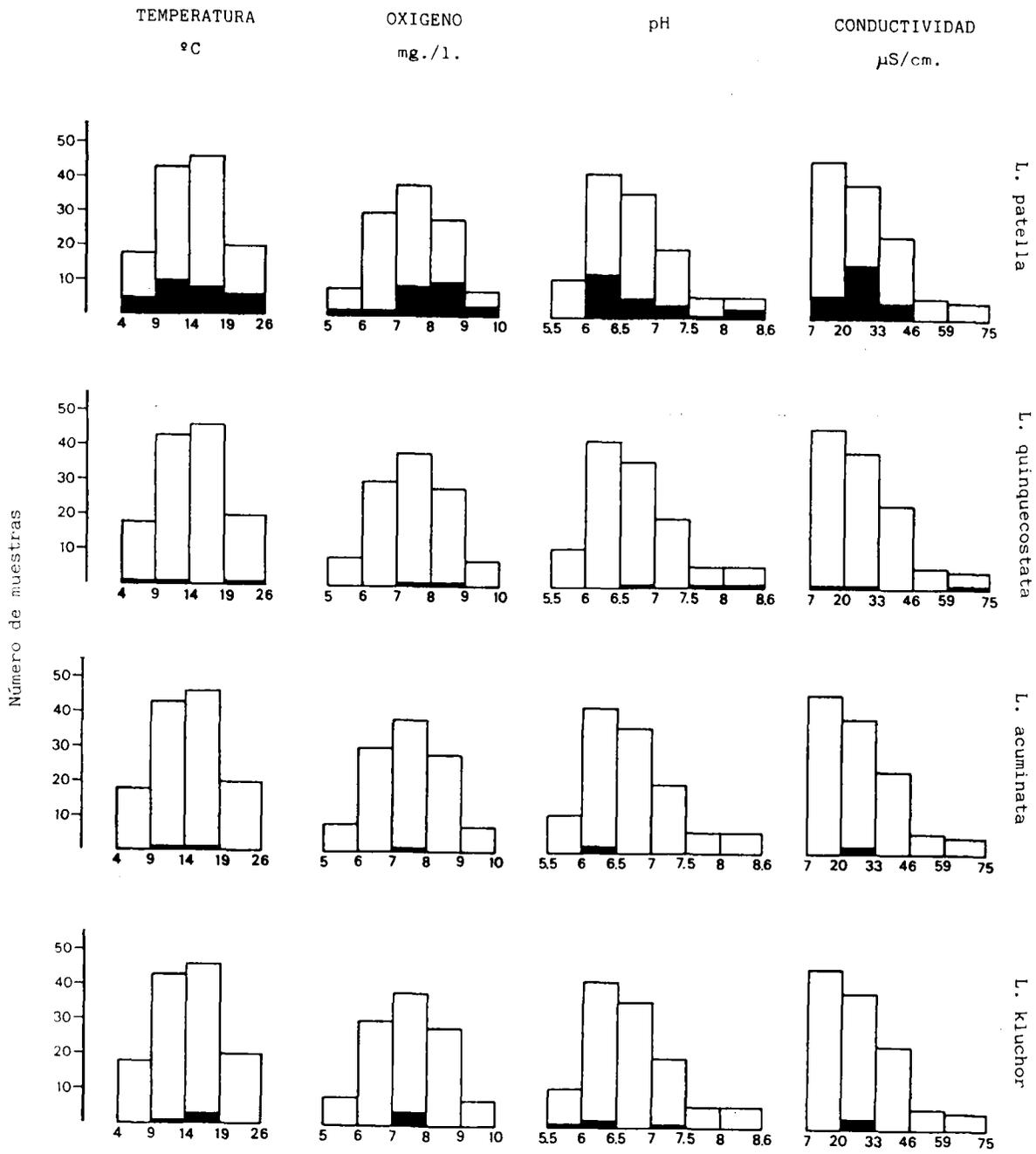


Figura 36: Continuación

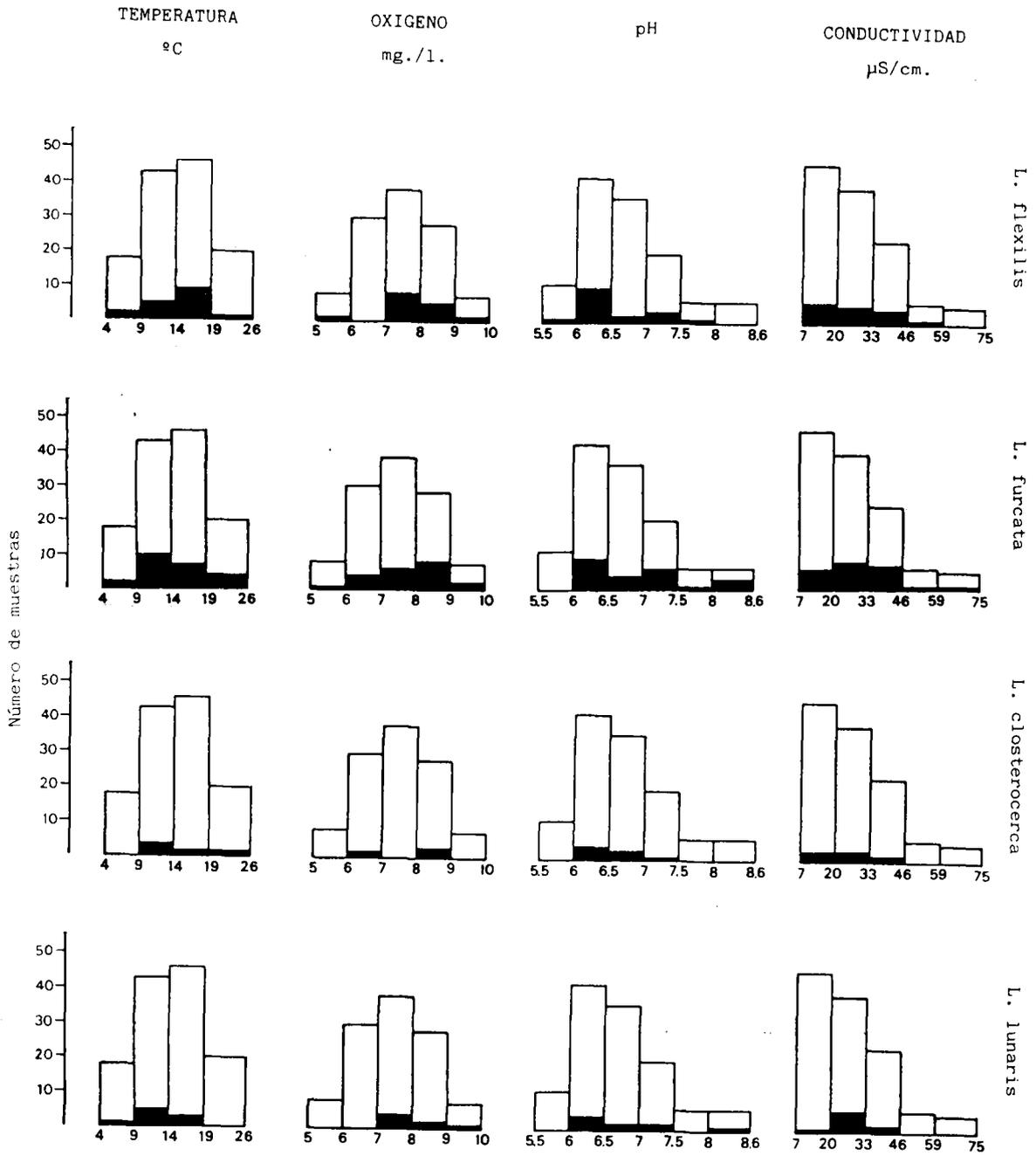


Figura 36: Continuación

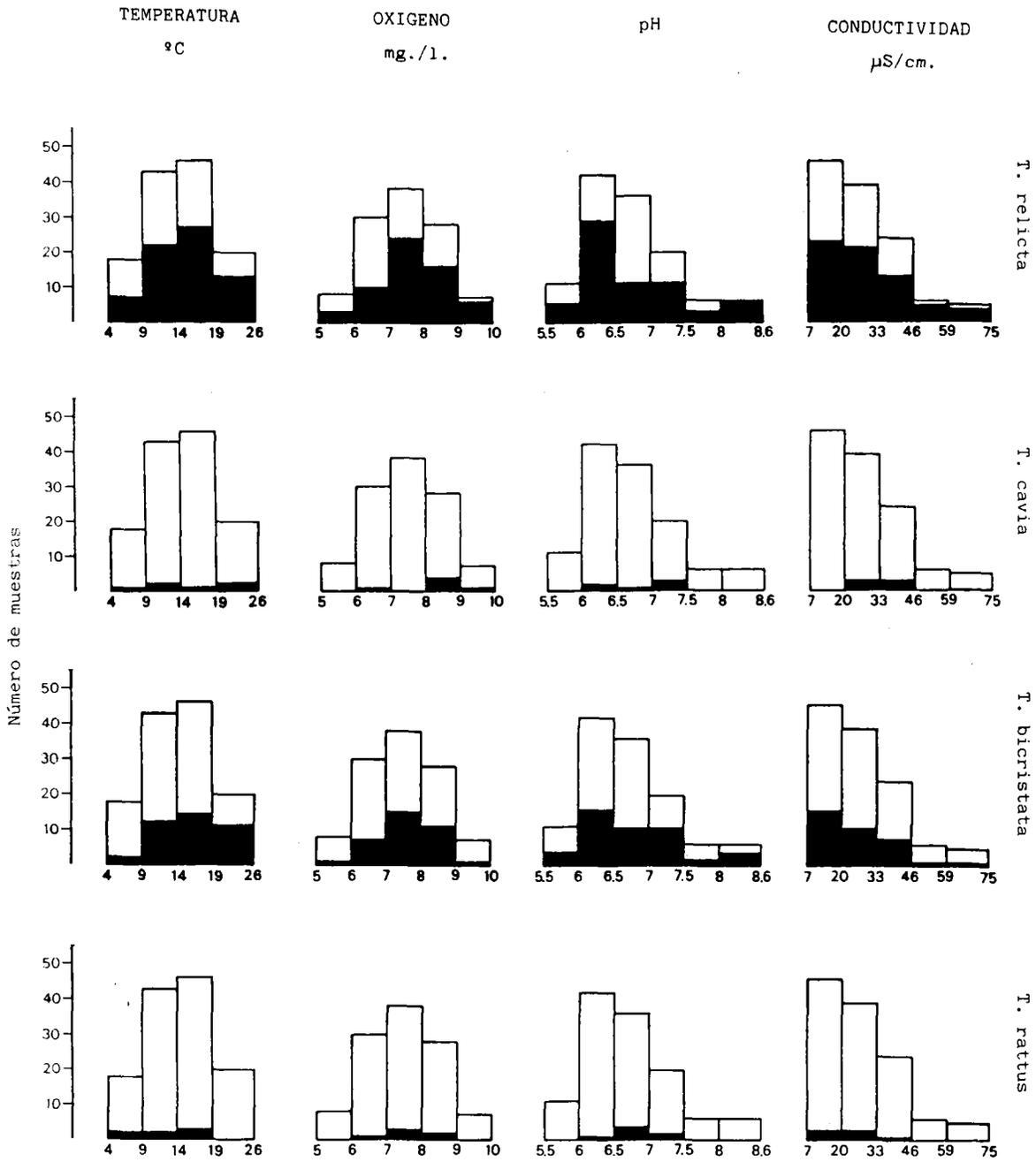


Figura 36: Continuación

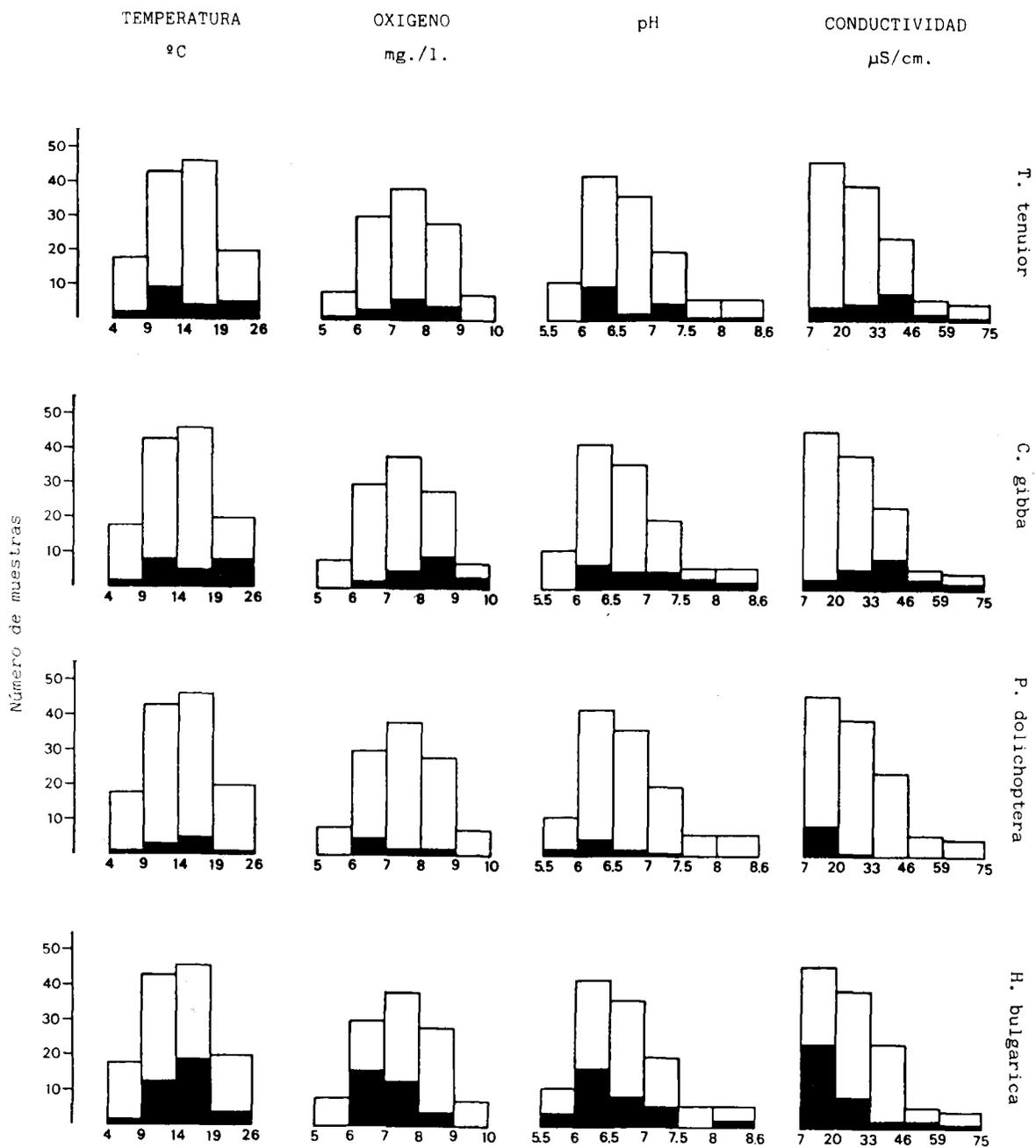


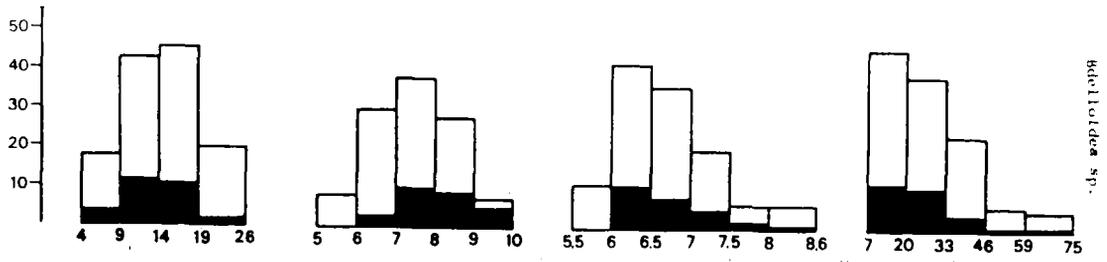
Figura 36: Continuación

TEMPERATURA  
°C

OXIGENO  
mg./l.

pH

CONDUCTIVIDAD  
μS/cm.



kdellulosa sp.

Figura 36: Continuación

cia en la forma de ambos histogramas superpuestos, mayor debería ser la influencia del factor correspondiente, al concentrarse las muestras, de una especie determinada, en un intervalo del factor cuyo efecto se estudia. Respecto a las especies que están muy pobremente representadas, como Lepadella q. nevadensis. L. acuminata o Lecane kluchor, no se puede deducir nada en base a una distribución de individuos que pudiera ser fortuita.

Temperatura.- La temperatura es un factor al que se considera habitualmente entre los más importantes en el desarrollo de las poblaciones y ocurrencia de las especies. También su importancia ha sido repetidamente puesta de manifiesto en relación con los Rotíferos (GALLAGHER, 1963; RUTTNER-KOLISKO, 1975; HOFFMANN, 1977; ...) y nosotros, asimismo, hemos podido comprobar su importancia en Sierra Nevada, en la laguna de La Caldera, donde, en un trabajo previo (CRUZ, MORALES y GONZALEZ, 1981), la temperatura se presentó como el principal factor abiótico en relación con la distribución espacio-temporal y abundancia de las poblaciones del zooplancton de dicha laguna.

El examen de los histogramas correspondientes a este factor, sin embargo, no muestra una influencia demasiado clara de la temperatura sobre la distribución de los Rotíferos en nuestra zona de estudio; algo parecido le sucede a RADWAN (1984) en su estudio de varios lagos polacos. Esta aparente contradicción puede explicarse porque este método gráfico, al no tener en cuenta la abundancia de las poblaciones, da igual valor a las muestras con un solo individuo que las que tienen un máximo de abundancia, de manera que, en nuestro caso, más bien se reflejarían las tolerancias de las especies frente a las diferentes temperaturas.

En este sentido, las especies se han mostrado, en general, muy tolerantes con respecto a este factor, apareciendo, la mayoría de ellas, representadas en toda la gama, realmente amplia, de temperaturas (desde 4°C hasta 26°C). Solamente Lecane closterocerca está ausente en las muestras con temperaturas comprendidas entre 4 y 9°C, y L. lunaris en las que presentan

temperaturas entre 19 y 26°C, excepción hecha de las especies que han aparecido en escaso número de muestras.

Algunas especies han mostrado una distribución con una cierta preferencia por las aguas con temperaturas entre 9 y 14°C, así encontramos: Trichotria tetractis, Lepadella patella, Lecane furcata, L. closterocerca y Trichocerca tenuior. También N. squamula muestra mayores abundancias, proporcionalmente, en las aguas más frías. Por el contrario, no se pueden encontrar tendencias claras hacia las temperaturas más cálidas en la distribución de ninguna especie.

Oxígeno.- La concentración de Oxígeno disuelto en el agua es un factor que determina, en gran medida, la dinámica de las poblaciones del zooplancton, y se ha considerado, por algún autor, como el factor más importante en los estudios limnológicos, después del agua misma. (WETZEL, 1981). Por esta razón, su estudio en Limnología ha llegado a ser rutinario, de modo que, en relación con las poblaciones de Rotíferos, es uno de los parámetros, junto con la temperatura, cuyo efecto es más conocido (PEJLER, 1957; RUTTNER-KOLISKO, 1957 ; AMREN, 1964; POURRIOT, 1965; GLIWICZ, 1967; LARSSON, 1971; HOFFMANN, 1977; RADWAN, 1984; etc), aunque, a pesar de eso, son relativamente pocas las especies estudiadas en relación con la concentración de Oxígeno y, por tanto, son necesarios muchos más datos que aporten un conocimiento más completo en este sentido.

En Sierra Nevada, como ya vimos, nunca hay deficiencias de O<sub>2</sub> y, sólo en muy pocos casos, se llega a valores por debajo de los 6 mg O<sub>2</sub>/l, con un porcentaje de saturación siempre superior al 77%. De estas concentraciones, solamente las inferiores a 7 mg O<sub>2</sub>/l parecen afectar a la distribución de las poblaciones de L. lunaris, que no presenta ejemplares en muestras con concentraciones de Oxígeno disuelto inferiores a dicho valor. Otras clases de frecuencia, en las que no aparecen representadas ciertas especies, son las comprendidas entre 5-6 mgO<sub>2</sub>/l y de 9-10 mgO<sub>2</sub>/l. Estas especies son de las que presentan un número de hallazgos demasiado escaso como para decir nada definitivo.

Un hecho, que destaca la observación de los histogramas que se muestran en la figura 36 , es que la distribución de algunas especies, en función de las diferentes concentraciones de  $O_2$ , presenta cierta simetría con la distribución de las mismas especies en relación con las distintas temperaturas. Así, cuando una especie muestra tendencia a encontrarse entre las temperaturas más bajas, también acusa, con frecuencia, una tendencia a situarse entre las muestras con mayores concentraciones de Oxígeno (ver las distribuciones de Lepadella patella, Lecane furcata, Trichotria tetractis, Notholca squamula) y viceversa (distribuciones de Hexarthra bulgarica canadiensis, Polyarthra dolichoptera y Lecane flexilis). Estas simetrías pueden tener su explicación porque, como ya vimos, existe una correlación inversa entre la temperatura y la concentración de Oxígeno, y se puede pensar que , toda especie que sea afectada por uno de estos dos factores reflejará, inversamente en nuestras muestras, su influencia en el contrario.

pH.- El pH fue considerado durante algún tiempo un factor que ejercía gran influencia en el desarrollo de las poblaciones, pero actualmente su importancia se considera de segundo orden (MARGALEF, 1974; ODUM, E.P., 1971). En relación con el estudio de las poblaciones de Rotíferos, se conoce poco sobre la influencia de este factor (HOFFMANN, 1977), y los resultados obtenidos, con frecuencia, han sido contradictorios RADWAN (1984), piensa que, probablemente, sólo los valores extremos puedan tener una influencia decisiva sobre las poblaciones de Rotíferos, y cita ejemplos donde esta influencia parece demostrada a valores de pH superiores a 10 e inferiores a 5.

En Sierra Nevada, la variación del pH, como hemos visto, se sitúa entre los valores de 5.5 y 8.5, presentándose el 80%, aproximadamente, de las muestras en el rango comprendido entre 6 y 7.5 unidades, con claro predominio de las muestras ácidas.

El examen de las distribuciones de las diferentes especies entre las muestras no permite establecer ningún rango de valores de pH limitante para el desarrollo de los Rotíferos en Sierra Nevada. Solamente se pueden apreciar, al igual que en los casos anteriores, ciertas tendencias en la ocupación de las clases de frecuencia establecidas. En general, las especies que prefieren pH más ácido parecen ser: Notholca squamula, Lecane flexilis, L. kluchor, P. dolichoptera, mientras que: L. furcata, Lepadella patella y Cephalobdella g. microdactyla muestran tendencia hacia los pH más elevados.

De todas maneras, la distribución de los organismos en función del pH da unos resultados contradictorios cuando los comparamos con los obtenidos por otros autores. Así, RADWAN (1984), en su estudio de 58 lagos polacos, no encuentra a Trichocerca cavia en muestras con pH inferiores a 7, mientras que, en Sierra Nevada, aparece en aguas de pH más bajo. Tampoco encuentra a L. lunaris a pH superiores a 8, hecho que sí sucede en nuestro área de estudio. Por su parte, PEJLER (1957) tampoco encuentra relación entre la variación del pH y la distribución de los Rotíferos.

Conductividad. - Los márgenes de variación de este parámetro que, como hemos visto anteriormente, se dan en Sierra Nevada, son muy estrechos y bajos, estando la mayoría de las muestras por debajo de 43  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad, con un claro predominio de muestras que tienen conductividades comprendidas entre 7 y 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A pesar de este rango de variación tan pequeño, es uno de los factores que mejor manifiestan una correspondencia con las especies.

En efecto, es posible observar que las especies: N. squamula, T. tetractis, Colurella obtusa, Lecane furcata, Lecane lunaris, Trichocerca cavia, Trichocerca tenuior y C.g. microdactyla se muestran claramente ubicadas entre las muestras con conductividades más elevadas; y, si tenemos en cuenta las proporciones relativas, L. closterocerca también se situaría en este grupo. Por otro lado, las especies que cla-

ramente prefieren las aguas con muy baja conductividad son P. dolichoptera y H. bulgarica, aunque ésta última también aparezca representada en todas las conductividades.

En términos generales, pues, las especies que tienen hábitos preferentemente bentónicos y perifíticos, como son las especies del primer grupo, ocuparían las aguas de conductividad algo más elevada, mientras que las planctónicas están relegadas a las aguas de más baja conductividad.

En este sentido, es destacable que las preferencias de las especies por las muestras con uno u otro grado de conductividad se mantengan independientemente de las morfologías de las lagunas donde se han recogido. Así, en algunas lagunas con muy escasa profundidad, como Río Seco Inferior, donde cabría esperar una presencia más numerosa de las especies propias de la zona litoral, pero que han presentado poca conductividad, no dominan sino especies planctónicas, como tendremos ocasión de ver más adelante.

La conductividad también ha sido relacionada, con éxito, con la distribución de las especies de Rotíferos en los estudios de PEJLER (1957) y RADWAN (1984).

#### Correlaciones basadas en datos cuantitativos.

En la tabla X se exponen los valores de los coeficientes de correlación lineal obtenidos entre las 11 especies de Rotíferos, que aparecen con cierta asiduidad en muestras cuantitativas, y los cuatro parámetros considerados. Los coeficientes han sido obtenidos a partir de los datos de la tabla II Apén. transformados logarítmicamente, según la siguiente ecuación:  $x' = \log(x+1)$ , con objeto de reducir la heterogeneidad de los mismos; excepto el pH, que, lógicamente, no sufrió ninguna transformación. El coeficiente empleado es de productos-momento o de Pearson (el valor crítico de este coeficiente, para los 95 pares de datos sobre los que se ha calculado, es de  $r_{93,0.05} = 0.205$ , para un nivel de significación de 0.05)

Temperatura.- Las correlaciones que aparecen en los muestreos cuantitativos entre las abundancias de las especies y los valores de temperatura están, en términos generales, de acuerdo con los datos que aparecen en la bibliografía.

E. dilatata, que presenta correlación positiva con la temperatura, ha sido calificada como especie de aguas cálidas POURRIOT (1965). La correlación positiva encontrada con H. bulgarica también está de acuerdo con los resultados obtenidos por CRUZ PIZARRO (1981) en la laguna de La Caldera (Sierra Nevada) muestran cómo la población no empezó a desarrollarse hasta que la temperatura del agua no alcanzó 8°C, lográndose los máximos poblacionales cuando se registraron las temperaturas más elevadas en las profundidades a las que vive esta especie. Como consecuencia, también se obtuvo un valor del coeficiente de correlación altamente significativo.

P. dolichoptera, que está considerada como estenoterma de agua fría, no ha mostrado una correlación negativa con la temperatura. En nuestra opinión, este hecho se debe a que esta especie se encuentra viviendo en unos márgenes de temperatura más amplios de los que le son propios, como ya vimos anteriormente (ver página 125).

Oxígeno.- Como sucedía con las distribuciones de los organismos entre las temperaturas y la concentración de Oxígeno en las muestras cualitativas, ocurre también en las correlaciones estadísticas. Así, en la tabla X, podemos comprobar que las correlaciones de las especies con el Oxígeno son siempre de signo opuesto a las correlaciones de las mismas especies con la temperatura. Este hecho puede también interpretarse como una consecuencia de la correlación inversa entre la temperatura y el Oxígeno, de manera que el efecto directo en las poblaciones, sea por uno u otro factor, tiene un reflejo inverso en el otro parámetro.

En el caso de Notholca squamula, es destacable que presente correlación significativamente positiva con la con-

Tabla X.- Correlaciones entre las especies de Rotíferos y los parámetros medidos habitualmente (se subrayan las significativas. Ver texto)

	T	O <sub>2</sub>	pH	Conduc.
E. dilatata	<u>0.352</u>	-0.013	<u>-0.256</u>	0.192
H. bulgarica	<u>0.213</u>	<u>-0.241</u>	-0.148	<u>-0.341</u>
P. dolichopteroa	0.150	<u>-0.242</u>	-0.119	<u>-0.307</u>
N. squamula	-0.023	<u>0.219</u>	-0.140	0.156
T. relictata	0.150	-0.037	-0.091	0.131
T. bicristata	0.158	-0.057	-0.197	-0.068
T. tetractis	-0.111	0.168	0.113	<u>0.219</u>
L. flexilis	<u>-0.264</u>	<u>0.207</u>	-0.074	0.068
L. furcata	0.110	-0.076	0.163	0.055
L. closterocerca	-0.148	0.082	0.054	0.027
Bdelloideo	0.123	-0.096	0.076	-0.010

centración de Oxígeno y no con la temperatura, lo que apoya la idea, que ya exponíamos en su momento (ver página 56) acerca de que el factor que limite más el desarrollo de esta especie pueda ser el Oxígeno, antes que la temperatura.

Conductividad.- De nuevo, los valores de los coeficientes de correlación entre este factor y las especies consideradas, discrimina a las de presencia habitual en el plancton de las típicamente bentónicas. En efecto, si nos atenemos a los valores significativos, solamente Trichotria tetractis ha presentado correlación positiva con este factor, mientras que H. bulgarica y P. dolichoptera han presentado correlación negativa, resultando que está muy de acuerdo con el obtenido por el método gráfico.

Por lo que respecta al pH, la interpretación de los resultados nos parece menos clara. Únicamente se alcanza la significación con E. dilatata.

Caracteres generales que se deducen de las relaciones de las especies de Rotíferos con los factores fisico-químicos.

Los resultados obtenidos, con los dos métodos de estimación, de las relaciones entre los parámetros fisico-químicos y las poblaciones de Rotíferos presentes en Sierra Nevada, se muestran muy congruentes entre sí, y, en gran medida, complementarios. En conjunto, podemos reconocer en estas relaciones la existencia de los dos grupos de especies que también habían sido puestos de manifiesto por el análisis de las interacciones entre ellas, y nos permite definir mejor las características ecológicas de los mismos. Así, H. bulgarica y P. dolichoptera, a las que también se les puede añadir T. bicristata, se caracterizan por estar presentes en aguas de baja conductividad, temperaturas más elevadas y, a la vez, una concentración de Oxígeno más baja. Por otro lado, aparecen las especies de características bentónicas o perifíticas, entre las que se incluyen la mayor parte del resto de las especies y que se presentan con más frecuencia en aguas con temperaturas más bajas y concentraciones de Oxígeno, así como conductividades, más elevadas.

La diferente distribución de estas agrupaciones de especies frente a los parámetros fisico-químicos, resulta particularmente clara si nos fijamos en las distribuciones de H. bulgarica y L. patella que, según resulta del comentado análisis de las asociaciones entre especies, puede considerarse que representan a las especies planctónicas y béntico-perifíticas, respectivamente. Como puede observarse en la figura 35 ambas especies presentan patrones de distribución opuestos.

También suelen presentar una distribución diferente frente a los factores que hemos medido las especies congénéricas que no presentaron afinidad entre sí, como es el caso de L. flexilis y L. furcata y, en menor grado, T. bicristata y T. cavia o T. tenuior y T. cavia. Este hecho puede interpretarse como un mecanismo de coexistencia basado en las pre

ferencias de las especies próximas por diferentes condiciones ambientales. En este sentido, también PEJLER (1965) muestra cómo las especies congénéricas de Rotíferos tienden a separar sus preferencias en el espectro de condiciones ambientales que él estudia y, por su parte, RUTTNER-KOLISKO (1980) puede exponer un modelo predictivo sobre la ocurrencia de las especies de género Filinia, según las condiciones de oxigenación y temperatura, en diferentes tipos de lagos.

## DESCRIPCION DE LAS COMUNIDADES DE ROTIFEROS

Como puede deducirse de las tablas I y II del apéndice, y de las gráficas de distribución de abundancia de especies (Figuras 37 y sig.), las lagunas de Sierra Nevada han presentado apreciables diferencias entre sí, tanto por la composición de sus comunidades como por las abundancias de sus poblaciones.

El número de especies por laguna, en el total del muestreo de 1981, no se ha mostrado homogéneo. Según se muestra en la tabla IX, las lagunas presentan un número de especies que varía entre 3, en la laguna de La Caldereta, y 17 en la laguna Virgen Inferior, siendo más numerosas las que han presentado 6 especies. En tres de las lagunas estudiadas: 1ª de Siete Lagunas, Virgen 4 y Subcaldera, no se ha registrado la presencia de Rotíferos. En los tres casos se trata de lagunillas efímeras que no han persistido después de la primera fecha de muestreo.

Las abundancias de las poblaciones son, asimismo, muy variables, tanto de las especies dentro de la misma laguna, como de las distintas poblaciones entre las diferentes lagunas. Solamente H. bulgarica y P. dolichoptera han sido las que han desarrollado poblaciones de cierta consideración. De las dos, H. bulgarica es la más abundante, alcanzando un máximo en la laguna Río Seco Inferior, donde el día 7-8-81 se registraron 158.550 ind./m<sup>3</sup>. Por su parte, P. dolichoptera alcanza una densidad máxima de 80.500 ind./m<sup>3</sup> en la misma laguna el día 14-7-81. El resto de las especies son mucho menos abundantes, y, así, E. dilatata, que es la siguiente especie por orden de abundancia, sólo alcanza un máximo de 10.550 ind./m<sup>3</sup> en la laguna 3ª de Siete Lagunas.

Además, las especies se han mostrado muy variables respecto a sus abundancias en las distintas lagunas, de manera que, para cada especie, se puede encontrar una gama de lagunas donde ésta se encuentre desde esporádicamente, hasta

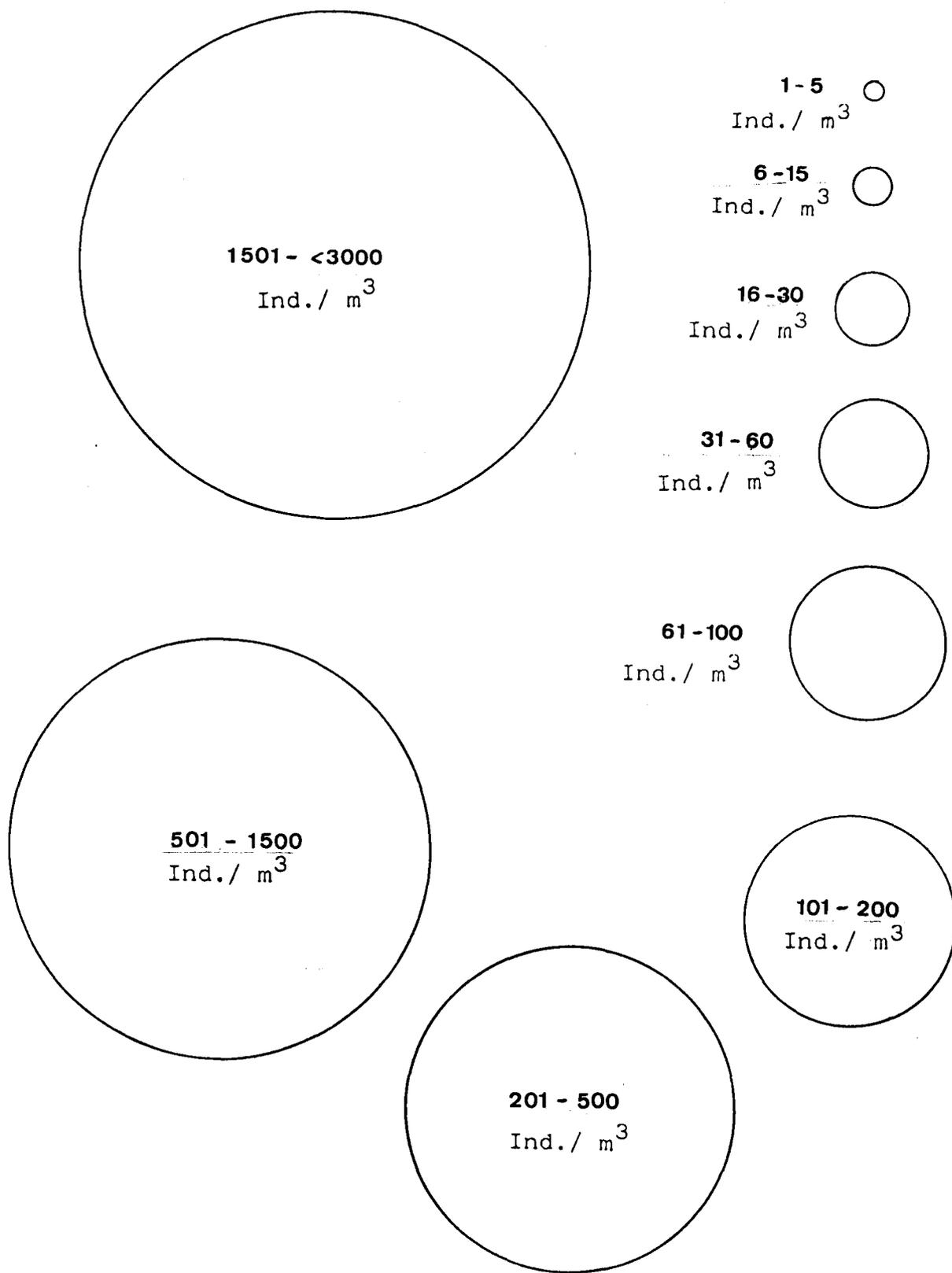


Figura 37: Abundancia de las especies presentes en los muestreos cuantitativos en las diferentes lagunas. Los tamaños de los círculos son proporcionales al número de individuos.

AGUAS VERDES

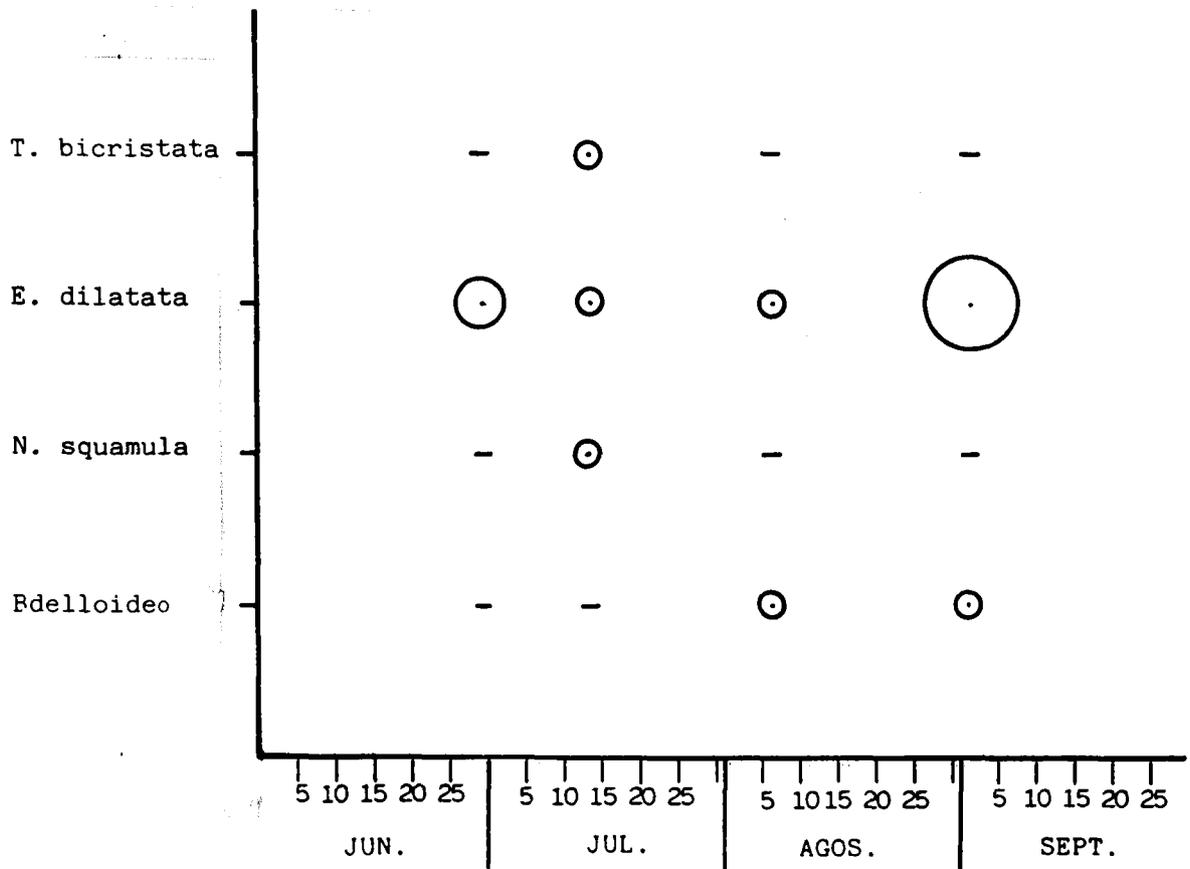


Figura 37: Continuación.

RIO SECO SUP.

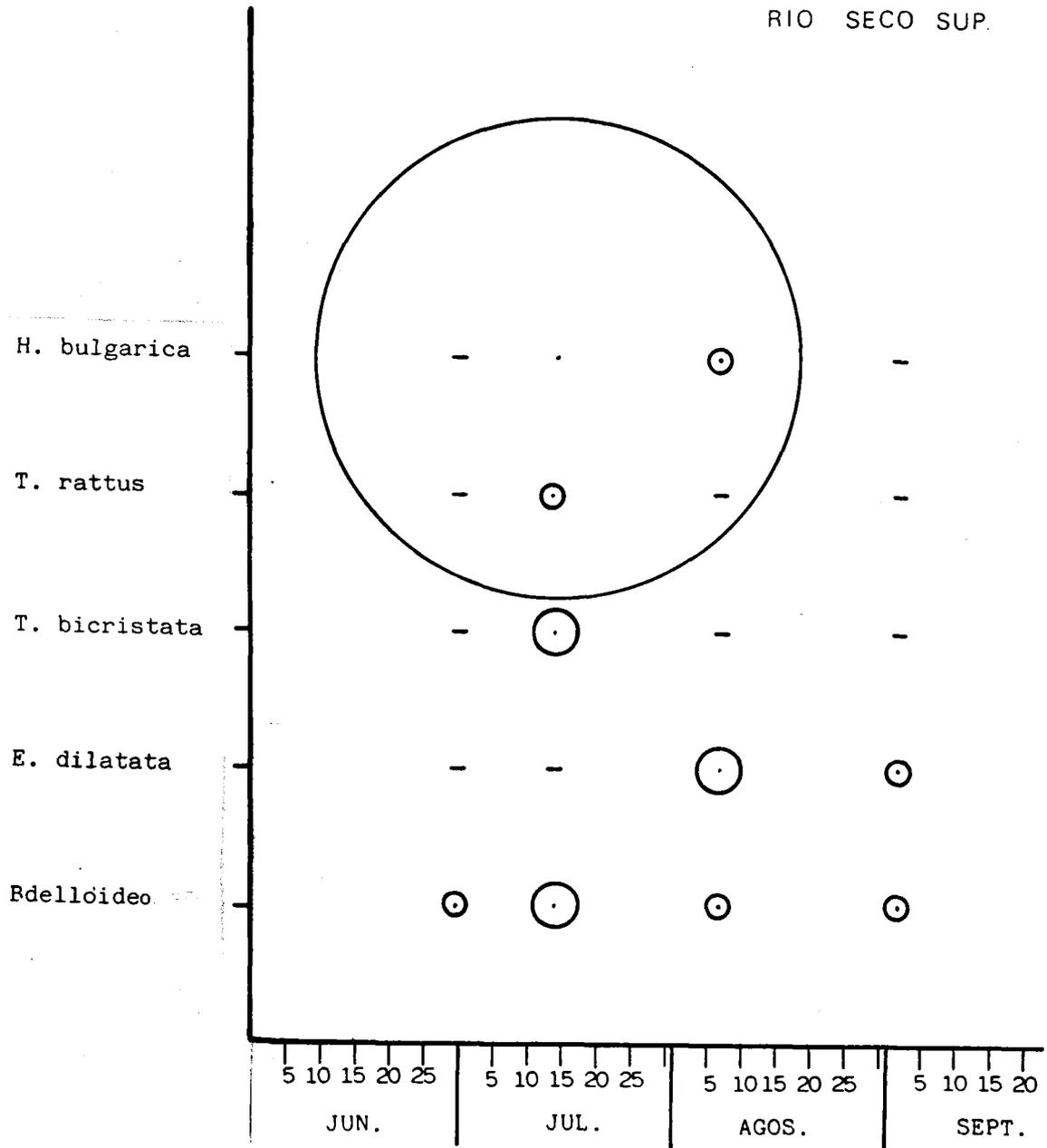


Figura 37: Continuación

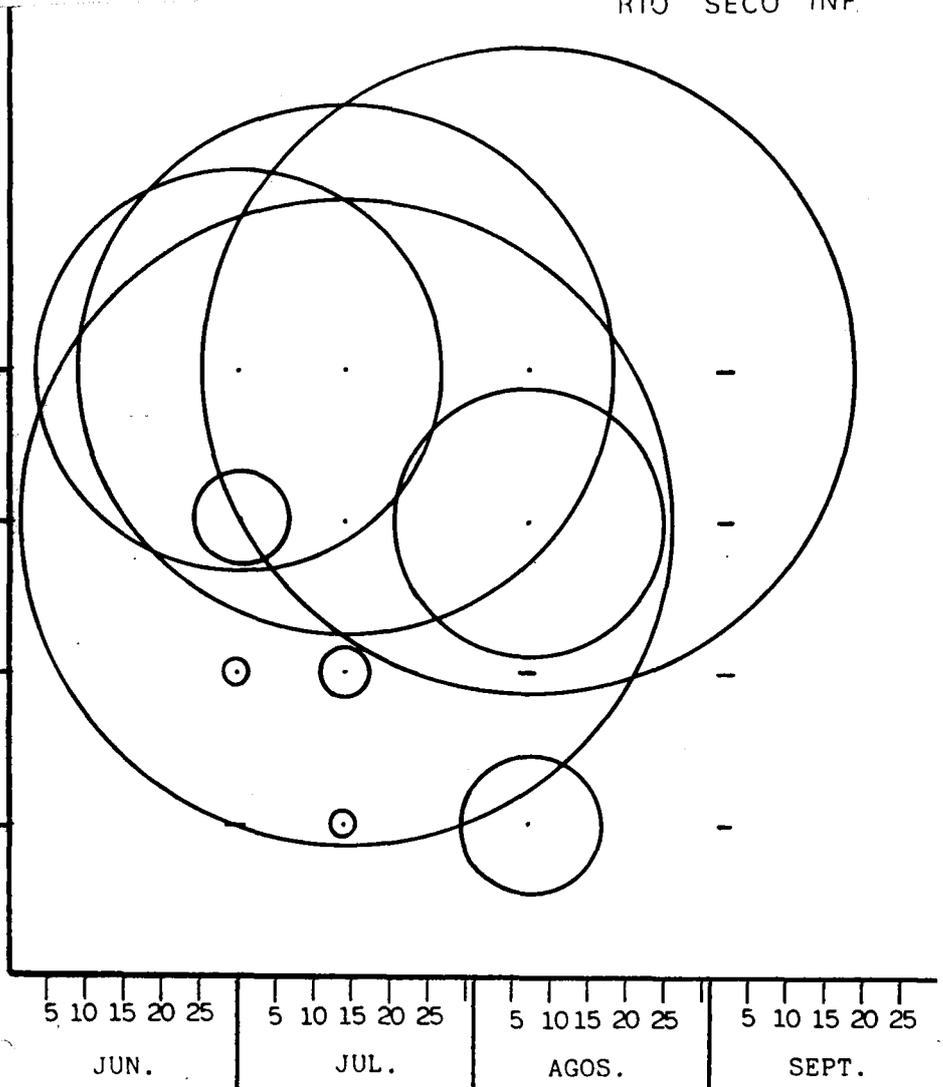
RIO SECO INF.

H. bulgarica

P. dolichoptera

T. bicristata

E. dilatata



RIO SECO

H. bulgarica

E. dilatata

Bdelloideo

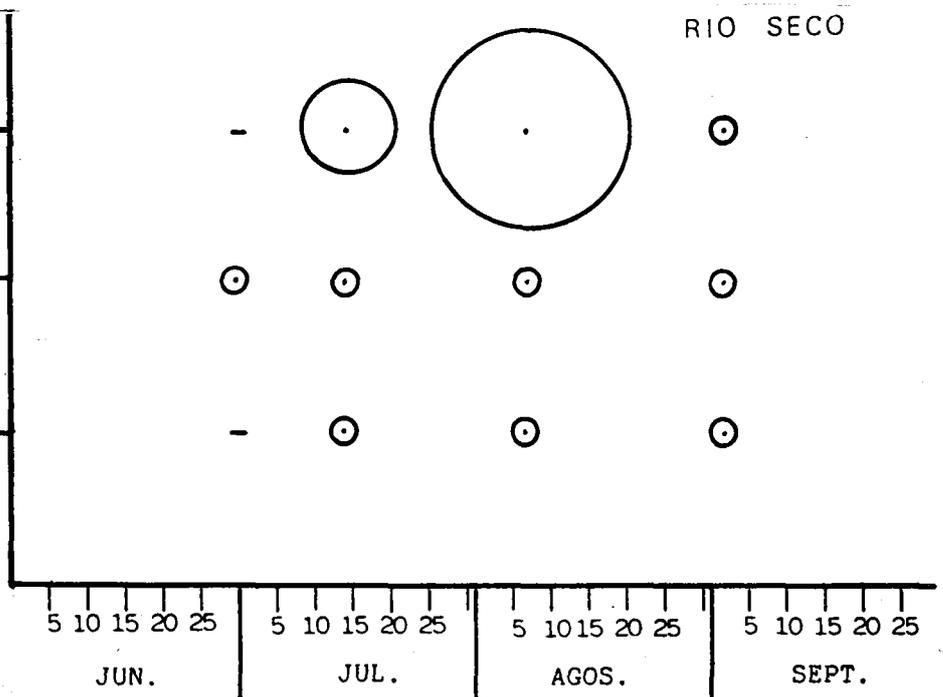
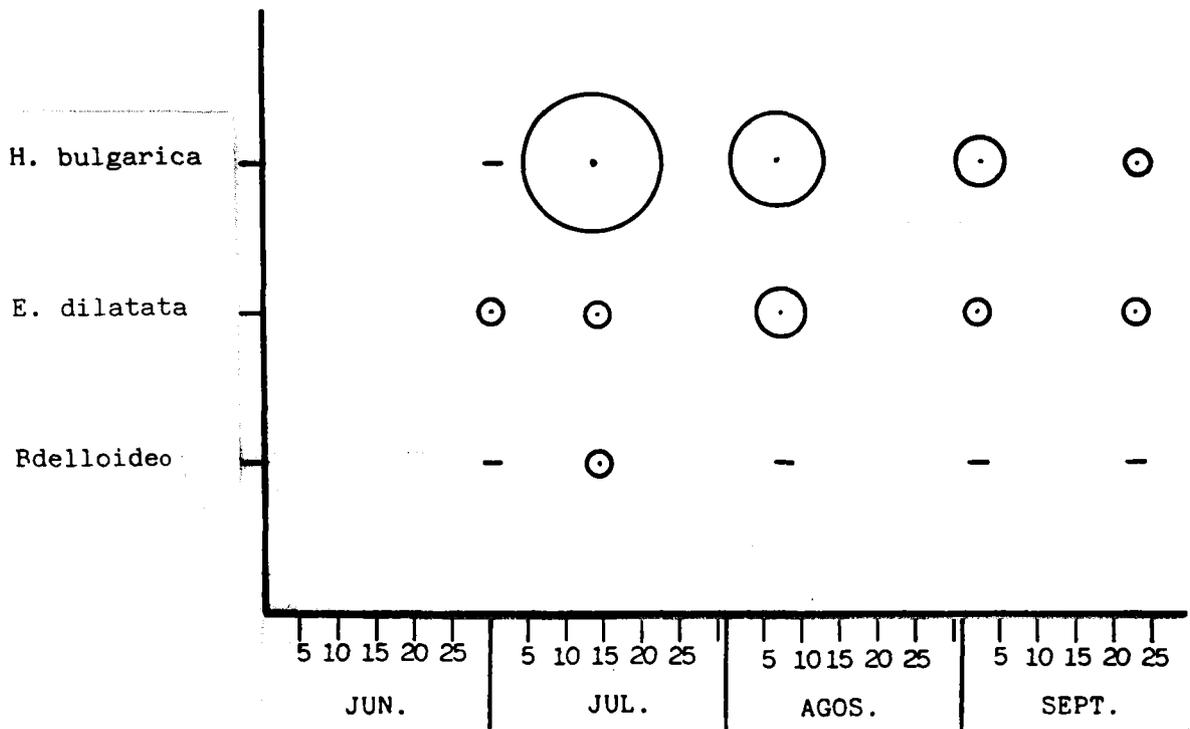


Figura 37: Continuación

CALDERA



CALDERETA

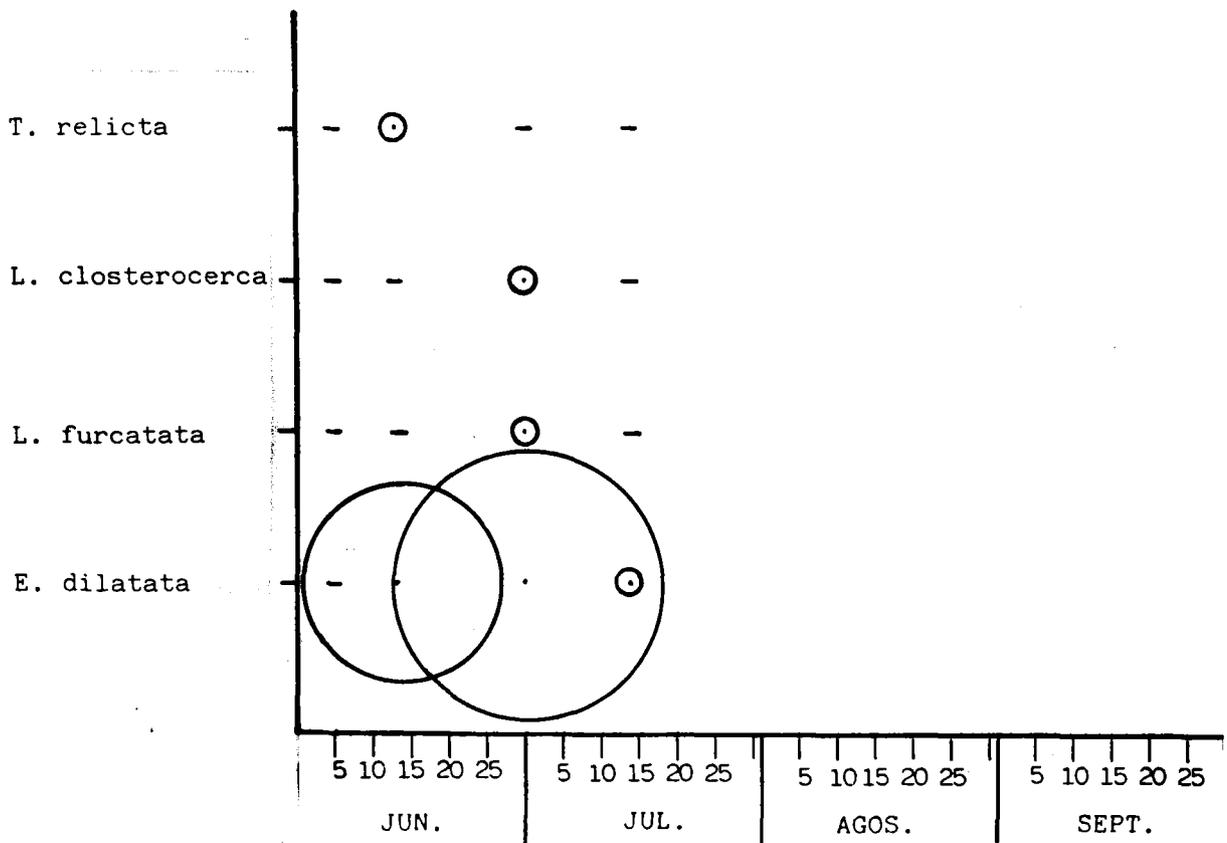


Figura 37: Continuación

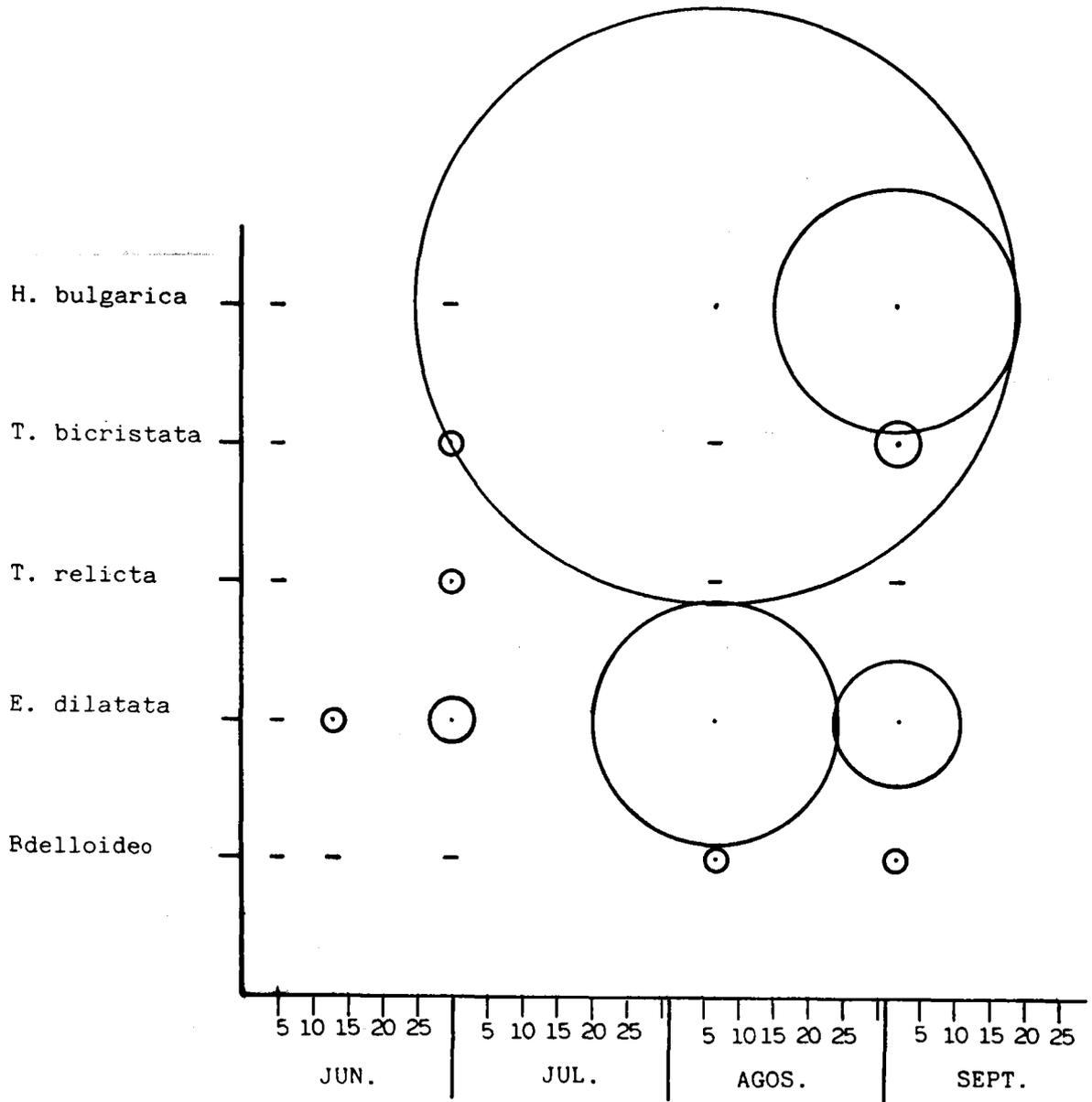


Figura 37: Continuación

GEMELA GRANDE

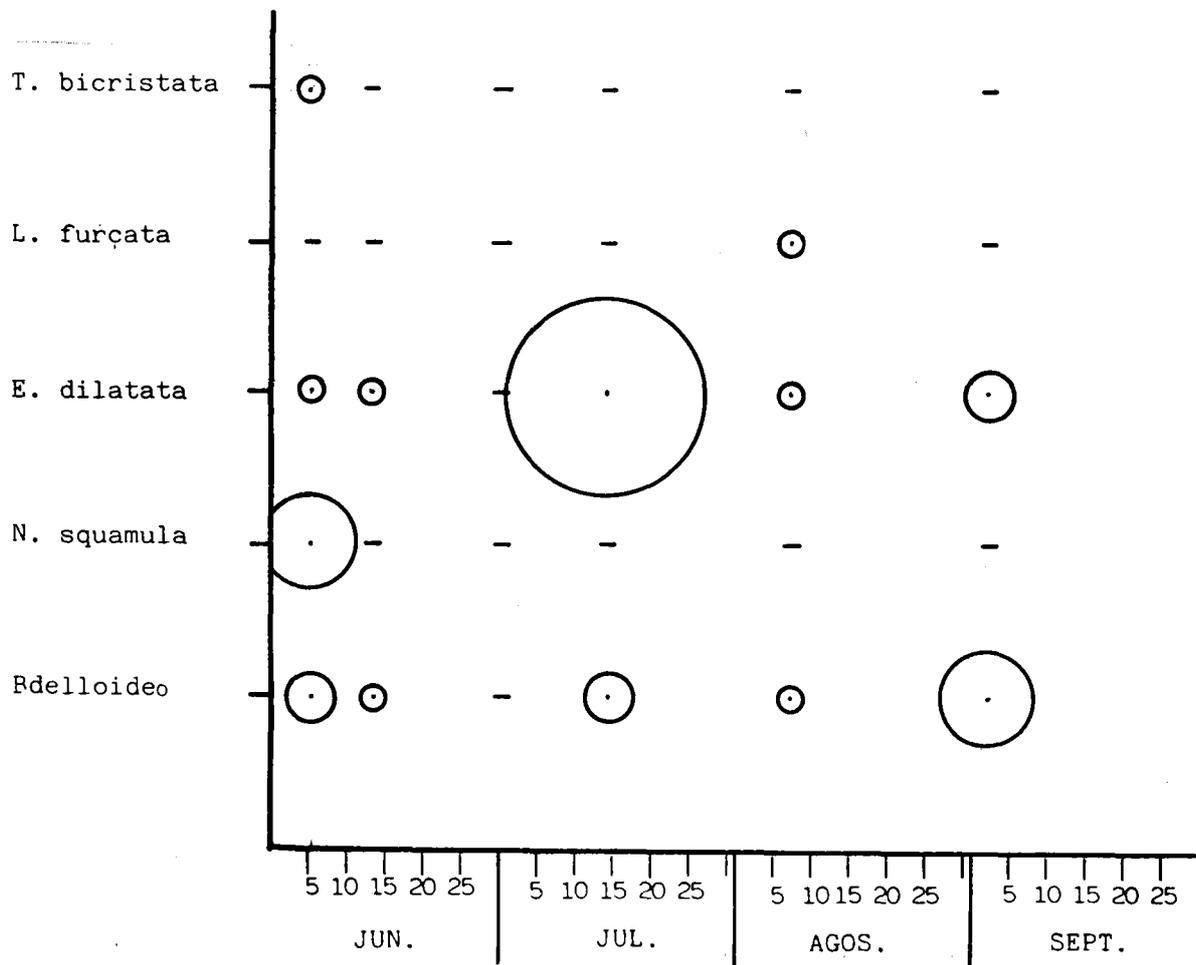


Figura 37: Continuación

PEÑON NEGRO

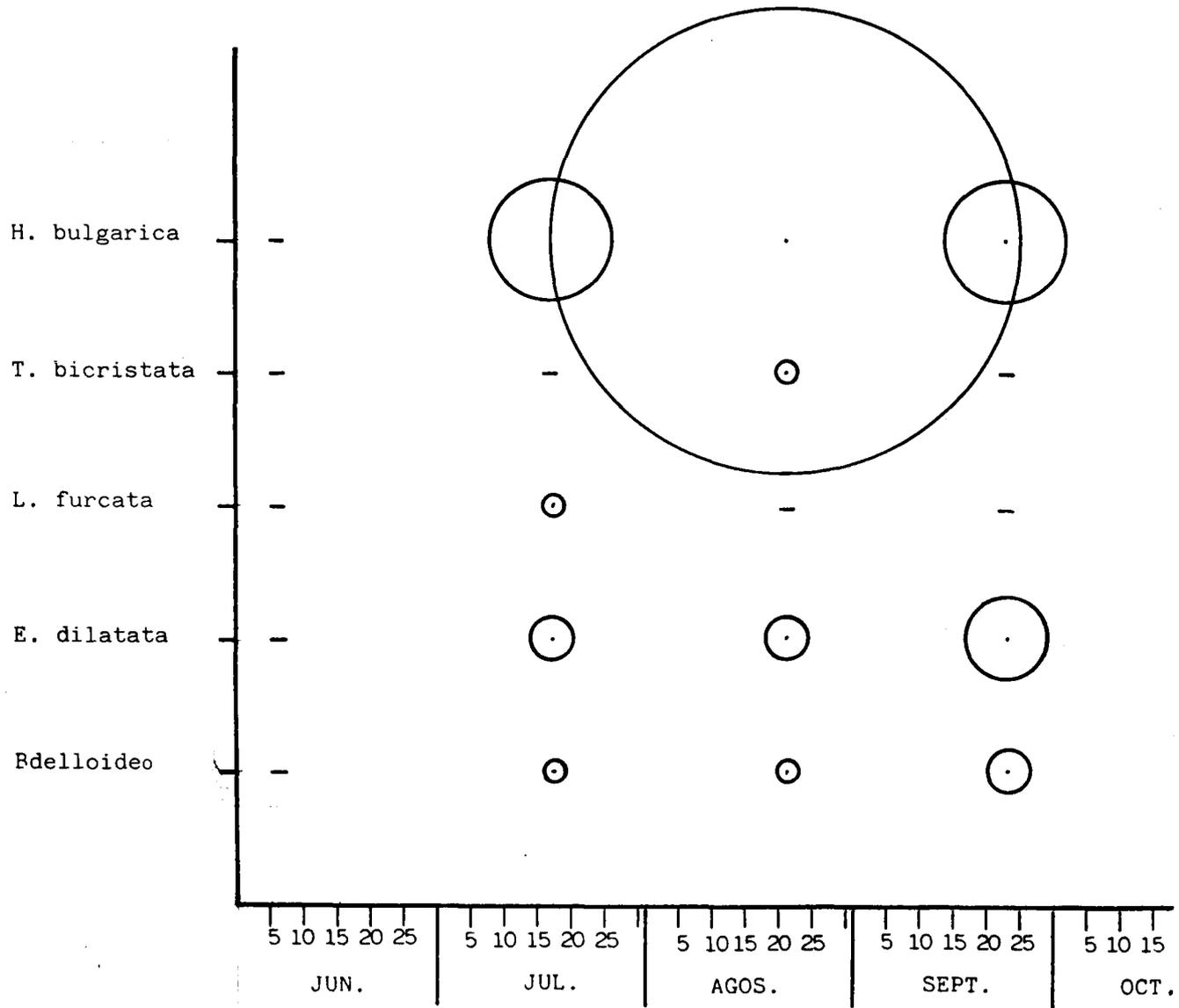


Figura 37: Continuación

2(7 LAG.)

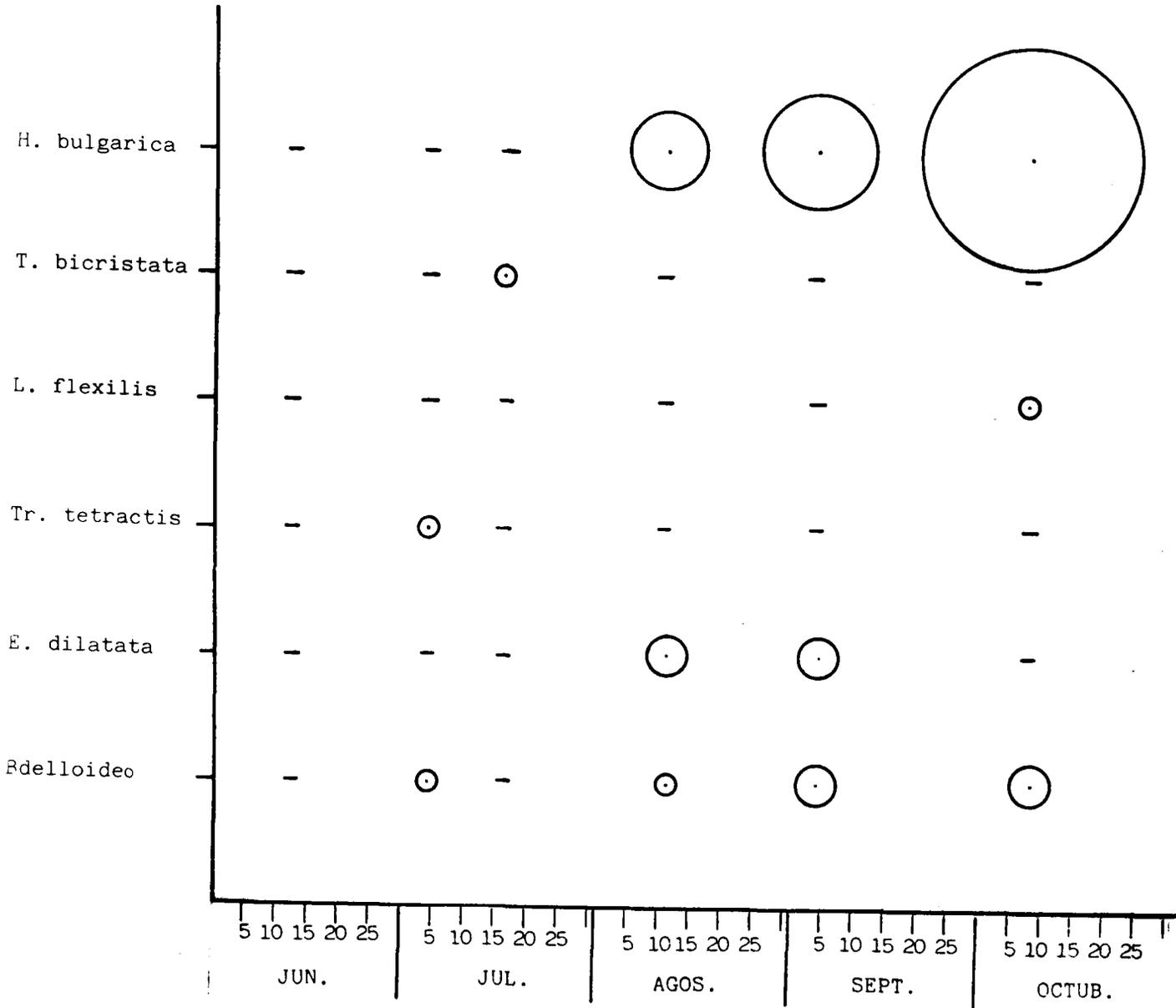


Figura 37: Continuación

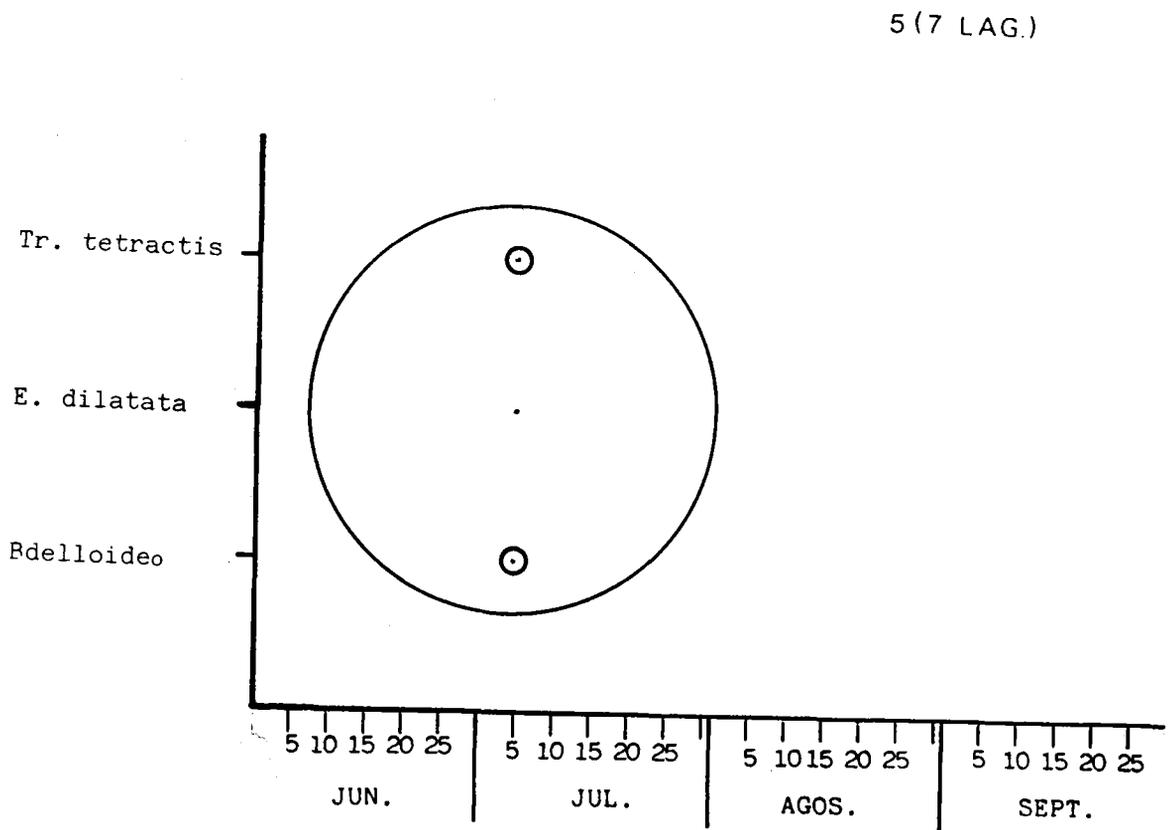
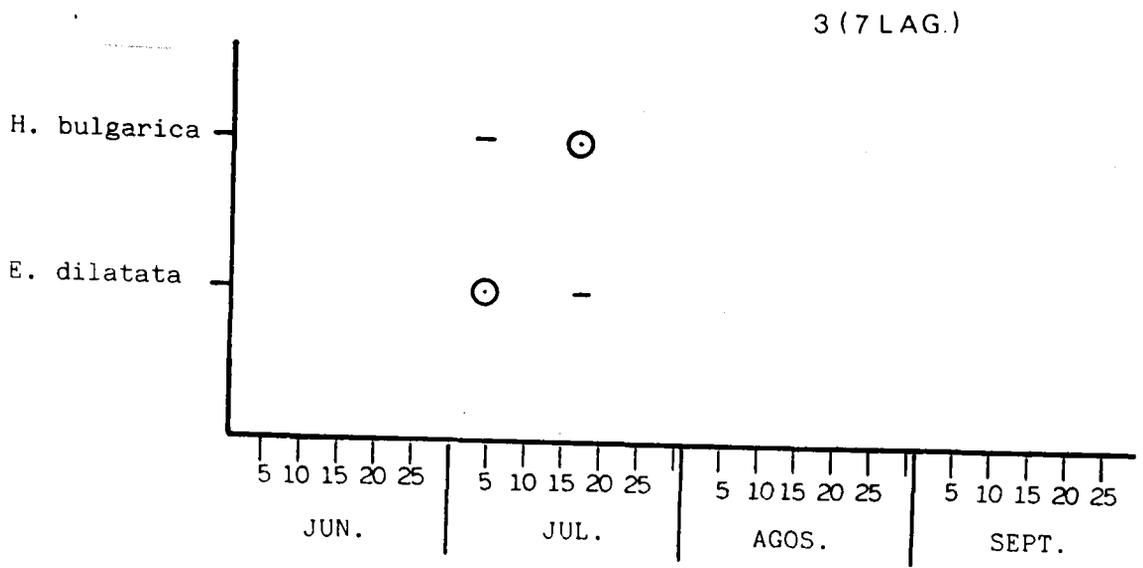


Figura 37: Continuación

4 (7 LAG.)

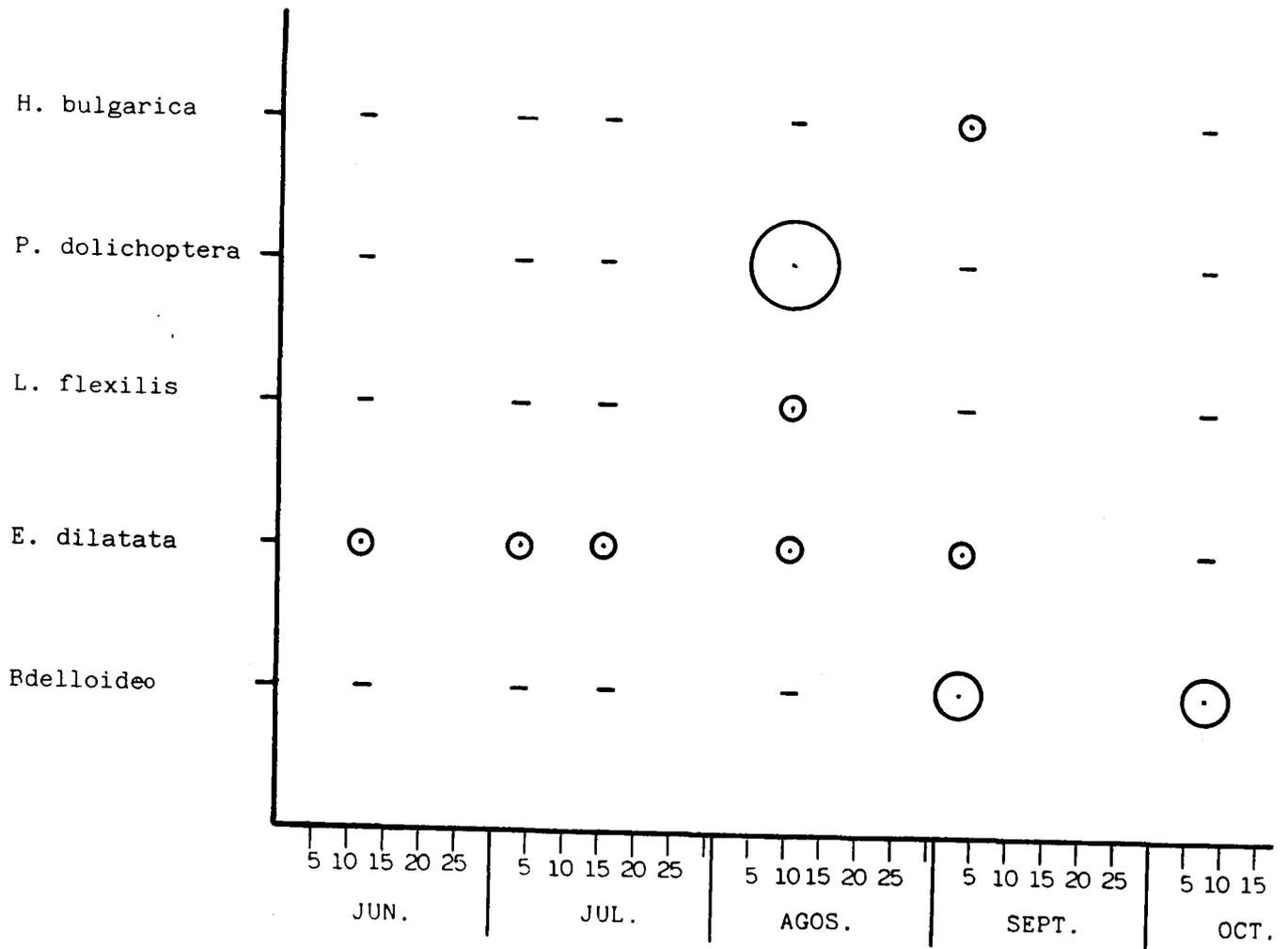
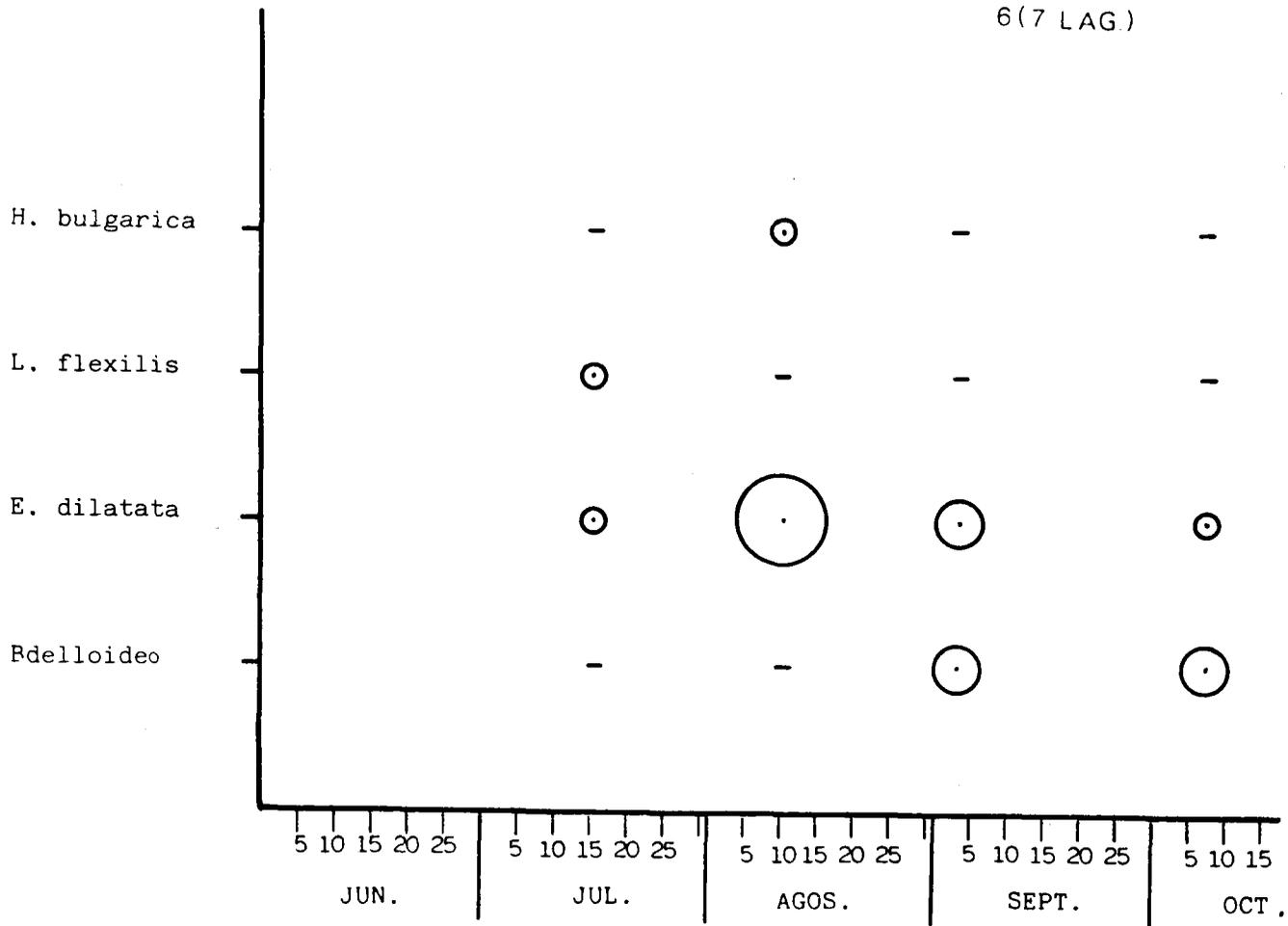


Figura 37: Continuación

6(7 LAG.)



7(7 LAG.)

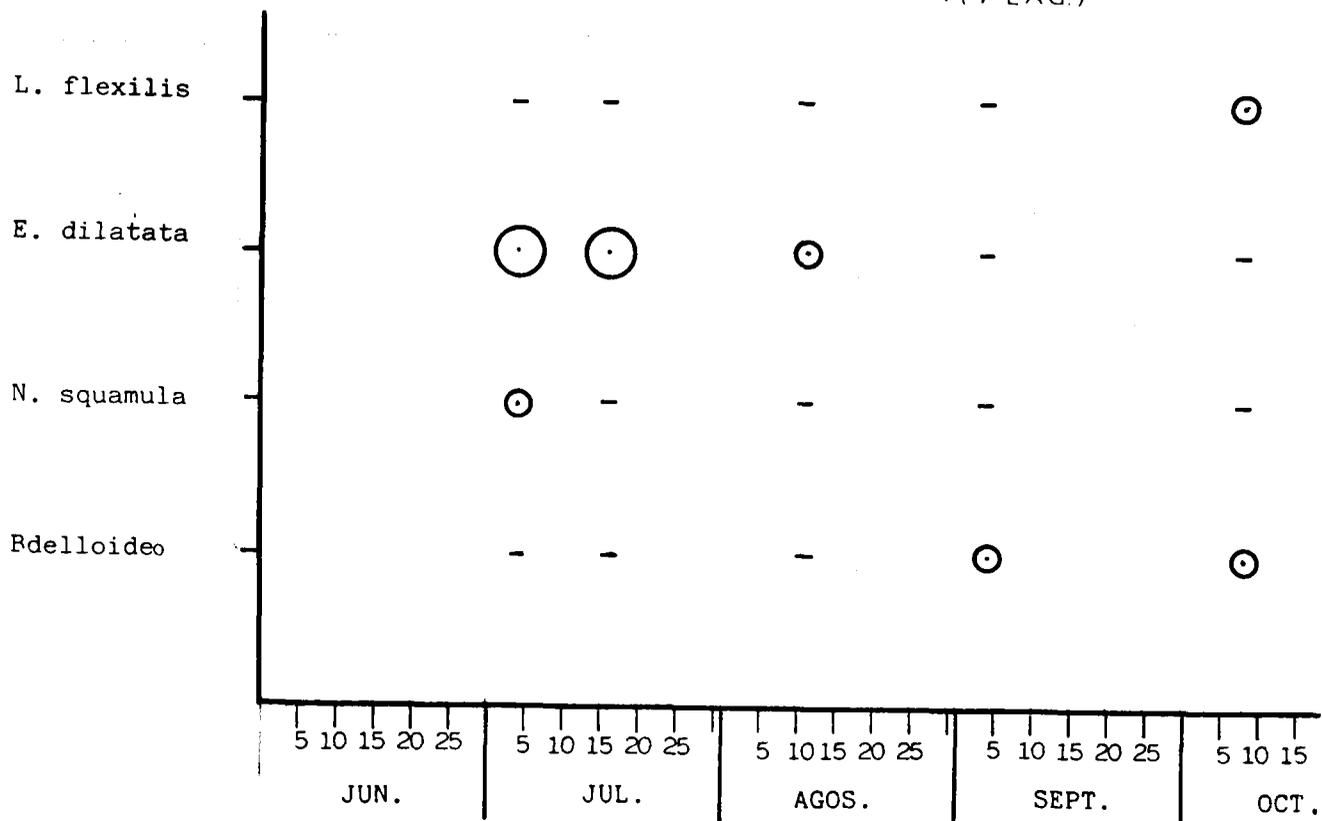


Figura 37: Continuación



MOSCA

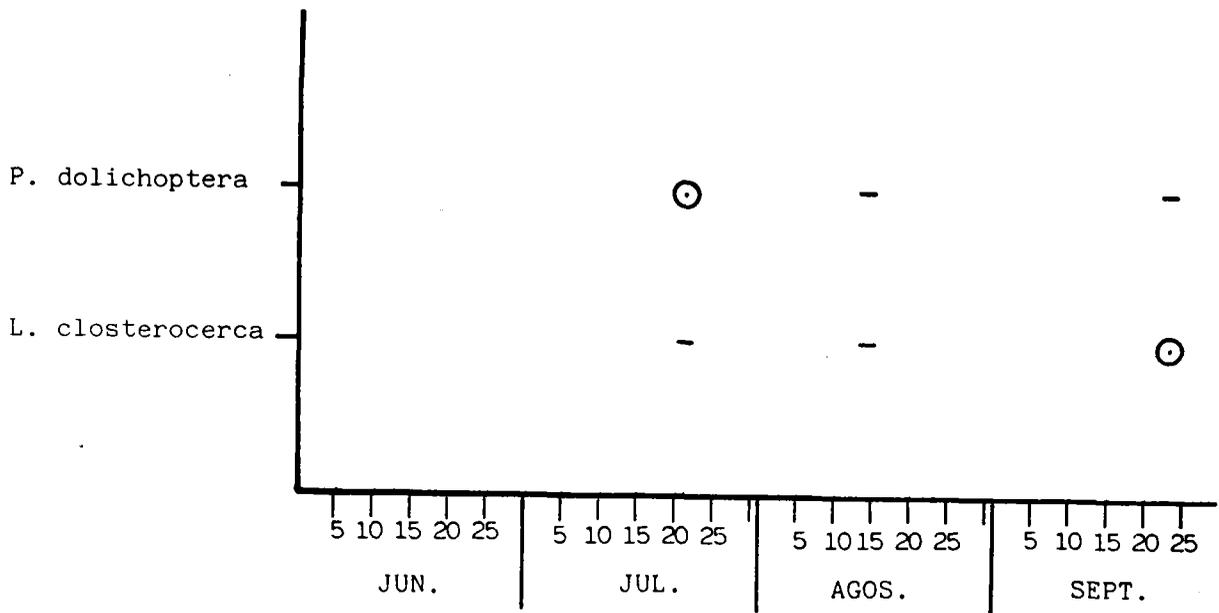


Figura 37: Continuación

DILAR 1ª

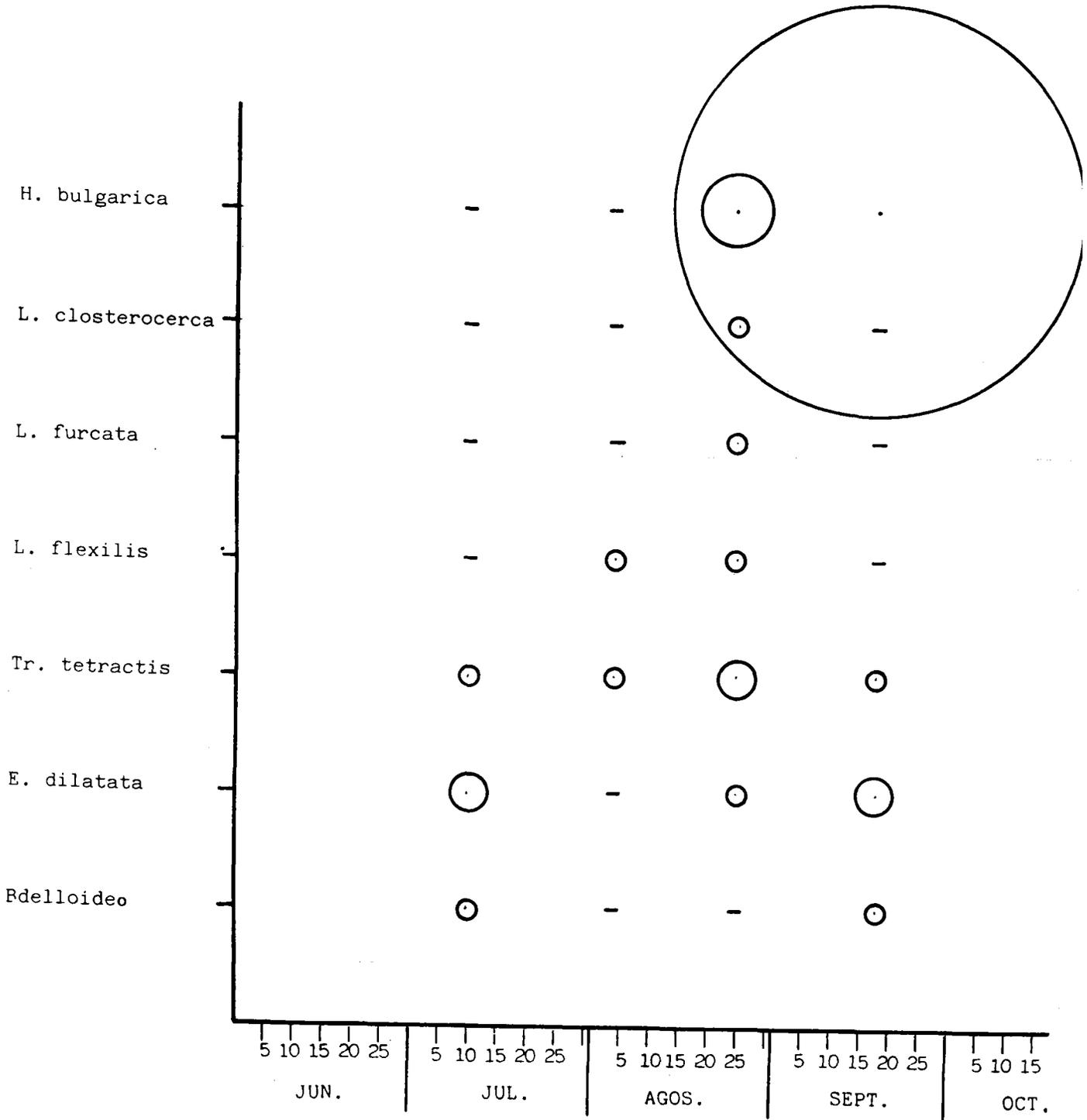


Figura 37: Continuación

VIRGEN SUPERIOR

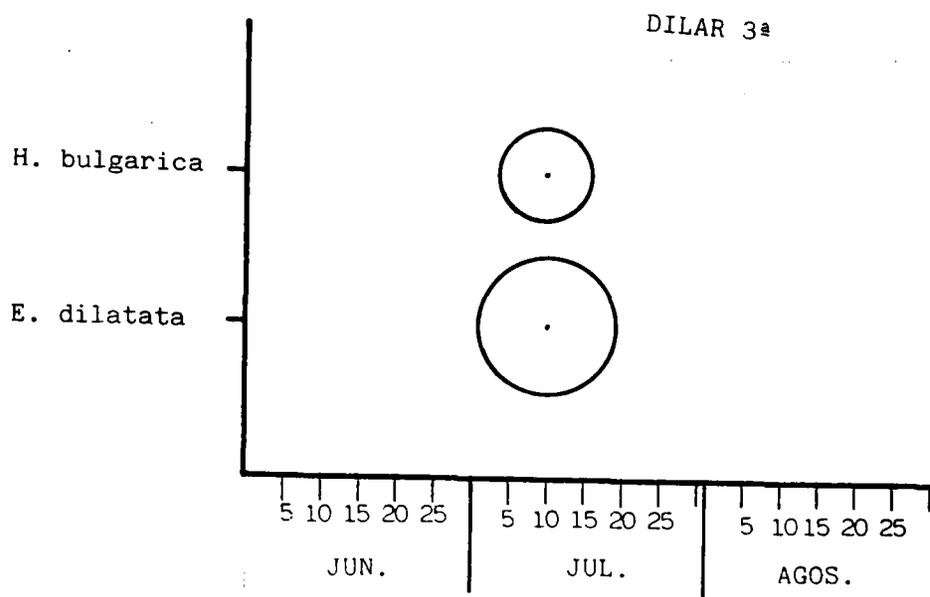
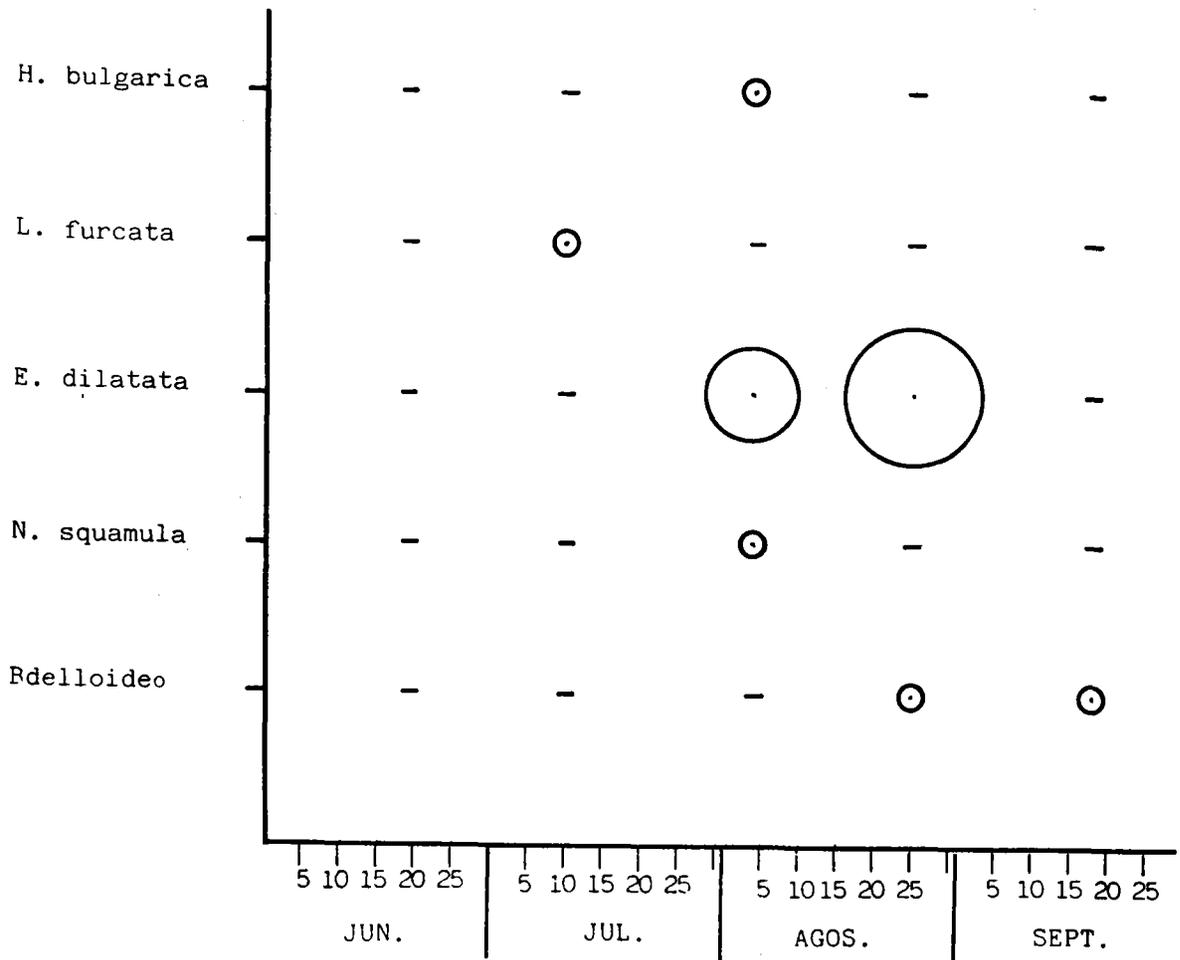


Figura 37: Continuación

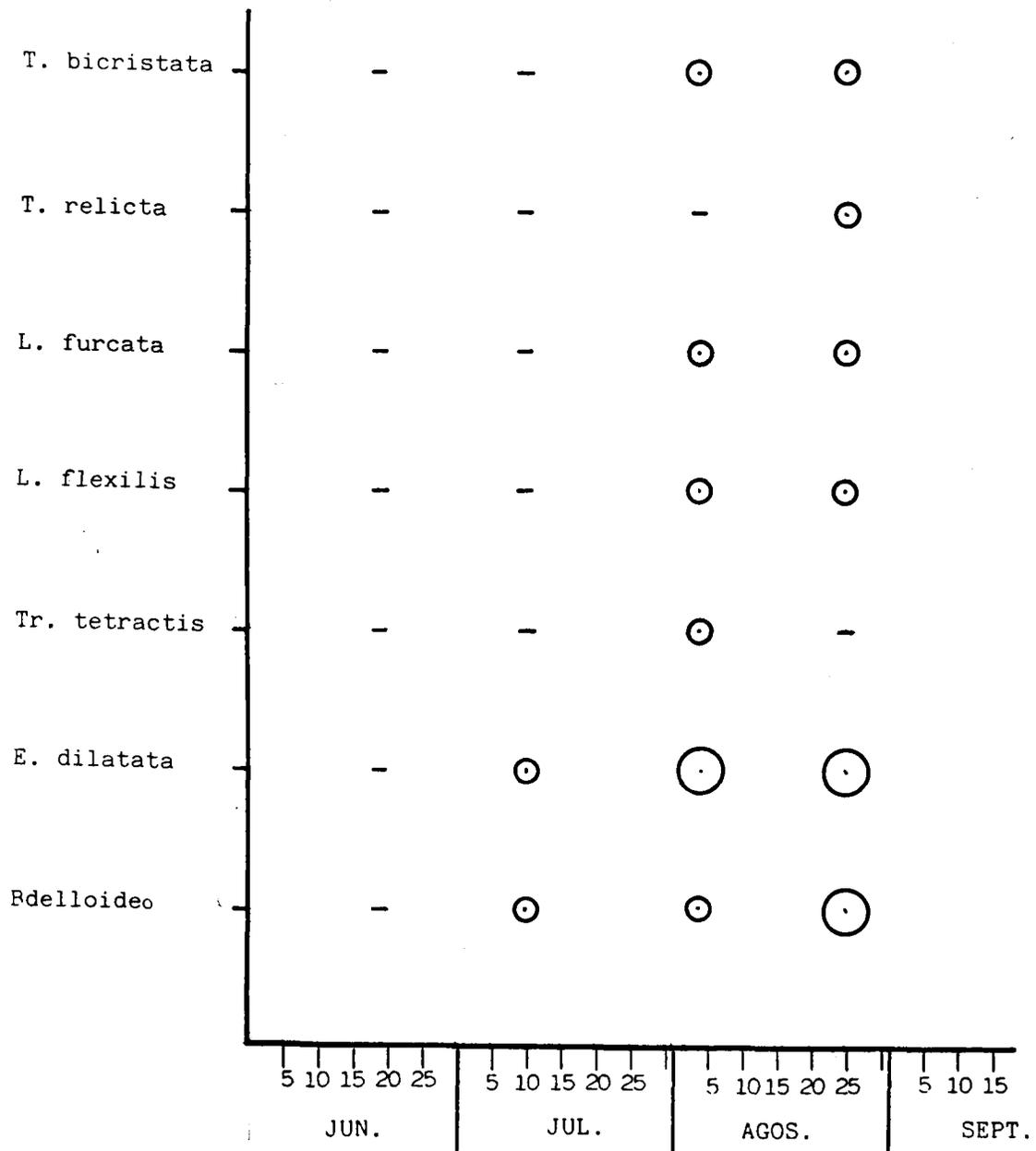


Figura 37: Continuación

VIRGEN MEDIA

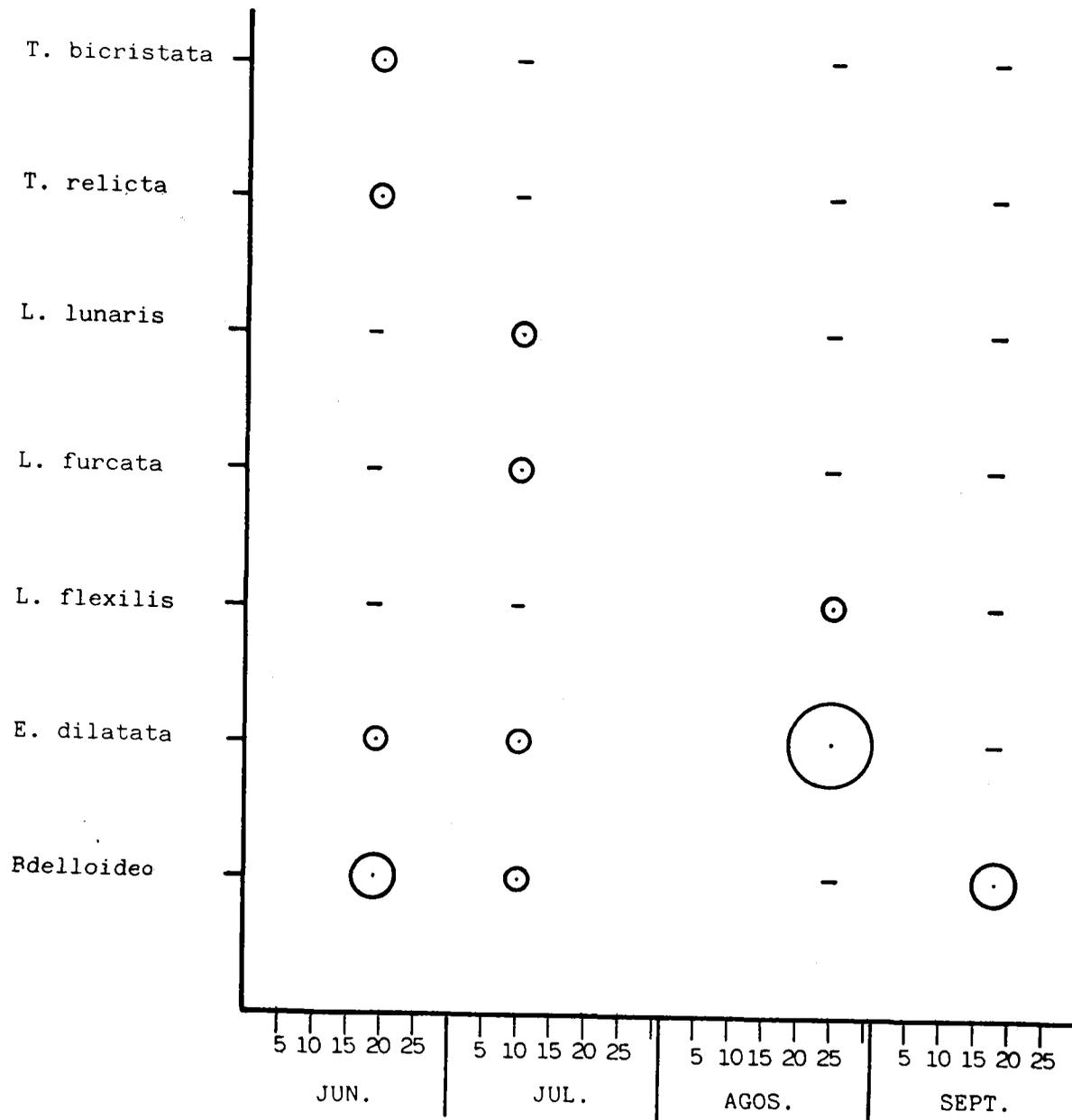


Figura 37: Continuación

PEÑON COLORADO.

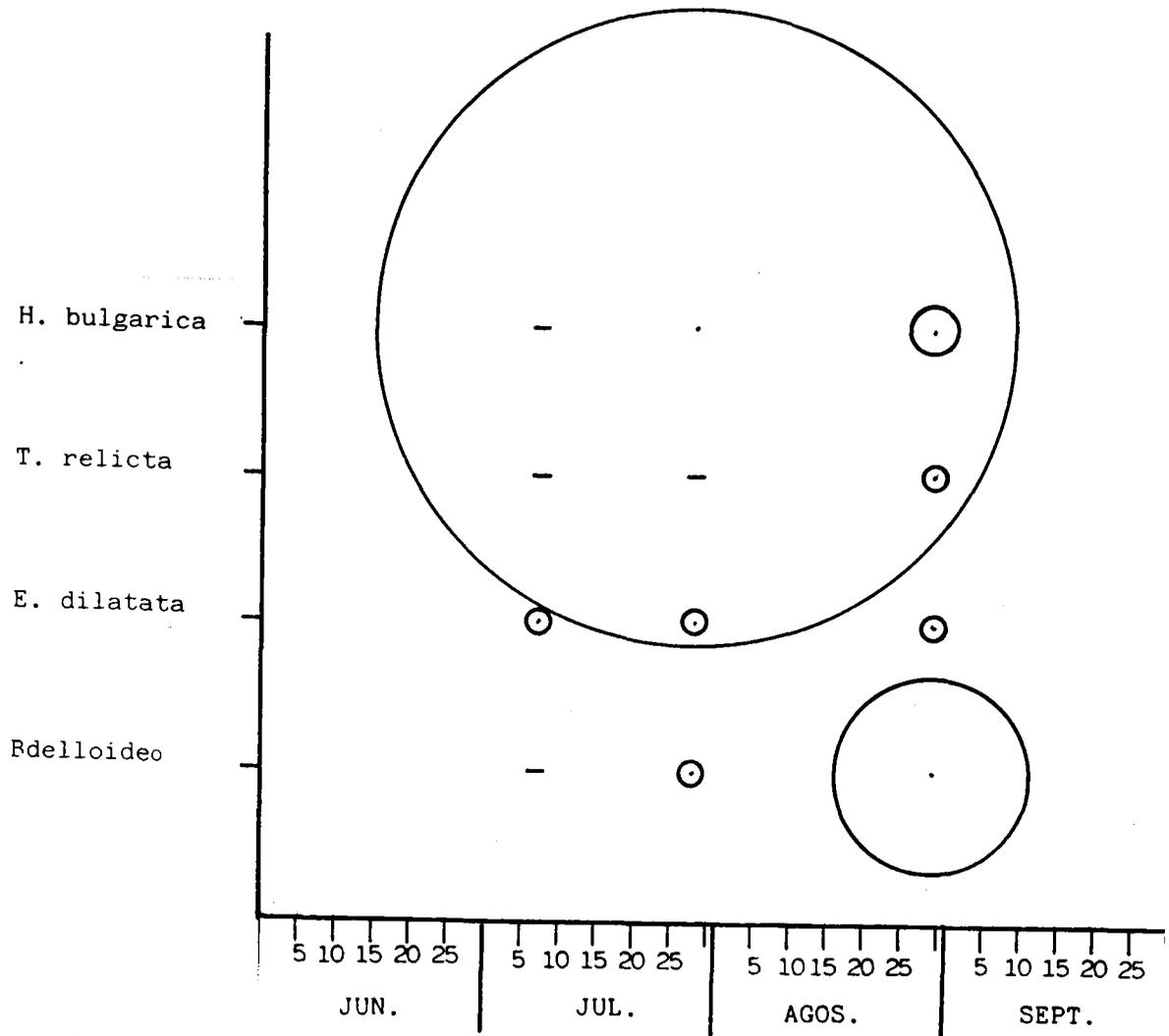
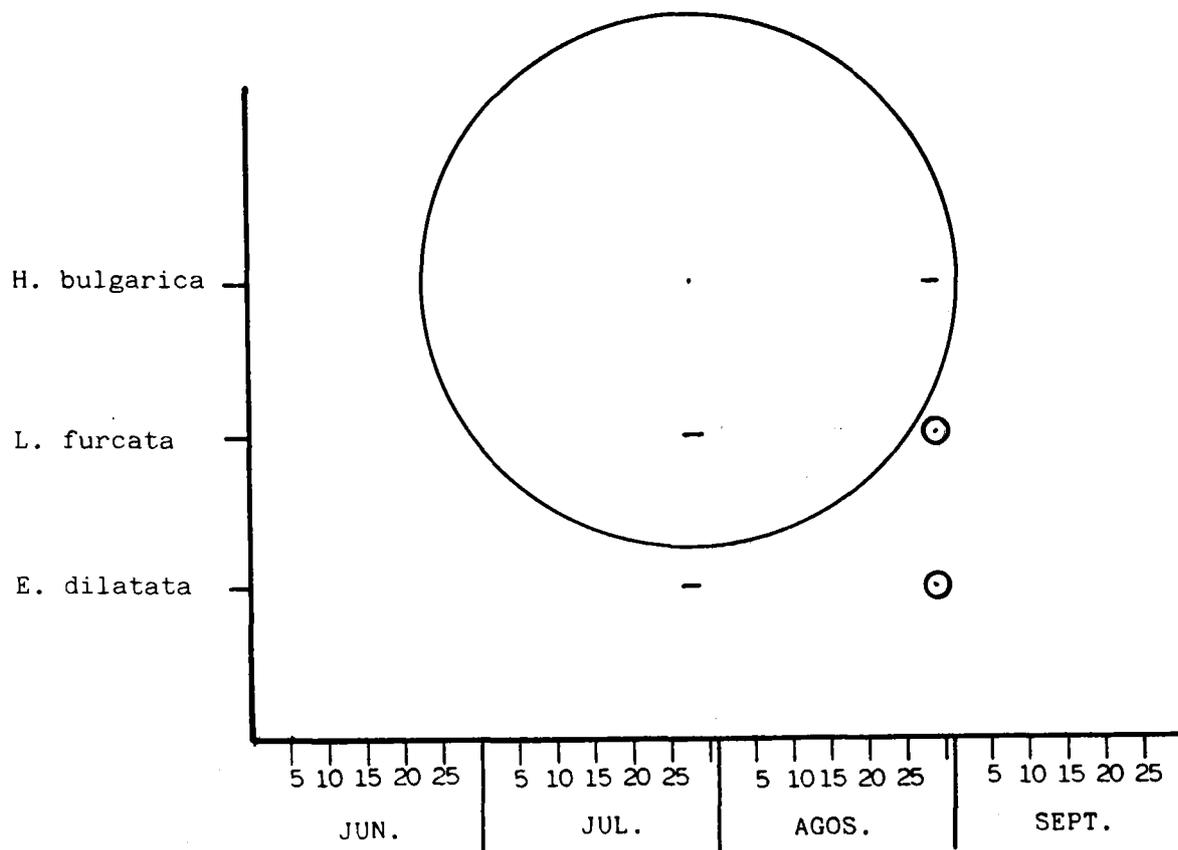


Figura 37: Continuación

CUADRADA



LANJARON

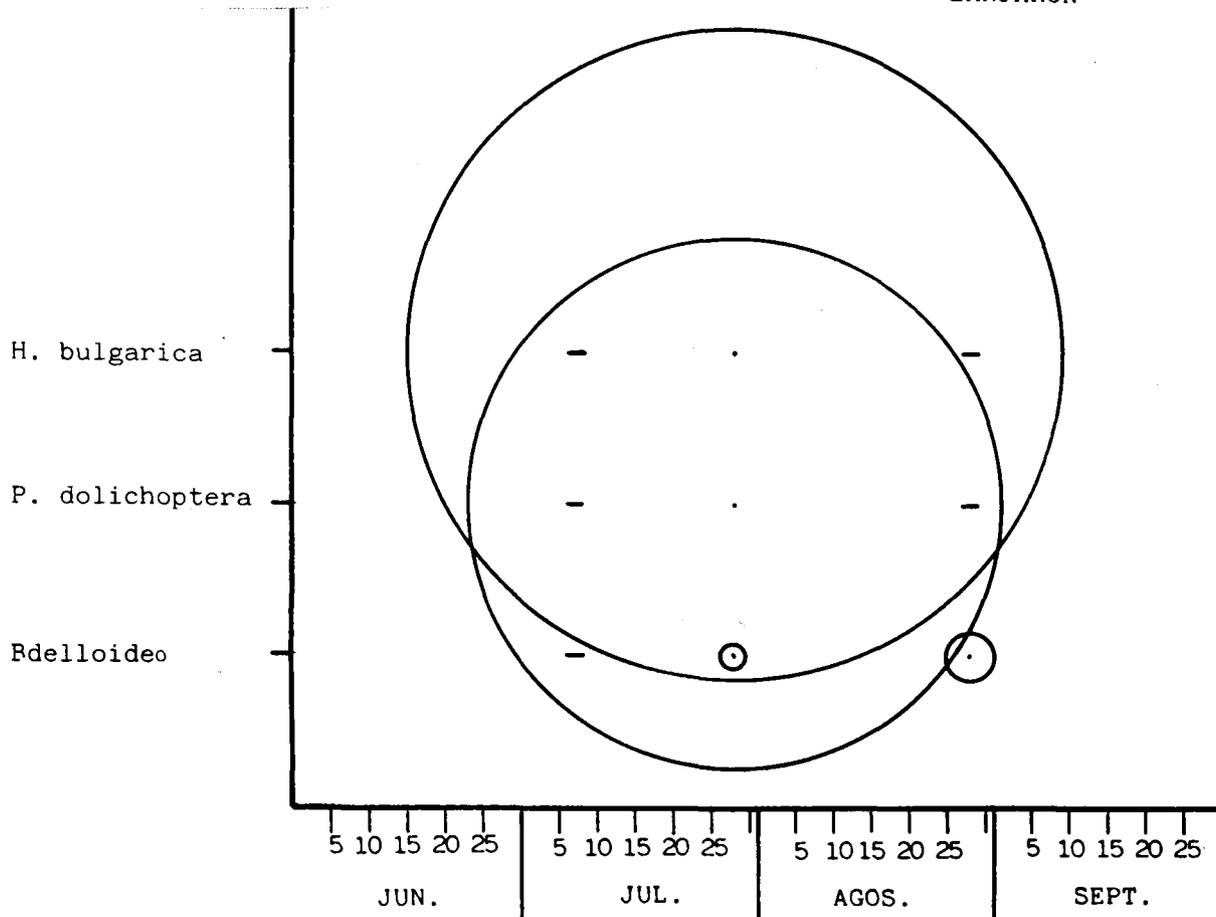
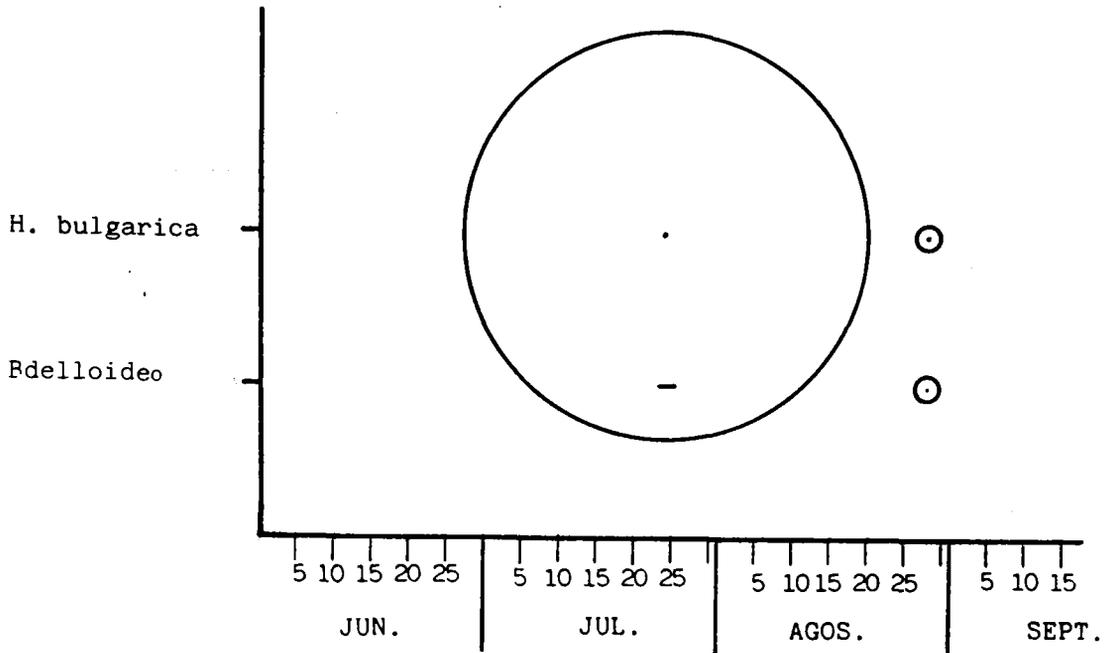


Figura 37: Continuación

CABALLO



LANJARON 4

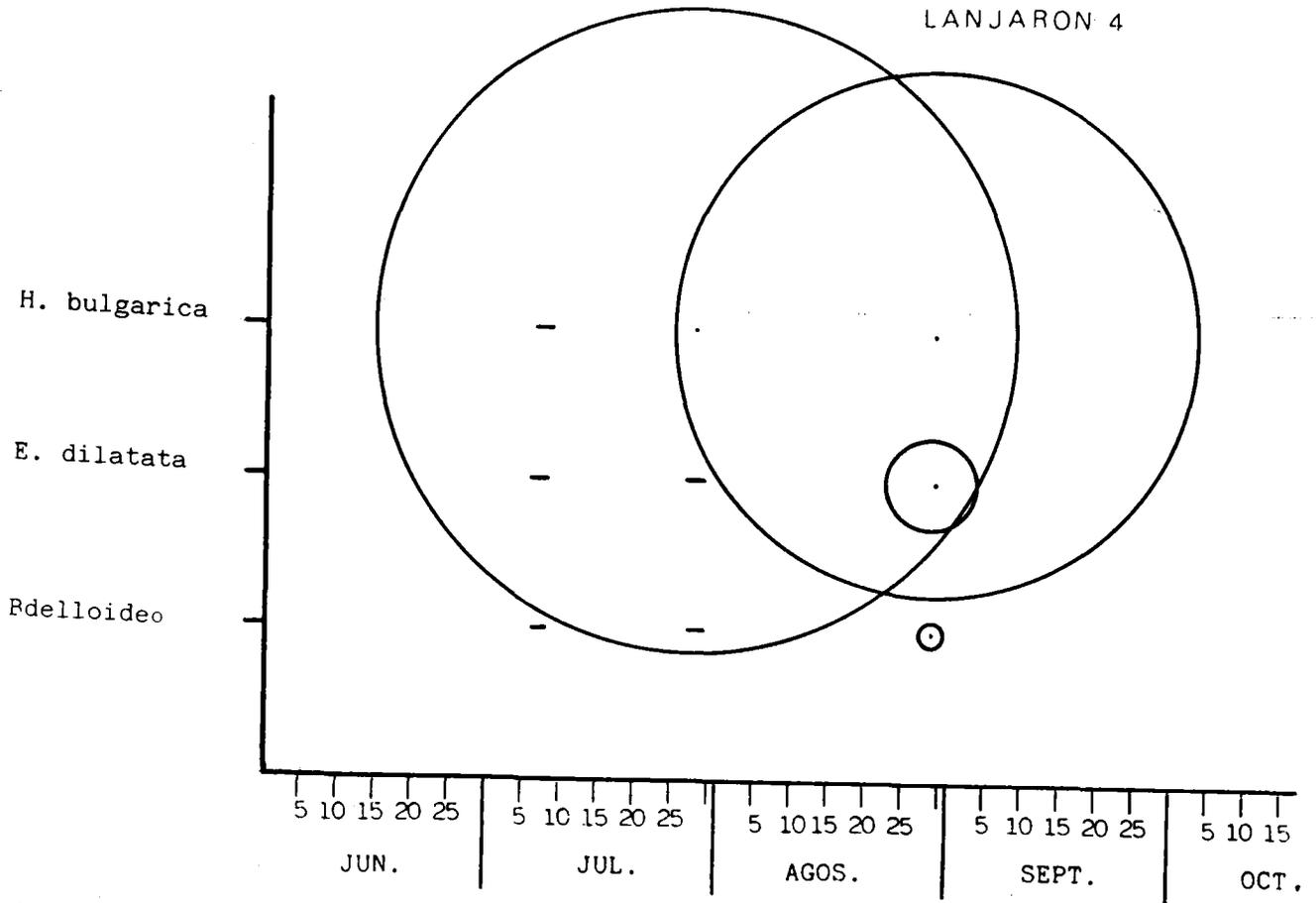


Figura 37: Continuación

alcanzar su máximo.

En las comunidades de las lagunas podemos reconocer los grupos de especies que habíamos diferenciado en el capítulo anterior, predominando, normalmente, uno de ellos en cada laguna y, en algunas ocasiones, existen lagunas en las que dichos grupos se sustituyen. Tomando como representante de las planctónicas a H. bulgarica, y de las bénticas y perifíticas a L. patella, podemos comprobar, de la observación de la tabla Ib del apéndice, que, de las 37 lagunas, solamente hay 3 que no posean a alguna de las dos especies y, únicamente 5 lagunas tienen a ambas especies. En estas lagunas, además, H. bulgarica y L. patella coexisten en muy pocas ocasiones, que se pueden considerar de transición entre uno y otro tipo de comunidad, y en las que la situación se decanta, normalmente, hacia el predominio de especies planctónicas (ver los casos de las lagunas Dílar 1, Lanjarón, 2ª y ~~4ª~~ de Siete Lagunas, Río Seco y Majano, en la tabla Ib del Apéndice, donde las poblaciones de L. patella son sustituidas por H. bulgarica).

Se ha observado que las poblaciones se desarrollan en diferentes momentos del periodo de muestreo, según las lagunas. H. bulgarica suele aparecer en una etapa intermedia del periodo de muestreo, aunque, en algunos casos (como en Dílar 1), no se ha encontrado hasta las etapas finales del periodo libre de hielo. En general, parece que las comunidades planctónicas están condicionadas por la temperatura, como ya habíamos visto en el capítulo anterior, de manera que, hasta que no se alcanzaran temperaturas adecuadas, no se desarrollarían poblaciones de estas comunidades. Dentro de ellas, parece apreciarse una cierta sucesión, de manera que P. dolichoptera se desarrolle primero y, más tarde, es H. bulgarica quien alcanza sus máximos de abundancia (ver, por ejemplo, el caso de Río Seco Inferior).

Tanto el número de especies como las abundancias de las poblaciones que han aparecido en Sierra Nevada, ponen de manifiesto el carácter extremo de este medio. El número de

especies que se presentan en los lagos templados de nuestra latitud es mucho mayor, de manera que, por ejemplo, en España, GUISET (1976) encuentra entre 6 y 31 especies de Rotíferos planctónicos por embalse, en un estudio que comprendía 103 pantanos, estando el número, más frecuentemente hallado, comprendido entre 13 y 23 (MARGALEF, 1980)

Por el contrario, la cantidad de especies por laguna, que aparecen en Sierra Nevada, es comparable a la que encuentra PEJLER (1957) en el norte de la Laponia Sueca, donde, en 46 lagos y lagunas, situados a diferentes altitudes y con diferente estado trófico, encuentra entre 4 y 21 especies por localidad.

También son semejantes nuestros números de especies por laguna a los que presenta THOMASSON (1956) referidos a distintos lagos alpinos, y a los que se presentan en TONOLLI Y TONOLLI (1951), PENNAK (1955), EPPACHER (1968), MIRACLE (1978) y ELLSWORTH (1983), en diferentes sistemas montañosos.

La abundancia de las poblaciones también indican el mismo carácter extremo del medio. Los valores de densidad máxima encontrados en P. dolichoptera son comparables a los que encuentra ELLSWORTH (1983) en un lago de alta montaña, en Colorado (Upper Lily, 3.100 m.s.n.m.), donde la densidad de P. dolichoptera máxima fue de 306 ind./l, o a los que halla EPPACHER (1968) en el lago de alta montaña austríaco, Gossen Koellessen (2.413 m.s.n.m.), donde encuentra un máximo de 246 ind/l y, también, menores que en Spitsbergen, donde AMREN (1964) encuentra densidades máximas de P. dolichoptera de 1.760 ind./l.

Las poblaciones de los Rotíferos de Sierra Nevada han mostrado fuertes oscilaciones, teniendo, en la mayoría de los casos, unos máximos puntuales. Este fenómeno es propio de los Rotíferos quienes muestran, generalmente, una dinámica de poblaciones de las más activas conocidas (EDMONSON, 1946, 1967; HUTCHINSON, 1967). A causa de sus cortos tiempos de generación, las especies de Rotíferos muestran tasas de crecimiento

de las poblaciones extremas durante los periodos de condiciones favorables, pero, a menudo, descienden rápidamente cuando las condiciones se deterioran (DUMONT, 1977)

Respecto a H. bulgarica, la especie que mayores densidades ha presentado en nuestro estudio, no existen datos cuantitativos referidos a otras localidades, pero los números de individuos por litro encontrados en Sierra Nevada son muy inferiores a los que han presentado especies próximas a ella en lagos templados. Así, H. fennica alcanza densidades de 574 ind./l en Bañolas (MIRACLE, 1976)

### Diversidad

Según la reciente revisión de H.G. WASHINGTON (1984), quizás la mejor definición de diversidad sea la que formula MARGALEF (1958) que, más tarde es usada por LLOYD-GHERARDI (1964), PIELOU (1966) y HURLBERT (1971) y que se puede expresar diciendo que la diversidad es una función del número de especies presentes (en una comunidad) y de la homogeneidad (equitabilidad) con que los individuos están repartidos entre ellas. Es, pues, un parámetro de la estructura de la comunidad, que implica al número de especies y a su abundancia.

Se han propuesto muchos índices que reflejan en un solo valor los dos componentes de la diversidad, pero ninguno de los elaborados hasta el momento se ha mostrado plenamente satisfactorio para todos los propósitos. En WASHINGTON (1984) se revisan 17 índices de diversidad, mostrándose los inconvenientes de cada uno de ellos, que, incluso, pueden dar resultados contradictorios (HURLBERT, 1971).

Actualmente, pues, no se puede aconsejar un índice de uso general, sino que, según las circunstancias, habrá que emplear el que mejor se adapte a las características de la comunidad que se está estudiando. En el caso de las comunidades de Rotíferos, como señala MIRACLE (1977), la diversidad se ha calculado en pocas ocasiones. Cuando se ha hecho, el

índice empleado ha sido, generalmente, el de Shannon (GREEN, 1972; GUISET, 1976; TELLERIA, 1981; NOGRADY, 1982; BRANDORFF et al., 1982; SHIEL & KOSTE, 1983; GODDARD et al., 1983). Hemos decidido emplear este mismo índice con objeto de facilitar la comparación con esos estudios y porque, según GOODMAN (1975) (en WASHINGTON, 1984), el índice de Shannon es más aconsejable cuando se emplea sobre grupos taxonómicos reducidos, con individuos de tamaños y fuentes alimenticias parecidas, y con objeto de comparar comunidades, como es nuestro caso.

Este bien conocido índice tiene la siguiente expresión:

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

donde: S= nº de especies;  $n_i$ = nº individuos de la especie i; N= nº total de individuos de la comunidad.

Por otro lado, nuestras comunidades, como ya hemos visto, han presentado un número de especies muy bajo y una de ellas suele ser mucho más abundante que el resto. En estas condiciones, tiene sentido hablar de dominancia (MARGALEF, 1980) y, por esta razón, hemos preferido usar un índice de dominancia para reflejar la heterogeneidad con que se distribuyen los organismos entre las especies de Rotíferos. En nuestro estudio hemos utilizado el índice usado por MAY (1975) que tiene la siguiente expresión:

$$d = \frac{n_1}{N} \times 100$$

donde  $n_1$  es el número de individuos de la especie más abundante y N es el número de individuos total de la comunidad. En realidad, simplemente refleja el porcentaje de individuos, con relación al total de la muestra, que pertenecen a la especie más abundante.

El análisis de los resultados que se reflejan en las

gráficas de las figuras 37 y siguientes pone de manifiesto, en primer lugar, los elevados valores de dominancia que se aprecian en la mayoría de las lagunas, de manera que, solamente en dos ocasiones, la especie dominante no ha tenido un número de individuos mayor del 50% del total. Este hecho, junto con el poco número de especies que presentan nuestras comunidades, explica unos valores de diversidad tan bajos como los que se muestran en dichas figuras. En efecto, los resultados obtenidos arrojan unos valores del índice de Shannon comprendidos entre 0 y 2.1, con más de la mitad de las ocasiones en las que dicho índice tuvo valores inferiores a 1.

La observación de la evolución de los índices de diversidad en las diferentes lagunas muestra, en términos generales, un progresivo aumento conforme avanza el periodo de muestreo, alcanzándose los valores más elevados hacia el final del mismo. En algún caso, donde se ha podido seguir la evolución de las comunidades durante más tiempo, el índice vuelve a descender hacia los últimos días de Septiembre y primeros de Octubre, ya en el otoño (lagunas 4 y 6 de Siete Lagunas, Dílar 1)

Sin embargo, se pueden apreciar dos patrones en la evolución del índice que estamos comentando. En unos casos, la progresión en el aumento de la diversidad es continua, como ocurre con las lagunas 4 y 6 de Siete Lagunas, Virgen Inferior Virgen Media..., mientras que, en otros, se presenta una deflexión en la variación del índice, de manera que desciende hacia la mitad del periodo (laguna Majano, Río Seco Inferior, Caldera...)

Los valores de diversidad obtenidos son bajos en relación con los que ofrece GUISET (1976) para los Rotíferos planctónicos de los embalses españoles, que oscilan entre 1.2 y 3.4, estando, en la mayoría de los casos, comprendidos entre 1.5 y 1.9 (MARGALEF, 1983) o frente a los que presenta TELLERIA (1981) para el embalse de Lertutxe (0.46 y 2.54)

Es de destacar que las comunidades de Rotíferos en

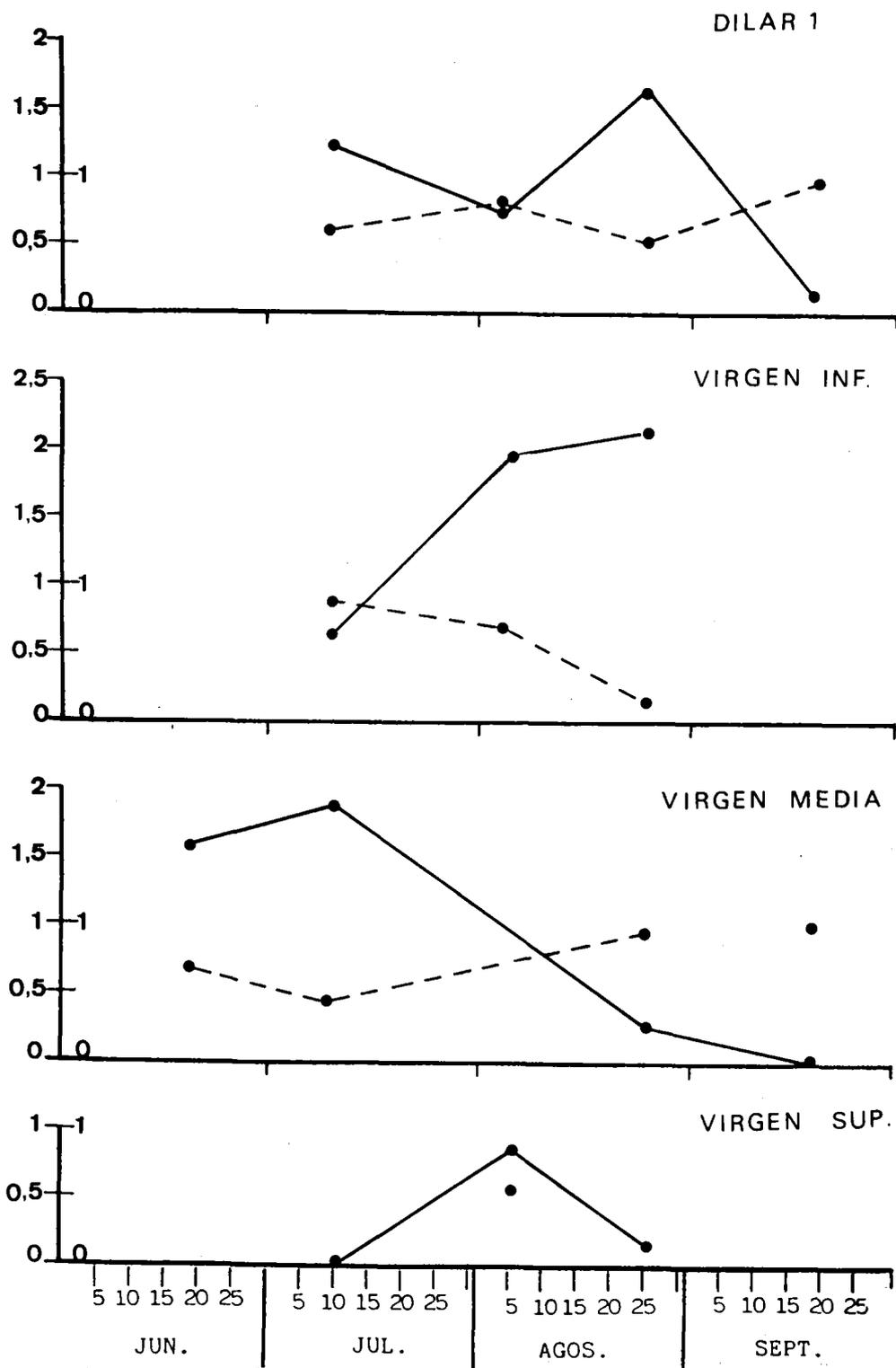


Figura 38: Evolución de los valores de diversidad (línea continua) y dominancia (línea discontinua) en las diferentes lagunas.

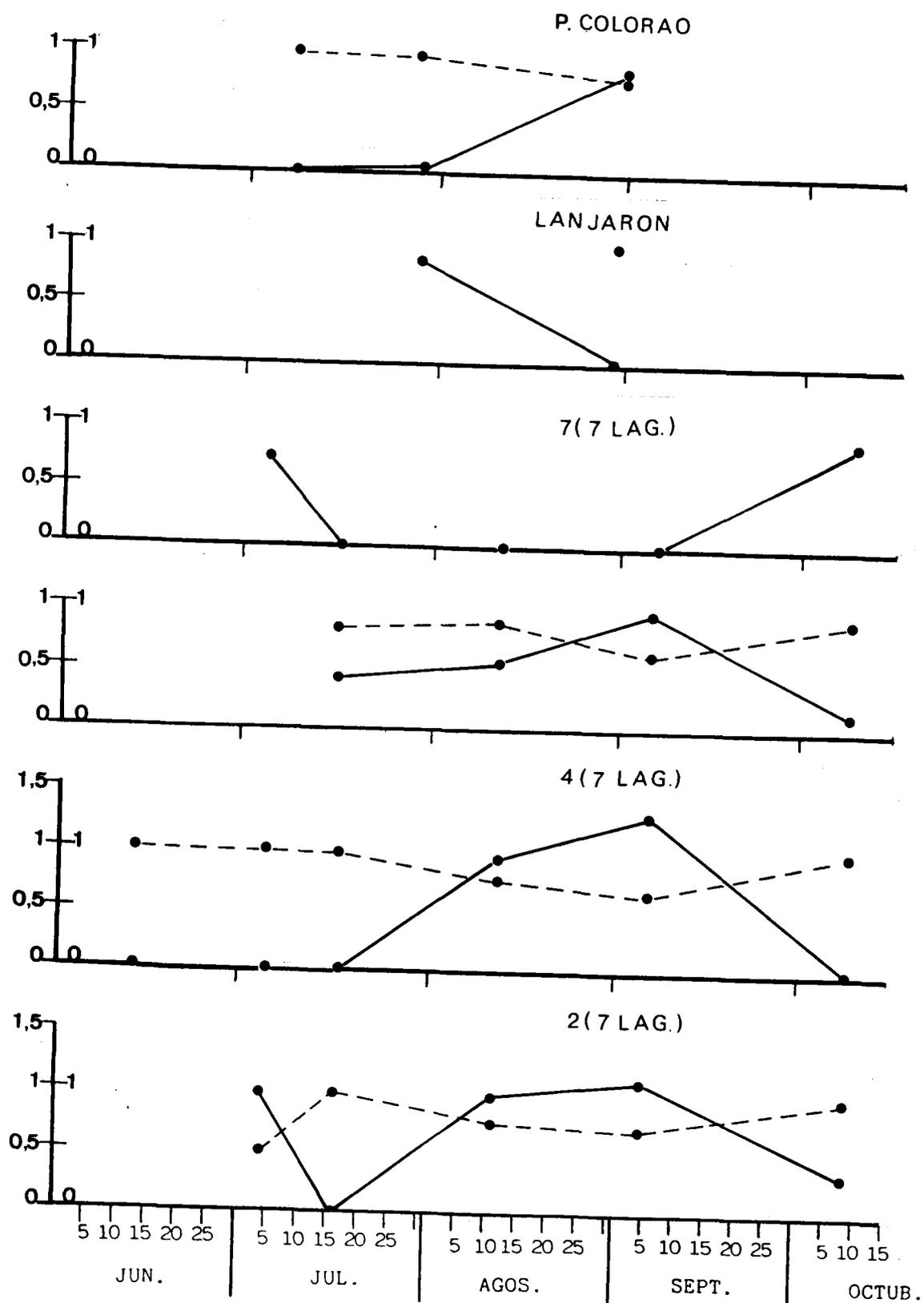


Figura 38: Continuación

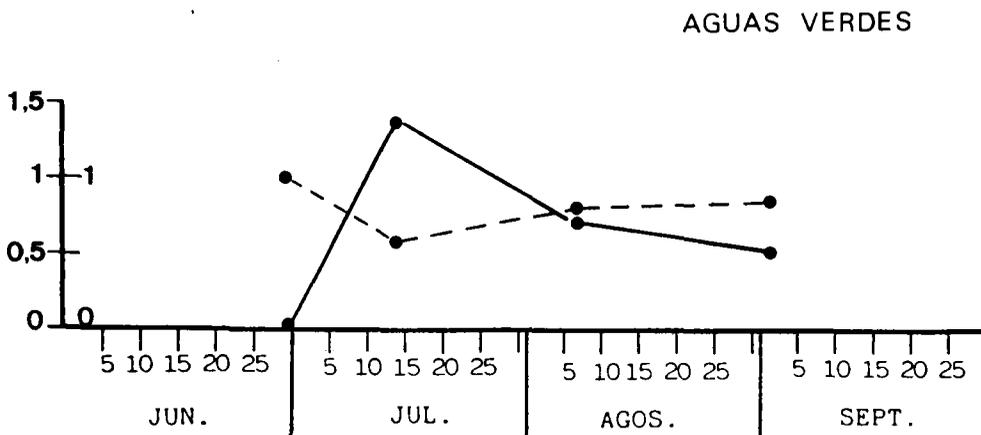
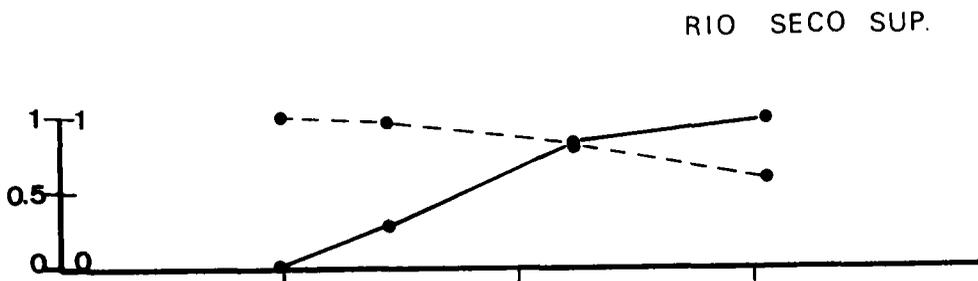
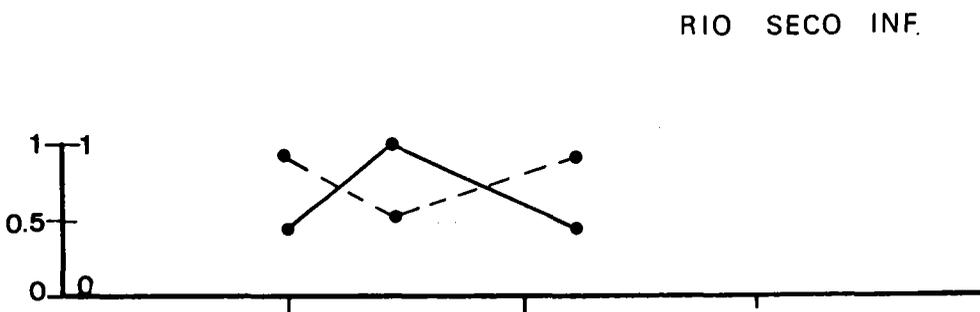
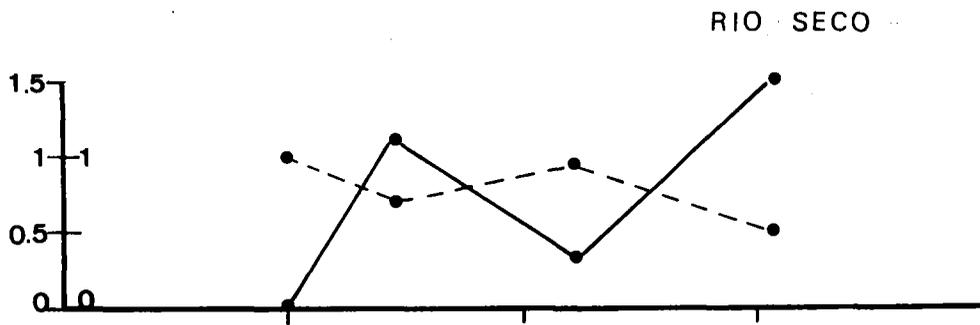


Figura 38: Continuación

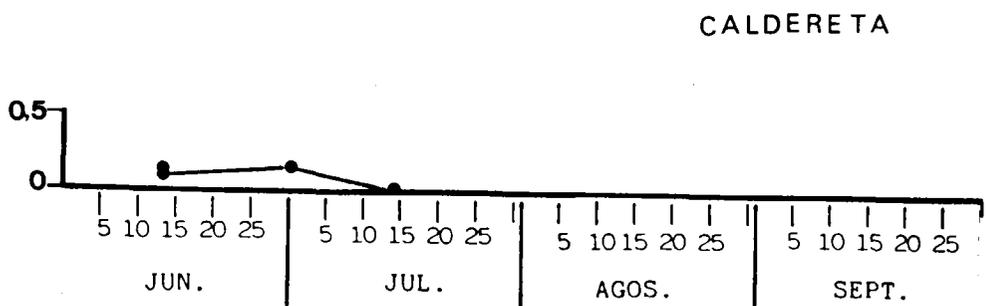
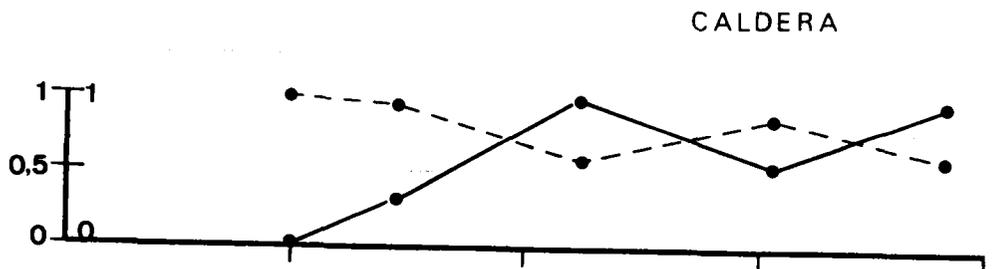
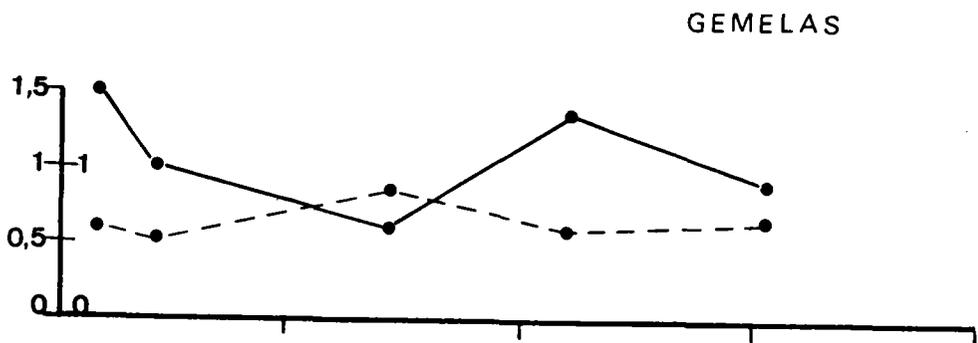
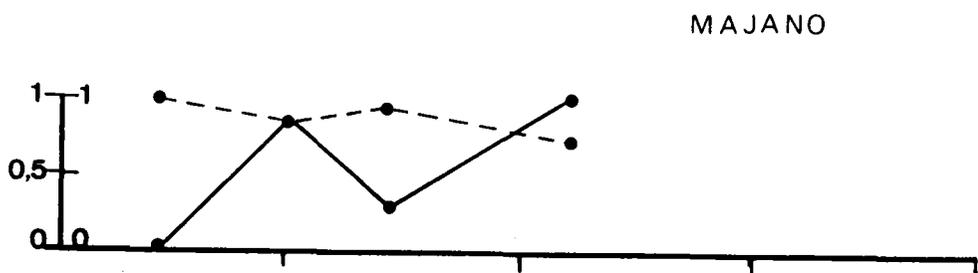
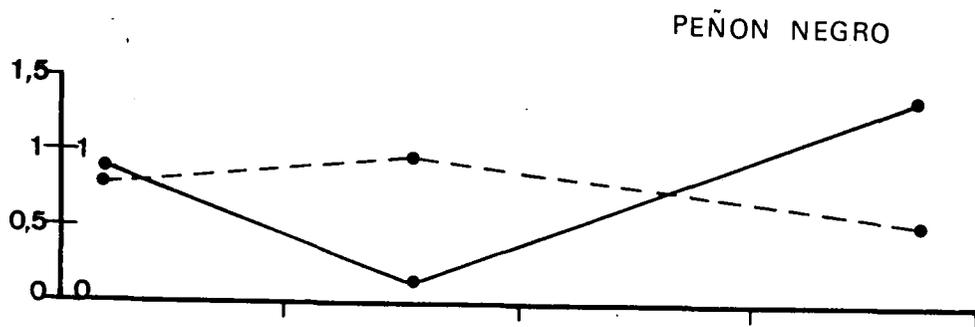


Figura 38: Continuación

los medios con fuerte influencia litoral pueden alcanzar unas diversidades muy altas, como es el caso de los "billabongs" estudiados por SHIEL et al. (1983) en Australia, donde registra diversidades de hasta 5.6. Un resultado contradictorio es expuesto por GODDAR et al. (1983) quienes, estudiando cuatro hábitats de una misma laguna, tres con carácter béntico o perifítico y uno planctónico, encuentran los valores más elevados de diversidad en el hábitat planctónico.

Nuestros valores también registran diversidades más elevadas en las comunidades formadas por especies béntico-perifíticas. SHIEL et al. (1983) creen que el aumento de diversidad en los medios con fuerte influencia litoral puede explicarse por un incremento en el número de nichos ecológicos que se produce en dichos medios y que se refleja en una mayor presencia de especies béntico-perifíticas, como sería también nuestro caso.

Los resultados obtenidos, tanto en cuanto a los valores de la diversidad, como a la evolución de los mismos en las lagunas, están de acuerdo con los conceptos teóricos expuestos en numerosas ocasiones: MIRACLE (1976), MARGALEF (1980, 1983)... La diversidad baja es propia de ambientes extremos, pobres en nutrientes o fluctuantes, características que se pueden aplicar a las lagunas de Sierra Nevada y que manifiestan muy bien sus índices de diversidad, ya que los valores más bajos los encontramos en lagunas como La Caldereta que, a las rigurosas condiciones que soportan todas las lagunas, añade el carácter de ser temporal.

La evolución, ascendente en líneas generales, del índice de diversidad en las lagunas, también es previsible según va progresando la sucesión (MARGALEF, 1974 ). En este sentido, la variación en los valores del índice de Shannon que hemos podido apreciar en las comunidades de Rotíferos de todas las lagunas, no se corresponde con los resultados obtenidos por CRUZ-PIZARRO (1981) cuando calcula la diversidad para el conjunto de la comunidad zooplanctónica de La Caldera. En su

caso, el índice de diversidad alcanza los valores más elevados al principio del periodo de muestreo, y no deja de descender hasta el final del mismo, como consecuencia de la evolución del número de individuos de la especie dominante de esta comunidad, Mixodiptomus laciniatus. Esta especie, de ciclo de vida largo, alcanza sus máximos de abundancia hacia el final del periodo libre de hielo, haciendo descender los valores del índice de diversidad.

En cambio, en nuestro caso, al calcular la diversidad solamente a las comunidades de Rotíferos, se puede observar una evolución ascendente de la misma, porque el ciclo de vida de sus especies es mucho más corto y permite, dentro del espacio de tiempo que dura el periodo de nuestro estudio, la existencia de varias poblaciones que se suceden unas a otras.

La inflexión en la evolución de la diversidad, que observamos en algunas lagunas, tiene que ver con la composición de sus comunidades. Aquellas lagunas que han permitido el desarrollo de especies capaces de producir un número elevado de individuos, que, generalmente, tienen sus máximos hacia la mitad del periodo de estudio, son las que muestran un descenso en los valores de su índice de diversidad por esas mismas fechas. Fundamentalmente es H. bulgarica la responsable de este descenso, aunque, también en algún caso, E. dilatata puede producir el mismo efecto.

Aquellas otras lagunas que no han presentado inflexión en la variación del índice de diversidad, están pobladas por comunidades de Rotíferos compuestas de especies que no han mostrado capacidad para producir grandes poblaciones, o en las que H. bulgarica se desarrolla al final del periodo de muestreo, sin alcanzar grandes números de individuos. En estos casos, la comunidad puede ser más rica en especies, que se desarrollan equilibradamente, y la dominancia es mucho menor. Así ocurre en la laguna Virgen Inferior, que ha presentado la mayor diversidad registrada, la mayor dominancia y el mayor número de especies.

### Clasificación y ordenación de las lagunas.

Estudios efectuados sobre la composición de las comunidades zooplanctónicas de lagos situados en una misma región geográfica, han mostrado cómo existe una influencia de diferentes factores ambientales sobre la composición de dichas comunidades (PEJLER, 1957; KARABIN, 1983; MÄEMETS 1983; CHEN-GALATH, et al., 1984; SIEGFRIED et al., 1984).

Nosotros hemos tratado de formar grupos de lagunas que presentaran una mayor similitud en cuanto a la composición de sus comunidades de Rotíferos, con objeto de abstraer características generales que determinen dicha composición.

Existen dos procedimientos para la formación objetiva de dichos grupos (POOLE, 1974). Por un lado, se puede tratar de clasificar a las lagunas reuniendo las más semejantes entre sí en grupos de mayor entidad cada vez, hasta englobar a todas. Esto es una clasificación jerárquica. Otra manera consiste en situar a todas las lagunas en unos ejes de coordenadas extraídos de la composición de sus comunidades y, luego, tratar de descubrir la formación de grupos, de los que se puedan deducir las características comunes por la proximidad de las lagunas. Esto sería una ordenación.

En realidad, ambos procedimientos vienen a ser lo mismo: tratar de encontrar grupos que presenten características comunes identificables con las variaciones del medio. Los dos han sido usados, en comunidades de Rotíferos, por SIEGFRIED et al. (1984). Hemos procedido por ambas vías con objeto de comparar resultados. Para realizar una clasificación jerárquica hemos empleado el análisis de información que, según WILLIAMS, LAMBERT y LANCE (1966), proporciona un mayor número de agrupaciones independientes, claramente diferenciadas, con mejor interpretación ecológica. Para la ordenación hemos empleado el método de ordenación polar (POOLE, 1974), basado en una matriz de similaridad, tal como ha sido realizado por GREEN (1967, 1981) con comunidades de Rotíferos.

Análisis de información.- Desarrollado por WILLIAMS, LAMBERT y LANCE (1966), este análisis está basado en la formación de grupos, cada vez mayores, por la incorporación sucesiva de nuevas unidades (en nuestro caso, lagunas). La adición de una laguna a un grupo se decide si dicha incorporación supone el menor incremento de información posible. El estadístico I de información tiene la siguiente expresión:

$$I = \sum_{i=1}^S n \cdot \ln n - \left[ a_j \cdot \ln a_j - (n - a_j) \cdot \ln(n - a_j) \right]$$

donde:  $n$  = nº de lagunas;  $S$  = nº de especies;  $j$  = orden de la especie  $j$ -ava y  $a_j$  = nº de lagunas con la especie  $j$ .

El incremento de información que se produce al unir dos grupos puede calcularse, ya que la información de un nuevo grupo es:

$$I_{\text{nuevo grupo}} = I_{\text{grupo 1}} + I_{\text{grupo 2}} + \Delta I$$

de donde el incremento de información es:

$$\Delta I = I_{n.g.} - I_{g.1} - I_{g.2}$$

El análisis comienza con el cálculo de la información que presentan todas las parejas posibles de lagunas (en este primer momento  $\Delta I = I$ , ya que la información de una laguna sola es igual a cero). Se escoge la pareja que menos información ha producido y se reinician los cálculos cada vez que se forma un grupo o se añade una laguna a uno de los ya formados.

Para los cálculos hemos usado un programa original implantado en el ordenador Eclipse del Servicio de Informática de la Universidad de Granada. Este programa nos permitía el seguimiento de la formación de grupos de lagunas. En los casos en que una laguna se podía adscribir a más de un grupo, se ha seguido el criterio de unir las con el que presentaba mayor proximidad geográfica.

El resultado obtenido es el dendrograma que se muestra en la figura 39. Según POOLE (1974), se puede determinar, hasta cierto punto, la significación de los grupos formados, ya que  $2\Delta I$  está distribuido, aproximadamente, como una  $\text{Chi}^2$ , con tantos grados de libertad como especies hay en el grupo. Admitiendo un nivel de significación de 0,05, el valor de  $\text{Chi}^2$  es de 40 aproximadamente, de manera que pueden ser significativos, en nuestro caso, los grupos de lagunas con un incremento de información de 20.

Según el dendrograma, podemos distinguir hasta 6 grupos de lagunas con características que se pueden considerar comunes, y que los enumeramos del 1 al 6. El grupo número 1 está formado por lagunas que han presentado una existencia efímera y que sólo han tenido una especie o, incluso, ninguna; en su mayoría son charcas que desaparecen inmediatamente después del deshielo.

El segundo grupo está formado por lagunas que han presentado el menor número de especies. En este grupo queda menos integrada la laguna Virgen Media, que en el año 1981 ha presentado un número anormalmente bajo de especies. La especie que han presentado en común es, aparte de las más euritopas T. relictata y E. dilatata, L. furcata, aunque también H. bulgarica está muy bien representada en el grupo.

El tercer grupo lo forman lagunas entre las que se encuentran las mayores que se han muestreado: Larga, Caldera, Peñón Negro, Lanjarón, etc., junto con Río Seco Inferior y Peñón Colorado, que son lagunillas muy pequeñas y de escasa profundidad. Todas ellas están caracterizadas por la presencia de H. bulgarica.

En los grupos siguientes se aprecia un incremento en la presencia de especies bentico-perifíticas, que toman protagonismo. Los grupos 4 y 5 son muy similares entre sí, variando únicamente en que el grupo 5 tiene las especies T. bicristata y L. flexilis, que no están en el grupo 4.



Por último, el grupo 6 ha mostrado, como especies comunes, a L. patella, L. furcata y T. tetractis. Sus lagunas resultan ser las que mayor número de especies han presentado.

En conjunto, el análisis nos clasifica a las lagunas en dos grandes grupos: lagunas donde predominan las comunidades planctónicas (grupos 2 y 3) y lagunas donde predominan las especies bentico-perifíticas (grupos 4, 5 y 6). Los grupos extremos presentan características opuestas; así, en el grupo 2 predomina H. bulgarica, no existiendo en ninguna laguna L. patella, mientras que, en el grupo 6 sucede todo lo contrario, todas presentan L. patella y H. bulgarica está ausente por completo. Asimismo, los números de especies por laguna varían en ambos grupos: son más numerosos en el grupo 6 y menos en el 2.

Ordenación polar.- La ordenación de nuestras lagunas se ha realizado de manera similar a la efectuada por J. GREEN (1981) en el estudio de Rotíferos de varios lagos australianos. Se ha partido de la matriz de similaridad entre lagunas calculada según el índice de CZECHANOSKI (en MARGALEF, 1974)

$$\frac{2C}{A+B} \times 100$$

donde C es el número de especies comunes que presentan las dos lagunas que se comparan; A, el número de especies de una laguna y B, el número de especies de la otra laguna.

En nuestros cálculos no hemos incluido las lagunas que no han presentado Rotíferos. La matriz de similaridad resultante se transformó en una de disimilaridad, restando los resultados de 100. Esta última matriz la ofrecemos en el apéndice, tabla V.

De acuerdo con GREEN (1981) y POOLE (1974), el primer eje, con respecto al que se van a ordenar todas las lagunas, viene definido por la pareja que ha presentado mayor disimilaridad. En nuestro caso, Dílar 2 y Lanjarón. La primera se ha situado en el origen de coordenadas y, a la distancia

92, se coloca la laguna de Lanjarón (si fueran completamente disimilares se situarían a una distancia de 100). La distancia, con respecto a Dílar 2, del resto de las lagunas, se calcula según la siguiente ecuación, tomada de Poole:

$$X = (L^2 + D_1^2 - D_2^2) / 2L$$

donde L es la longitud del eje (distancia entre las dos lagunas más disimilares) y  $D_1$  y  $D_2$  son las disimilaridades de la laguna en cuestión con la laguna situada en el origen de coordenadas y la del extremo opuesto, respectivamente.

Para construir el siguiente eje se toma una pareja de lagunas que deben cumplir: estar situadas ambas en la parte media del primer eje, próximas entre sí y con la máxima disimilaridad posible. En nuestro caso, las lagunas Dílar 3 y el Laguneto de Laguna Larga cumplen bien estos requisitos y se han empleado para la construcción de este segundo eje.

En la figura 40 se muestra el resultado de la ordenación. Por la disposición que han presentado las lagunas se puede reconocer cómo las que tienen comunidades de características planctónicas tienden a situarse en la parte inferior derecha, mientras que las lagunas con comunidades bénticas y perifíticas se han colocado en la parte superior izquierda. Si tomámos como representante de las especies bénticas y perifíticas a L. patella y, de las planctónicas, a H. bulgarica, se pueden delimitar dos áreas: una, donde se encuentran las lagunas que han presentado a H. bulgarica pero no a L. patella y otra, donde sucede todo lo contrario, aparece L. patella, pero no se desarrolla H. bulgarica (en esta zona se incluye también a la laguna 7 del Valle de Siete Lagunas y Virgen Superior, que han presentado, en una ocasión cada una, H. bulgarica, pero sin llegar a formar una población de gran tamaño).

Entre ambas áreas se localizan el resto de las lagunas, entre las cuales se hallan las cinco que han presentado a las dos especies.

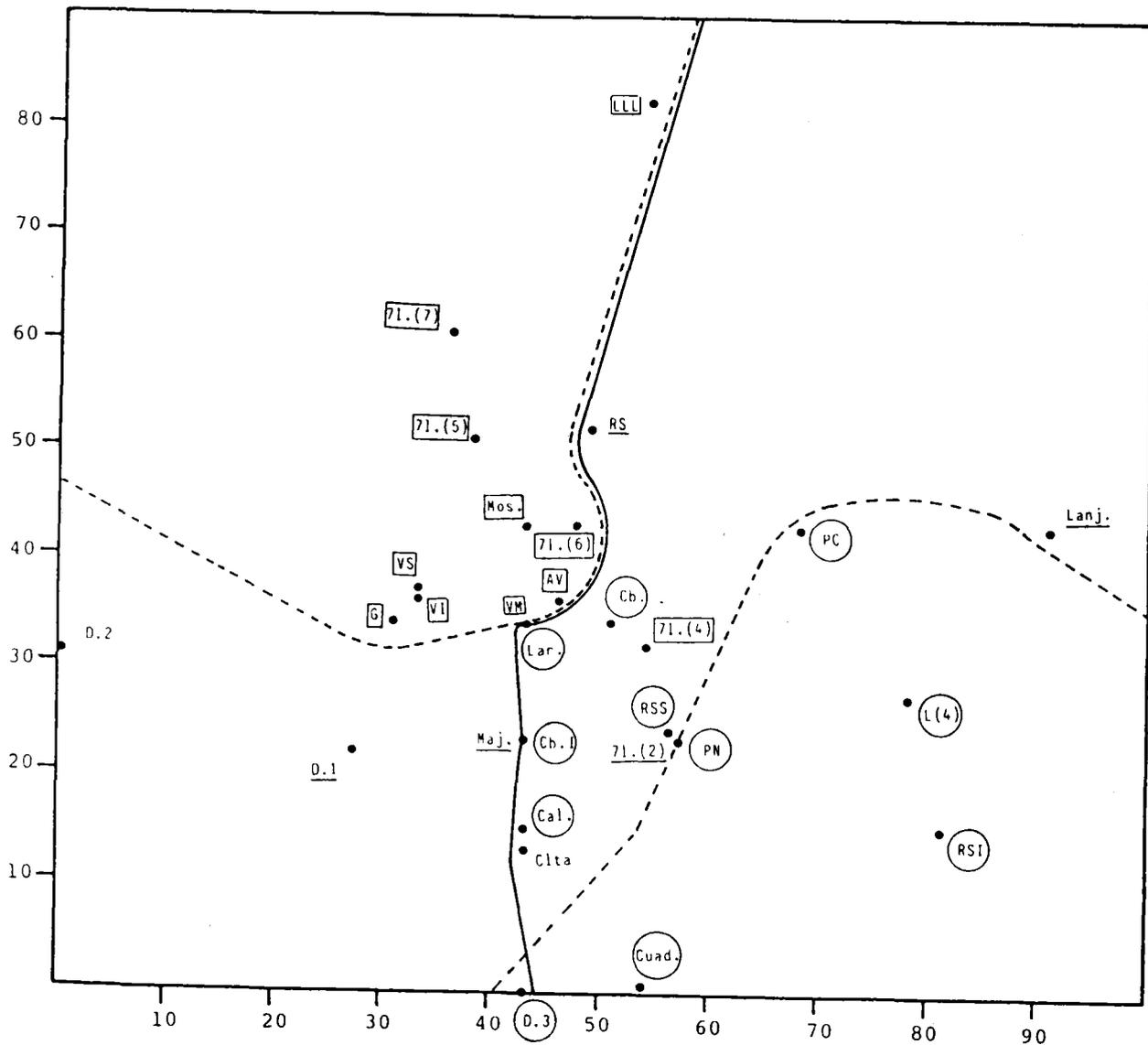


Figura 40: Ordenación polar de las lagunas. Encerradas en círculos se señalan las lagunas con H. bulgarica que no han presentado L. patella. Recuadradas aparecen las lagunas con L. patella que no han presentado H. bulgarica y, subrayadas, las lagunas que han presentado las dos especies. Las líneas discontinuas separan las lagunas con uno u otro tipo de fauna. La línea continua deja, a la izquierda, a aquellas lagunas con más de 24 uS/cm de conductividad media y, a la derecha, a las que presentan una conductividad media inferior a dicho valor.

Particularmente interesante ha sido la relación que se ha podido establecer con uno de los factores fisico-químicos medidos. Se puede comprobar cómo las lagunas que tienen una conductividad media más elevada se sitúan a la izquierda de la gráfica, mientras que las de conductividad más baja se sitúan a la derecha, de tal forma que se puede trazar, fácilmente, una línea que divida a las lagunas con más de 24 uS/cm de conductividad media, del resto. Igualmente se observa una tendencia, de las lagunas situadas en la parte inferior, a ser más cálidas y menos oxigenadas.

Análisis de las agrupaciones de lagunas obtenidas por ambos métodos.- Los dos métodos que se han empleado para agrupar a las lagunas han proporcionado, esencialmente, la misma información, pero bajo diferentes aspectos. La clasificación jerárquica (Análisis de Información) facilita la agrupación de lagunas por la similitud en la composición de sus comunidades, pudiendo asignar especies, o grupos de ellas, comunes a aquellas agrupaciones. Por el contrario, ha sido más difícil reconocer, por este método, las relaciones entre los factores fisico-químicos y las agrupaciones de las lagunas.

Sin embargo, la Ordenación Polar ha facilitado el reconocimiento de los factores fisico-químicos que han variado en correspondencia con los cambios que se producen entre las agrupaciones de lagunas. De esta manera, ambos métodos se han complementado muy bien en nuestro caso.

La influencia de ciertos factores ambientales en la composición de las comunidades de Rotíferos, ha sido estudiada, en algunas ocasiones: SIEGFRIED et al. (1984), CHENGALATH et al. (1984), en relación con el pH; PEJLER (1957) y MÄEMETS (1983), en relación con la eutrofia; GUISET (1976), en relación con la mineralización.

En relación con la conductividad, también se ha podido establecer una correspondencia entre su variación y la de las comunidades zooplanctónicas: WHITESIDE (1970), SYNER-

HOLM (1974), BEALES (1976), CRISMAN (1980), SPRULES (1980). En el caso de los Rotíferos, J.J. GREEN (1981) puede establecer una relación semejante con lagos australianos, aunque, en su caso, las diferencias de salinidad son muy fuertes.

Por el contrario, resulta sorprendente que una variación tan pequeña en los valores de conductividad, como la que registramos en nuestras lagunas, se corresponda tan bien con la distribución de las mismas, hecha, únicamente, en función de sus comunidades de Rotíferos.

Como ya dijimos, la conductividad es un parámetro complejo, determinado por muchos factores, por lo que su relación con las comunidades de Rotíferos puede darse por diferentes vías.

Es difícil discernir, por nuestros datos, si la conductividad es causa (aunque no directamente, sino como reflejo de la carencia, por ejemplo, de algunos nutrientes) o efecto de los diferentes tipos de comunidades que nos encontramos. MARGALEF (1976) pone de manifiesto cómo, en ocasiones, es difícil correlacionar la presencia de algunos nutrientes con la producción primaria, dado que, cuando ésta es muy elevada, puede hacerlos desaparecer del medio, al incorporarse a la biomasa de los organismos. Dado que nuestras conductividades son muy bajas, y que los menores valores los hemos obtenido donde se han producido las mayores abundancias de individuos (ver, por ejemplo, Río Seco Inferior, Lagunas del Valle de Lanjarón etc.) se podría pensar que una elevada producción tuviese el efecto de disminuir la conductividad si ésta fuera debida, al menos en una parte importante, a los nutrientes.

Esto está de acuerdo con la evolución que se ha observado de la conductividad en las lagunas a lo largo del periodo de estudio (ver figura 4), donde se aprecia un descenso de los valores de conductividad hacia la mitad de dicho periodo, generalmente asociado con un incremento de la temperatura y un aumento de las poblaciones.

Sin embargo, a pesar de que se alcanzan niveles semejantes de temperatura, en las lagunas con baja y alta conductividad, se mantienen las diferencias entre sus conductividades y, además, entre sus comunidades (ver, por ejemplo, Río Seco Inferior, Virgen Inferior, Cuadrada y laguna 6 de Siete Lagunas), lo que parecería ir en favor de la conductividad como causa de la composición de las mismas.

Dado que las lagunas de baja conductividad presentan comunidades donde dominan las especies filtradoras (H. bulgarica, P. dolichoptera), que desarrollan un gran número de individuos, el fitoplancton que haya en dichas lagunas.

En este sentido, GLIWICZ (1973, 1975) propone un modelo de desarrollo del zooplancton de los lagos, según el cual, en los medios ultraoligotróficos sólo podrían vivir organismos zooplanctónicos filtradores, dado que, en estos sistemas, las algas nanoplanctónicas se ven favorecidas para aprovechar los escasos nutrientes, al tener una alta tasa de renovación y una relación superficie/volumen más favorable. PEJLER (1983) abunda en esta misma idea y cita a PAVONI (1963), quien ofrece datos al respecto. AMREN (1964) sólo encuentra especies de Rotíferos filtradores en los lagos oligotróficos de Spitzbergen, donde WILLEN (1962, 1980) encuentra, asimismo, que el nanofitoplancton cobra una especial relevancia.

Los estudios realizados en Sierra Nevada muestran resultados semejantes. MARTINEZ (1975, 1977, 1980) estudia la composición del fitoplancton de La Caldera, encontrando un fuerte predominio de algas nanoplanctónicas (especialmente Crisofíceas) y CRUZ-PIZARRO (1981) encuentra que la comunidad zooplanctónica está compuesta, solamente, de especies filtradoras.

Basándonos en estos hechos, podemos pensar que las bajas conductividades que aparecen en las lagunas donde se desarrollan las especies filtradoras, permiten el crecimiento masivo de las algas nanoplanctónicas, mientras que las de más

elevada conductividad presentan un mayor desarrollo de vegetación litoral (musgos), que permitiría un mejor establecimiento de las especies bentico-litorales. Es destacable que las diferencias, tanto en conductividad, como en composición de las comunidades, ocurren independientemente de la morfometría de las lagunas, de manera que Río Seco Inferior, que es una lagunilla de escasos centímetros de profundidad, presenta una comunidad formada por especies típicamente planctónicas, una conductividad muy baja y ausencia de vegetación litoral sumergida.

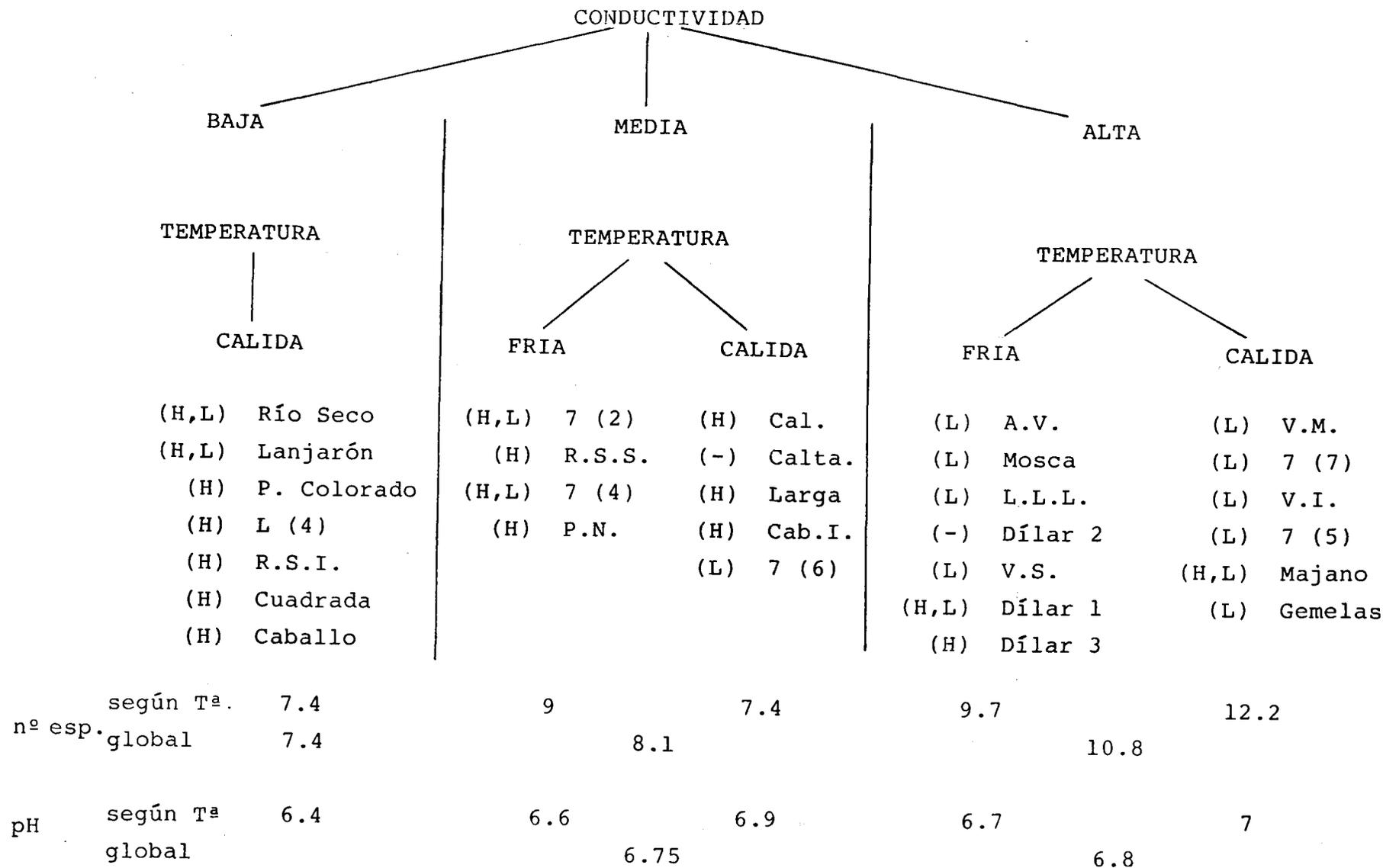
Por otro lado, PEJLER (1957), advierte sobre la posible influencia de las sustancias húmicas sobre la conductividad. En nuestro caso, es más probable que estas sustancias húmicas se den con más facilidad entre las comunidades donde predominen las especies bentico-perifíticas, indicando únicamente, un incremento en la materia orgánica no degradada.

En todo caso, la relación entre conductividad y composición de las comunidades de Rotíferos, sugerida por la ordenación polar, se ha mostrado consistente cuando procedemos a una ordenación directa de las lagunas en función de la conductividad y de la temperatura, subordinada ésta a aquélla, (no consideramos al Oxígeno, debido a la correlación que ha mostrado con la conductividad y la temperatura). Tal ordenación directa la mostramos en la figura 41.

En ella, se han separado las lagunas en tres grupos, en función de que sus conductividades medias sean: inferiores a 15  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (conductividad baja), comprendidas entre 16 y 23  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (conductividad media) y, superiores a 23  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (conductividad alta). Dentro de cada uno de estos grupos, se han diferenciado a las lagunas, por sus temperaturas, en dos grupos: cálidas, con temperaturas medias superiores a 14 °C, y frías, con temperaturas medias inferiores a 13.9°C.

Al lado de cada laguna se ha señalado, con una H, las que han presentado H. bulgarica y, con una L, aquéllas en

Figura 40: Ordenación de las lagunas en función de sus conductividades y temperaturas.



las que se desarrolla L. patella, como representantes de las comunidades planctónicas y bentico-perifíticas, respectivamente.

Al pie de cada columna de lagunas, indicamos el pH medio y el número medio de especies que ha presentado la agrupación.

Una vez agrupadas de esta manera, podemos apreciar cómo el paso de conductividades bajas a altas se traduce en una sustitución de H. bulgarica por L. patella, indicando el paso de comunidades planctónicas a comunidades con predominio de especies bénticas y perifíticas. Igualmente comprobamos cómo el número de especies por laguna aumenta en el mismo sentido, lo mismo que es pH, aunque éste en menor cuantía. En general, las lagunas con conductividades bajas y medias se corresponden con los grupos 2 y 3 del dendrograma obtenido mediante el Análisis de Información, mientras que los grupos 4, 5 y 6 de dicho dendrograma, se corresponden con las lagunas de conductividad más alta.

Por el contrario, la temperatura no afecta a la composición de las comunidades y, con respecto al número de especies por laguna, en los grupos de conductividad media y alta, la temperatura muestra unos efectos opuestos.

Como hemos dicho anteriormente, en la figura 41 se puede apreciar una evolución paralela entre la conductividad y el pH. Por otra parte, esta relación ya había sido puesta de manifiesto en el examen de las correlaciones entre los parámetros fisico-químicos estudiados (ver tabla III).

Las relaciones entre el pH y la composición y estructura de las comunidades zooplanctónicas, ha sido comprobado en otras ocasiones, con resultados similares al nuestro. SIEGFRIED et al. (1984) realiza un estudio sobre las comunidades de Rotíferos y la variación del pH, en 56 lagos, encontrando que el incremento en el pH va acompañado por un aumento del número de especies por laguna.

CHENGALATH (1984), en comunidades de Cladóceros y Rotíferos, encuentra que la densidad aumenta con el aumento del pH, y un resultado similar es encontrado por SPRULES(1975) en comunidades de Copépodos.

De forma más general, el aumento del número de especies presentes en una comunidad se ha relacionado con el aumento de la eutrofia. (MARGALEF, 1974 ; PEJLER, 1983)

En nuestro caso, al estar tomadas las muestras en la zona litoral de las lagunas, lo que observamos, posiblemente, es un progresivo establecimiento de las características que definen propiamente esta zona. En un extremo se situarían las lagunas que, por su baja conductividad, se parecen más a las zonas pelágicas de los lagos, y que han presentado unas poblaciones de Rotíferos típicamente planctónicas. En el otro extremo, con conductividades más elevadas, están las lagunas con un desarrollo mayor de su zona litoral, con presencia de vegetación en sus orillas, que permite el establecimiento de unas comunidades de Rotíferos con características bentico-perifíticas, con mayor cantidad de nichos que hacen posible la coexistencia de un mayor número de especies. Éstas, en general, han demostrado menor capacidad de desarrollar poblaciones numerosas, como parece ser una característica de las especies de Rotíferos que son bénticas y perifíticas.

## BIOMASA Y PRODUCCION DE EUCHLANIS DILATATA

### Biometría de E. dilatata

La variación en el tamaño del cuerpo de las diferentes poblaciones de una misma especie es un fenómeno ampliamente extendido entre los Rotíferos; así, en las obras generales, se pueden encontrar rangos de tamaño, para una especie, que pueden llegar a ser muy grandes (Ptygura melicerta, por ejemplo, presentan rangos de tamaños que varían entre 150 y 544  $\mu\text{m}$ , KOSTE, 1978) y nosotros mismos observamos este fenómeno, aparte de en E. dilatata, en diferentes poblaciones de Lecane lunaris, Trichocerca tenuior, T. cavia, T. relictata y Notholca squamula, como hemos tenido ocasión de ver en este mismo trabajo.

Por ser la especie que ha presentado una distribución más amplia, E. dilatata ha podido ser estudiada con mayor profundidad en su biometría.

A partir de los muestreos cualitativos que han presentado E. dilatata, se aislaron un número variable de individuos, en función de las abundancias de las poblaciones, sin efectuar ningún tipo de selección, que se midieron, previo dibujo a la cámara clara. En cada ocasión se procuró medir un número mínimo de 10 ejemplares, aunque, en algunas ocasiones, esta cifra no se pudo reunir dada la pobreza de las poblaciones. En la tabla V del apéndice se ofrece un resumen estadístico de las 70 poblaciones en que se midieron cinco individuos al menos.

Los resultados obtenidos se muestran en las gráficas 42 y cont., que representan la evolución de los tamaños medios de E. dilatata, tanto en las diferentes fechas en una misma laguna, como en las diferentes lagunas. En ambos casos muestran una considerable heterogeneidad:

Respecto a la evolución de los tamaños en cada laguna, se pueden diferenciar tres tipos: en un grupo de lagu-

nas se han presentado unas fluctuaciones fuertes en sus tamaños medios, como le ocurre a Majano, Gemelas y Valle de Siete Lagunas. Otro grupo de ellas, como Río Seco Inferior, Río Seco Superior, Virgen Inferior, Virgen Media y Virgen Superior, han manifestado una tendencia al aumento de tamaño conforme avanza el periodo de muestreo. Por último, las lagunas Larga, Peñón Negro, Aguas Verdes y La Caldera, han mostrado unas poblaciones de E. dilatata mucho más estables en sus tamaños.

También es posible apreciar diferencias en el tamaño de E. dilatata entre las lagunas. El caso más aparente aparece entre los tamaños medios de los individuos de La Mosca y Laguna Larga, en los que nunca es menor de 86  $\mu\text{m}$ .

Por otro lado, también destaca que las varianzas en las distintas poblaciones de E. dilatata han mostrado notables diferencias. En efecto, según observamos en la t.VI Apd. la varianza más pequeña es de 50,27 (Virgen Media, 25-8-81), mientras que la mayor es de 5.140,89 (Mosca, 14-8-81). Si aplicamos el test de igualdad de varianzas (SOKAL Y ROHLF, 1979) a estas dos poblaciones (ver métodos)

$$F = \frac{5.140,89}{50,20} = 102,41$$

este valor resulta ser mayor que el valor de F en unas tablas de la distribución F de Snedecor ( $p < 0.002$ ). Por consiguiente, hay que deducir que las poblaciones de E. dilatata, en Sierra Nevada, no tienen todas la misma variabilidad.

Dada la heterocedasticidad de nuestras poblaciones, para probar si las medias de la tabla VI del apéndice son iguales, se ha procedido a hacer el test aproximado de igualdad de medias,  $F'_s$  de Snedecor (1956) (en SOKAL Y ROHLF, 1979; según se explica en el capítulo de métodos). De acuerdo con dicho test:

$$F' = 610.54$$

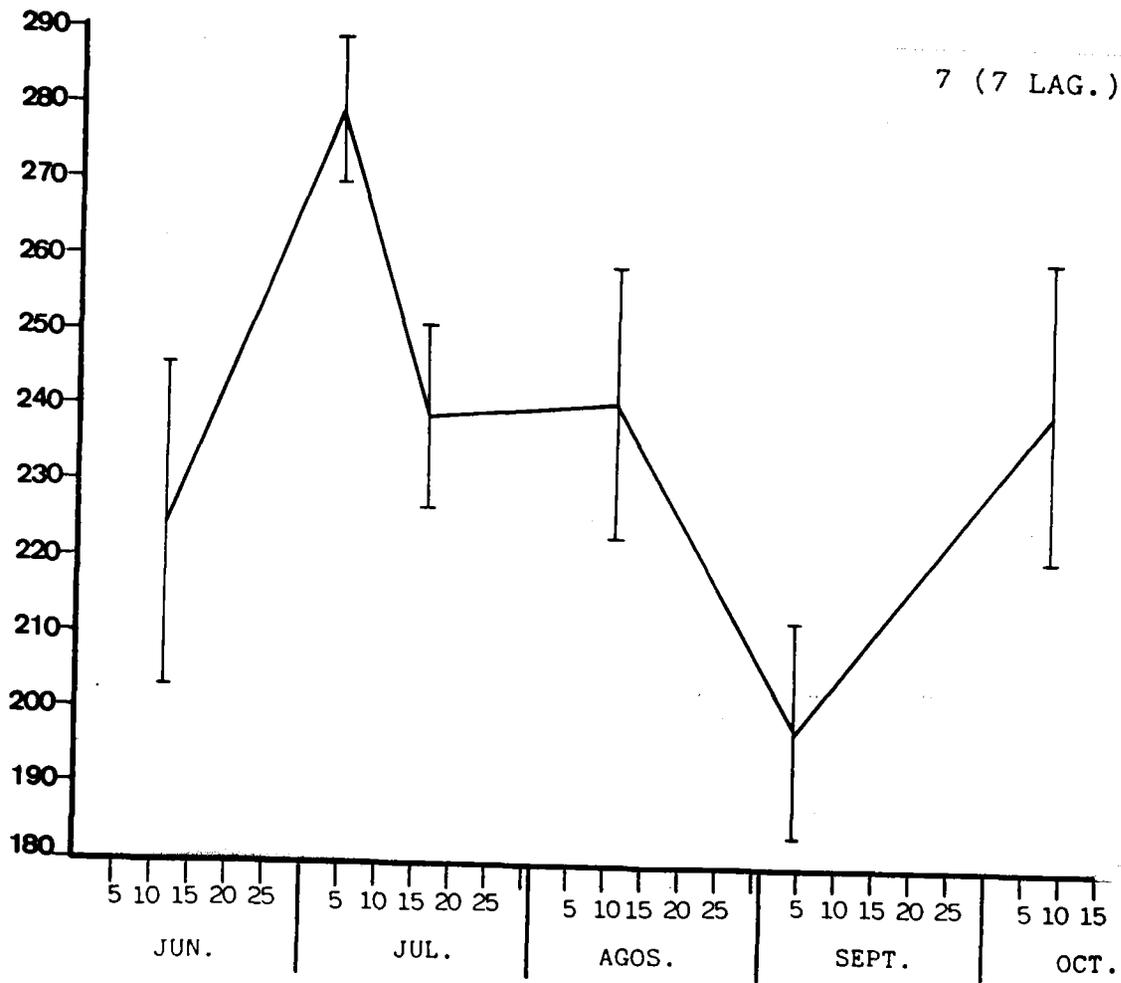


Figura 42: Evolución de los tamaños medios y error estándar de E. dilatata, en diferentes lagunas.

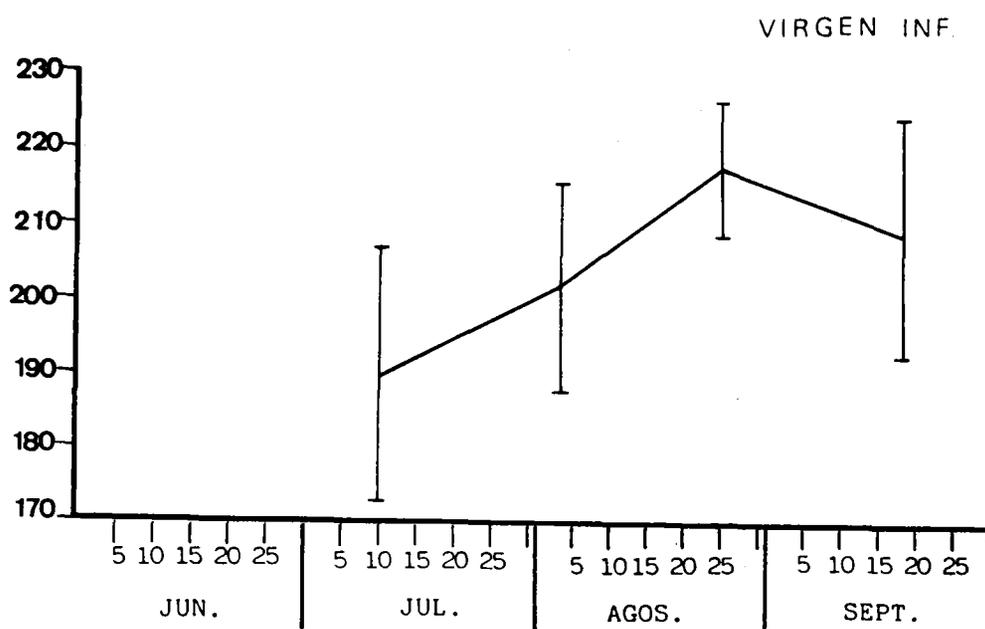
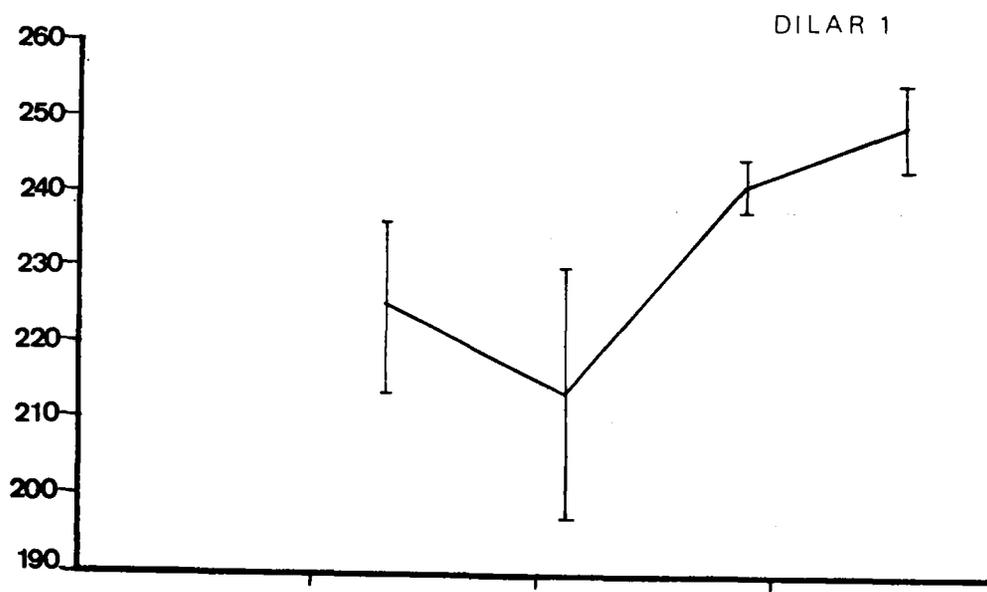
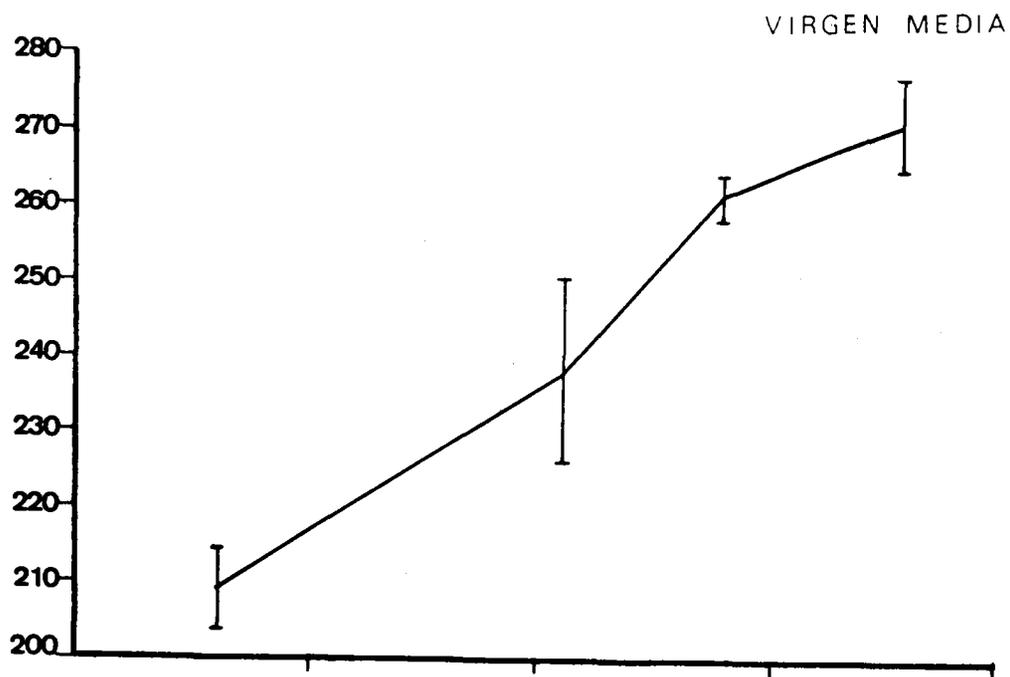


Figura 42: Continuación

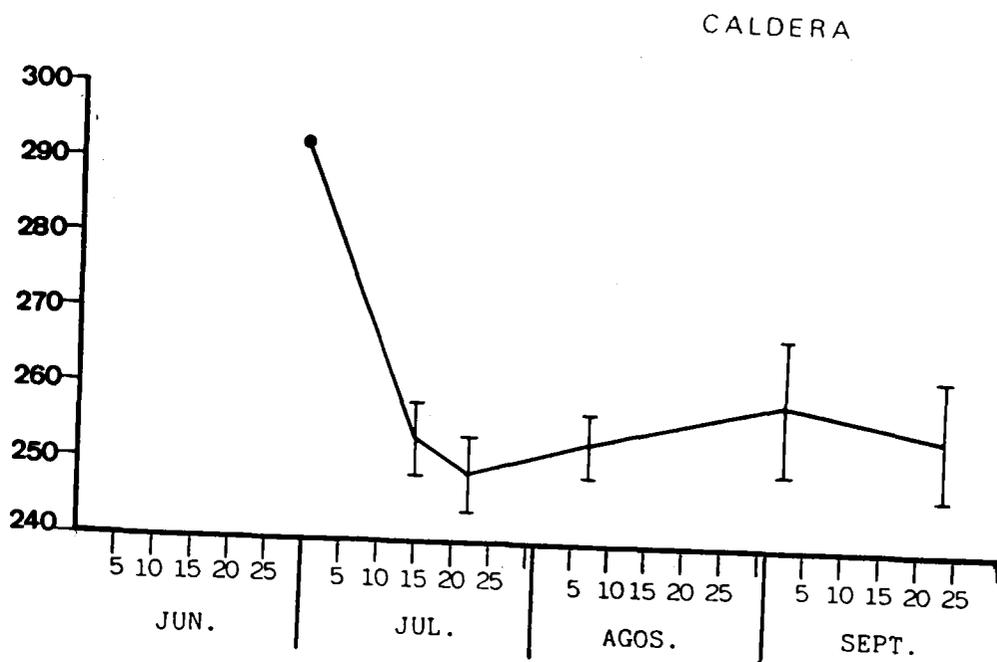
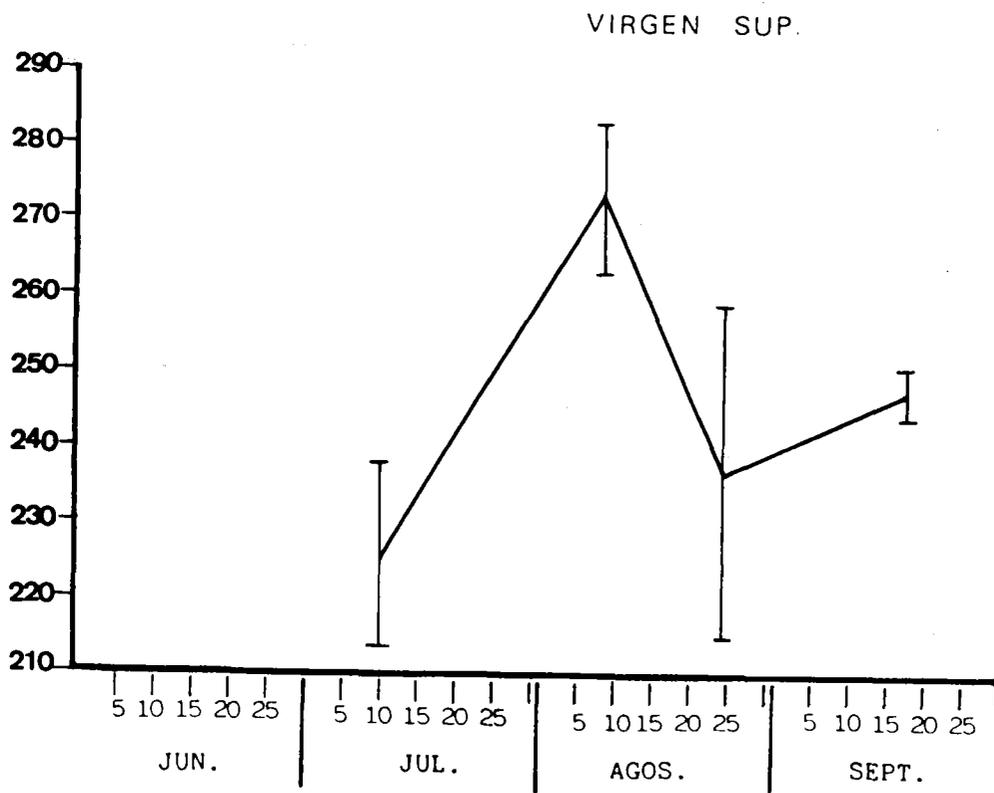


Figura 42: Continuación

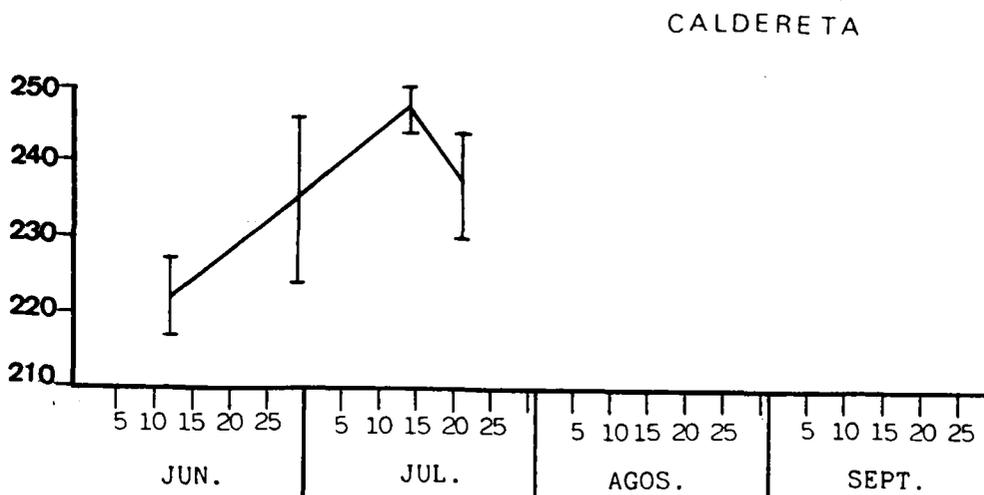
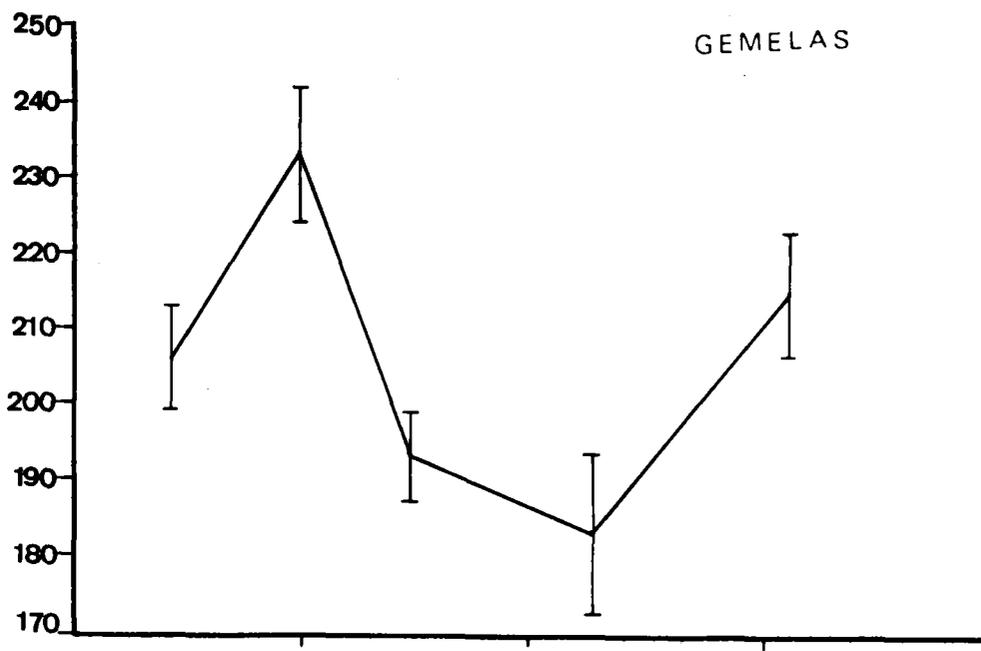
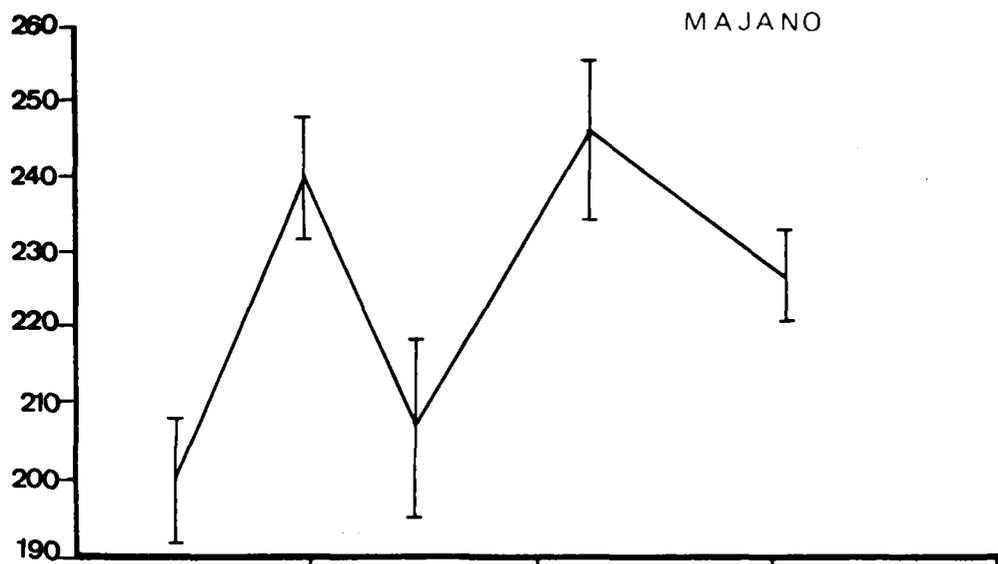


Figura 42: Continuación

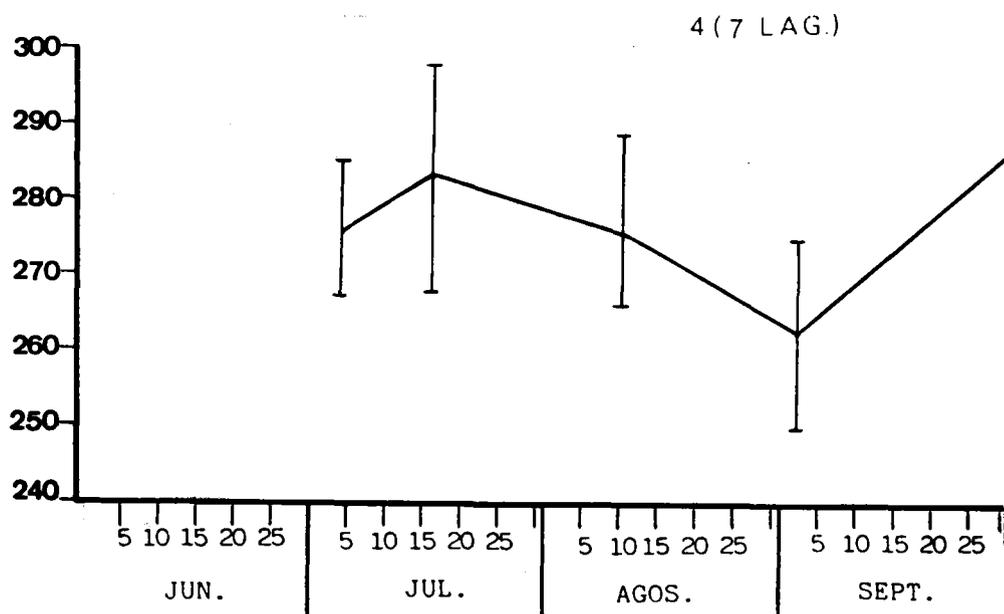
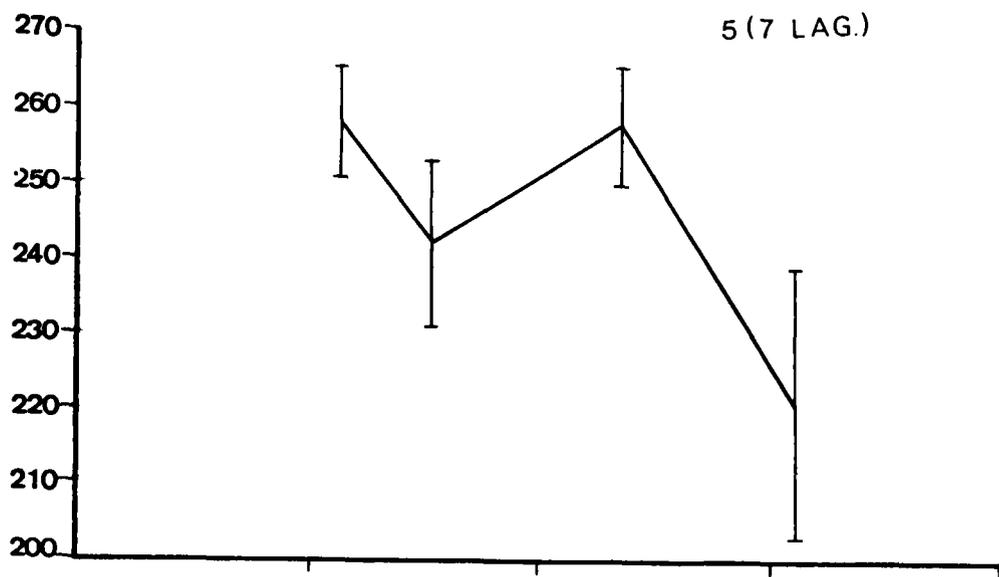
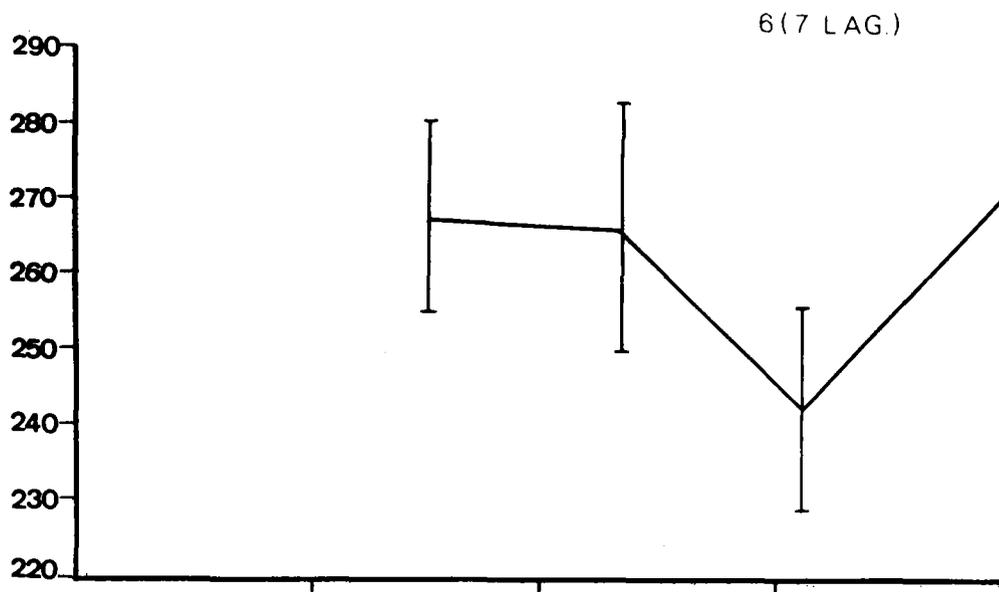


Figura 42: Continuación

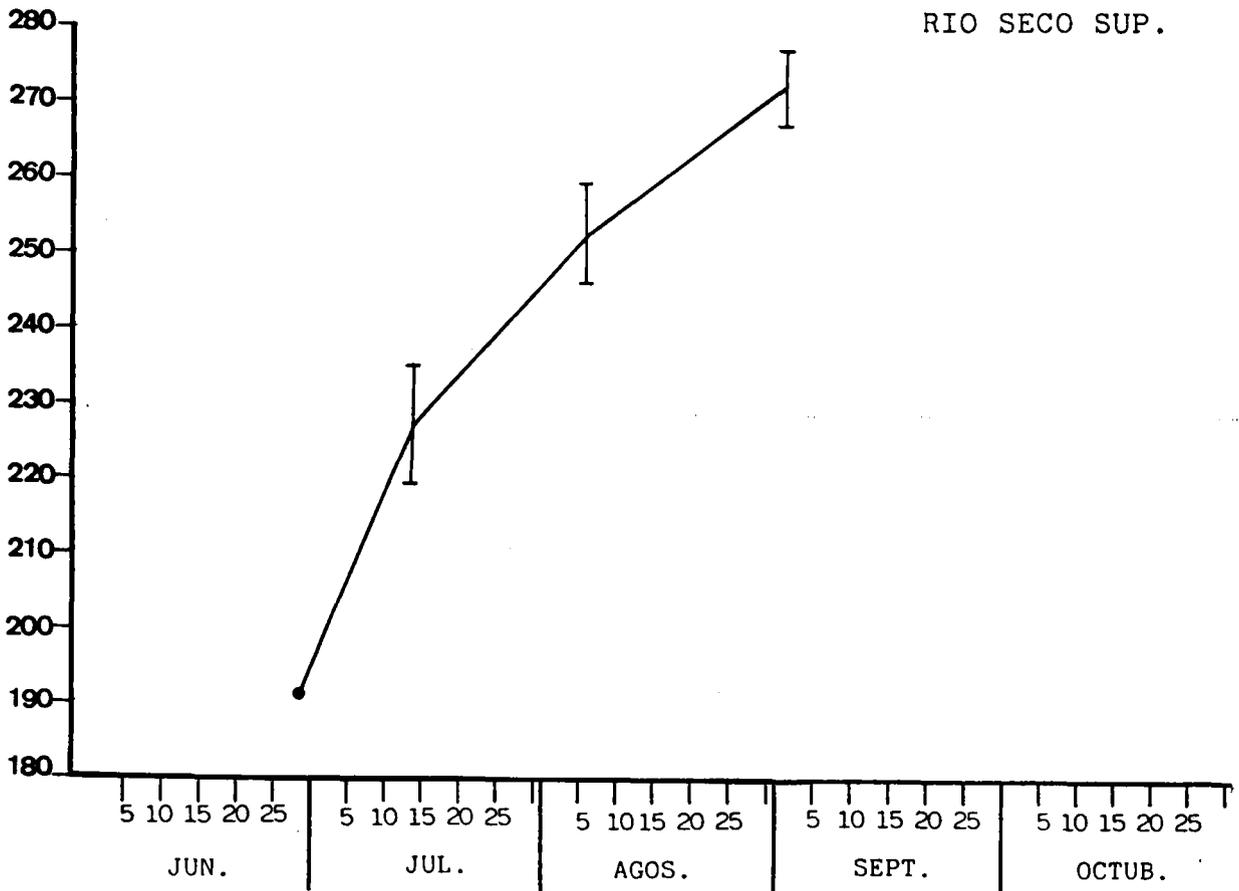
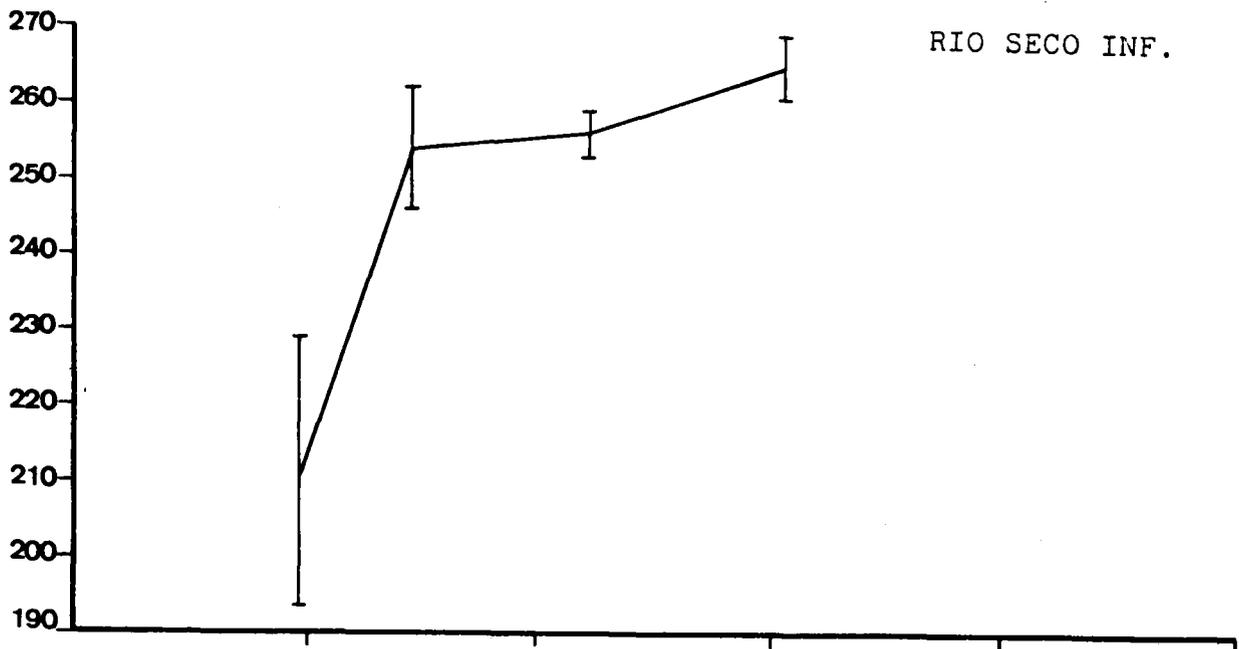


Figura 42: Continuación

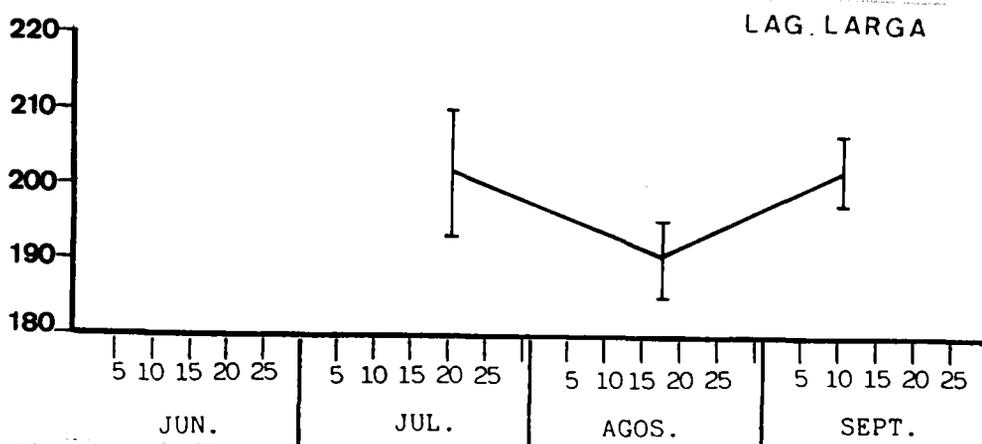
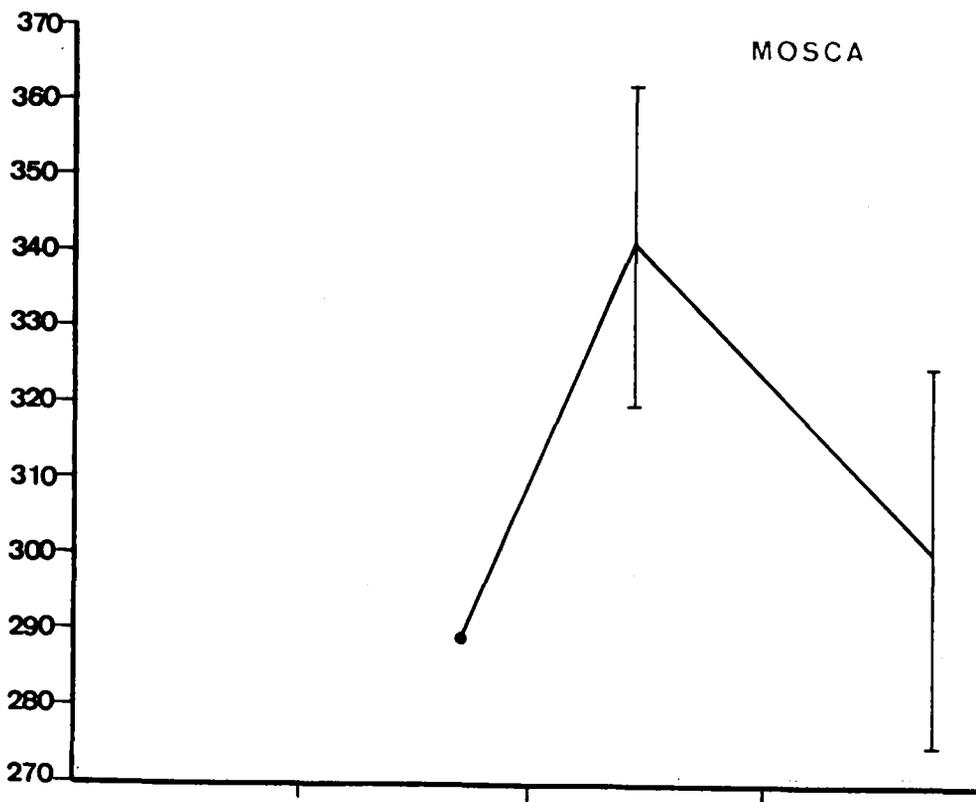
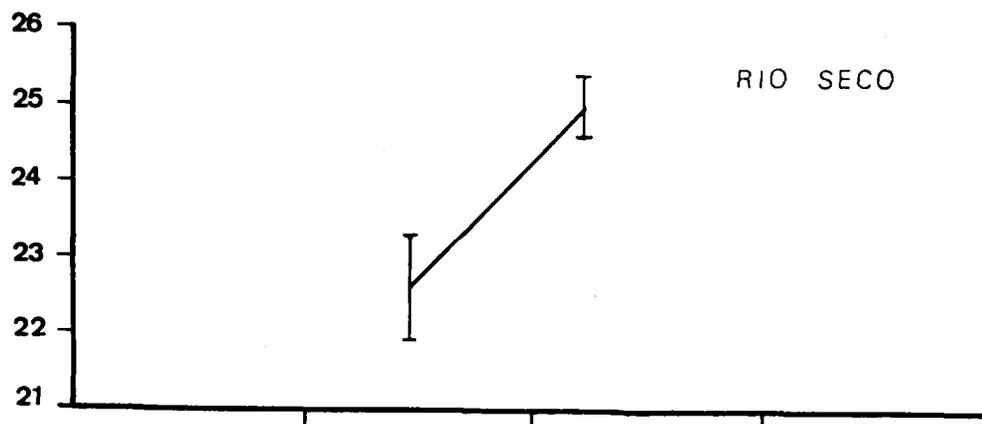


Figura 42: COntinuación

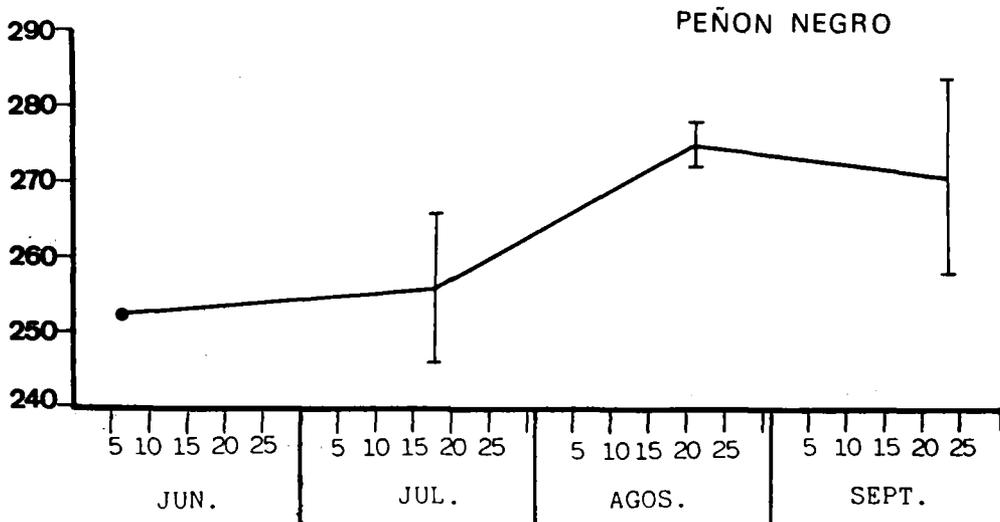
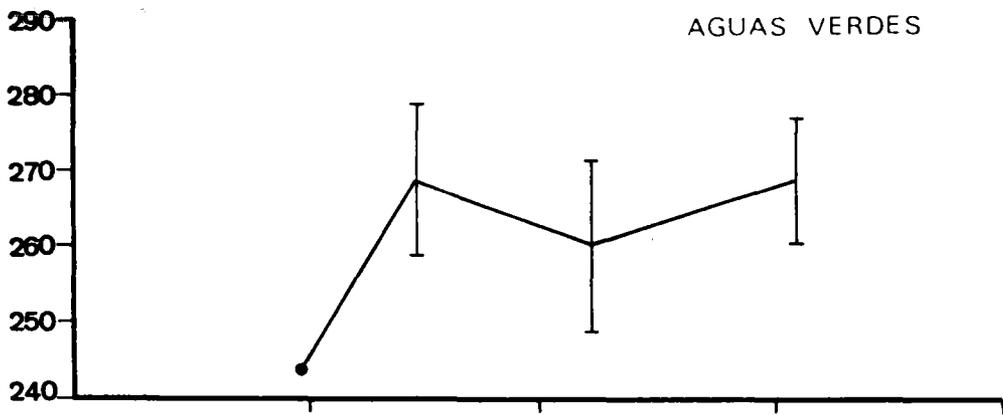
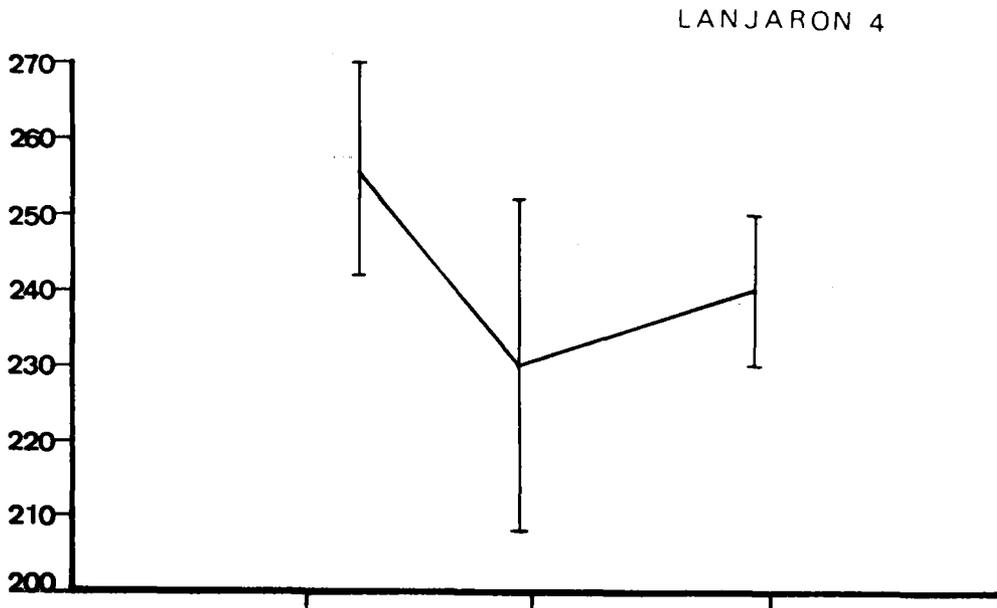


Figura 42: Continuación

Dada la alta significación que ha proporcionado este test ( $p < 0.001$ ) podemos afirmar que las longitudes medias de las poblaciones de E. dilatata, consideradas en conjunto las pertenecientes a distintas lagunas o fechas, no son todas iguales.

Con objeto de poder realizar un análisis de la varianza, fechas X lagunas, que nos permita dilucidar si la época de recogida de muestras y/o las lagunas a las que pertenece tienen influencia sobre los tamaños de las poblaciones de E. dilatata que las habitan, hemos buscado grupos de lagunas que reuniesen las siguientes condiciones: que estuviesen muestreadas en las mismas fechas; que tuviesen un número suficiente de individuos medidos; y que sus poblaciones fuesen homogéneas.

En un primer grupo, se analizaron las lagunas 4, 5, 6 y 7, todas del Valle de Siete Lagunas, que fueron muestreadas siempre en los mismos días. En ellas, las varianzas de los tamaños de E. dilatata no resultaron ser significativamente diferentes ya que, aplicando el test  $F_{max}$  (SOKAL Y ROHLF, 1979), la varianza mayor, 3.116,99 (laguna 6 de Siete lagunas, 11-8-81), entre la menor, 673,4 (laguna 5 de Siete Lagunas, 11-8-81) es:

$$F_{max} = \frac{3.116,99}{673,4} = 4,63$$

valor inferior al de  $F_{max}$ , 0.05 (12,6) = 20,7.

En los muestreos de los días 16-7, 11-8 y 4-9 se midieron en dichas lagunas un número de individuos entre 7 y 12 por muestra. Para facilitar el cálculo del análisis de la varianza, se procedió a eliminar, por sorteo, mediante generación de números aleatorios, el número de medidas precisas en cada ocasión para que todas las muestras tuviesen 7 medidas.

Efectuada esta reestructuración se llevó a cabo un análisis de la varianza, según un modelo I, de dos factores, fechas X lagunas, sobre los datos que se ofrecen en la tabla

LAGUNAS

		<u>7(7)</u>	<u>6(7)</u>	<u>5(7)</u>	<u>4(7)</u>
		FECHAS	16-7	243.90	309.40
267.59	289.89			184.08	303.18
228.57	242.50			273.29	301.42
273.16	308.00			277.54	269.88
150.52	232.75			254.88	268.13
236.93	242.50			249.22	280.39
241.11	214.63			261.96	198.03
11-8	332.45		247.80	242.97	220.44
	283.20		225.27	289.63	276.76
	266.27		308.94	283.20	241.36
	238.56		156.08	249.00	315.38
	169.30		188.26	212.40	265.50
	238.56		307.34	255.00	289.64
	184.69		289.64	276.76	321.82
4-9	246.11		254.54	252.86	310.17
	193.26		281.51	246.11	246.11
	225.88		262.97	249.48	276.46
	121.37		303.43	236.00	269.71
	195.54		139.91	141.60	188.80
	175.31		279.83	278.14	215.77
	229.26		163.51	126.43	303.43

	<u>gl</u>	<u>SS</u>	<u>MS</u>	<u>F<sub>s</sub></u>
Subgrupos	11	37.495,98	3.408,73	
Lagunas	3	20.302,46	6.767,49	3,18 *
Fechas	2	12.721,58	6.360,79	2,98
Fechas X lagunas	6	4.471,94	745,32	0,35
Error	72	153.418,91	2.130,82	

Tabla XI: Diseño y resultados del análisis de la varianza de los efectos de 4 lagunas del Valle de Siete Lagunas, y fiferentes fechas, sobre los tamaños de E. dilatata (\* Valor significativo:  $p < 0.05$  )

## LAGUNAS

FECHAS	LAGUNAS		
	A.V.	Majano	Caldera
14-7	263.89	234.75	255.18
	310.55	193.77	277.29
	271.94	249.66	244.85
	328.14	192.38	245.44
	294.46	253.38	244.85
	201.14	260.84	268.45
	252.63	275.75	216.82
	292.85	253.38	238.95
	305.73	257.12	271.40
	7-8	297.95	135.44
281.72		215.47	269.58
292.05		160.07	255.72
290.57		233.95	249.56
244.85		218.56	218.75
193.22		218.56	238.76
259.60		224.71	254.18
244.85		212.40	268.04
203.55		249.34	251.10
2-9		276.76	226.88
	228.49	257.45	279.98
	267.11	236.53	190.48
	233.32	217.22	273.09
	296.07	234.92	274.77
	251.02	178.61	222.51
	257.45	228.49	291.63
	276.76	225.59	262.97
	310.55	255.84	280.50

	gl	SS	MS	F
Subgrupos	8	27.771,83	3.471,48	
Lagunas	2	21.337,12	10.668,56	12,21 ***
Fechas	2	3.654,83	1.827,41	2,09
Lagunas x fechas	4	6.434,71	1.608,68	1,84
Error	72	62.924,25	873,95	

Tabla XII: Diseño y resultados del análisis de la varianza de los efectos de las lagunas Aguas Verdes, Majano y La Caldera y diferentes fechas sobre las longitudes de la loriga de *E. dilatata*.

\*\*\* Valor significativo ( $p < 0.001$ )

XI , donde también aparecen los resultados de dicho análisis.

Tanto la interacción lagunas X fechas, como las fechas, no resultaron afectar significativamente a los tamaños de E. dilatata. Únicamente las lagunas han mostrado influencia sobre la longitud de esta especie, aunque el valor obtenido es próximo al valor de significación del 0.05% ( $F_{3,74} (=0.05) = 2.76$ )

Con objeto de confirmar este resultado, se efectuó el mismo análisis sobre otro grupo de lagunas: Aguas Verdes, Majano y Caldera, situadas en valles diferentes, aunque muestreadas también en los mismos días. Igualmente, en esta ocasión, las varianzas no resultaron ser significativamente distintas entre los días 14-7, 7-8 y 2-9 (varianza mayor 1.466,89 en Aguas Verdes, 7-8; la menor, 239,94 en La Caldera, 7-8)

$$F_{\max} = \frac{1.466,89}{239,94} = 6,11$$

valor menor que  $F_{\max} 0.05(9,8) = 11,1$

En esta ocasión, el número de mediadas más bajo que se efectuó fue de 9, número al que se redujeron los muestreos con mayor abundancia de datos. En la tabla XI presentamos los datos sobre los que se efectuó dicho análisis.

El resultado obtenido es el mismo que en el caso anterior. Únicamente las lagunas resultaron afectar significativamente al tamaño de los individuos de E. dilatata, aunque la significación ha resultado ser considerablemente mayor.

$$F_{2,74} (=0.001) = 7,7$$

Para comprobar si la varianza de los tamaños observada en cada laguna a lo largo del periodo de muestreo, responde a diferencias estadísticamente significativas, se han realizado, en cada caso, análisis simples de la varianza, basados en los datos de la tabla VIII del Apéndice. En cada caso, se ha realizado el test  $F_{\max}$ , que siempre ha permitido suponer la homogeneidad de las varianzas de las poblaciones de E. dilatata en cada laguna.

Tabla XIII : Resultados de los análisis de la varianza entre la longitud de E. dilatata, en diferentes fechas de varias lagunas de Sierra Nevada

\* Valor significativo  $p < 0.05$   
 \*\* " "  $p < 0.01$   
 \*\*\* " "  $p < 0.001$

7 (SIETE LAGUNAS)				
	gl	SS	MS	F
Entre fechas	4	29.412,0	7.353,0	3,6 *
Dentro fechas	35	71.916,4	2.054,7	
Total	39	101.328,4		
6 (SIETE LAGUNAS)				
	gl	SS	MS	F
Entre fechas	2	4.336,7	2.168,3	0.91
Dentro fechas	28	66.367,0	2.370,2	
Total	30	70.703,7		
5 (SIETE LAGUNAS)				
	gl	SS	MS	F
Entre fechas	3	7.957,3	2.652,4	1,79
Dentro fechas	36	53.271,7	1.479,8	
Total	39	61.229,0		
4 (SIETE LAGUNAS)				
	gl	SS	MS	F
Entre fechas	3	2.135,7	711,9	0.42
Dentro fechas	36	61.596,1	1.711,0	
Total	39	63.731,8		
2 (SIETE LAGUNAS)				
	gl	SS	MS	F
Entre fechas	1	33,9	33,9	0.04
Dentro fechas	17	13.754,5	809,1	
Total	18	13.788,4		

Tabla XIII: Continuación

RIO SECO SUPERIOR	gl	SS	MS	F
Entre fechas	1	1.646,1	1.646,1	1,91
Dentro fechas	16	13.774,9	860,9	
Total	17	15.421,0		
RIO SECO	gl	SS	MS	F
Entre fechas	2	539,6	269,8	0,75
Dentro fechas	20	7.218,8	360,9	
Total	22	7.758,4		
MAJANO	gl	SS	MS	F
Entre fechas	4	18.449,6	4.625	4,27 **
Dentro fechas	51	55.276,7	1.083,8	
Total	55	73.776,6		
CALDERA	gl	SS	MS	F
Entre fechas	4	385,9	96,5	0,18
Dentro fechas	40	21.657,8	541,4	
Total	44	22.043,7		
CALDERETA	gl	SS	MS	F
Entre fechas	2	493.003,7	246.501,8	671,44 ***
Dentro fechas	29	10.646,6	367,12	
Total	31	503.650,3		
GEMELAS	gl	SS	MS	F
Entre fechas	3	9.451,3	3.150,4	3,99 *
Dentro fechas	35	27.647,7	789,9	
Total	38	37.099,0		
LARGA	gl	SS	MS	F
Entre fechas	2	883,5	441,75	1.05
Dentro fechas	27	11.333,5	419,76	
Total	29	12.217,0		

Tabla XIII: Continuación

LANJARON 4	gl	SS	MS	F
Entre fechas	1	870,2	870,2	0,5
Dentro fechas	14	24.393,2	1.742,4	
Total	15	25.263,4		

LANJARON	gl	SS	MS	F
Entre fechas	1	1.150,7	1.150,7	0,42
Dentro fechas	14	38.331,7	2.738,0	
Total	15	39.482,4		

VIRGEN INFERIOR	gl	SS	MS	F
Entre fechas	1	631	631	0.29
Dentro fechas	13	27.862	2.143,2	
Total	14	28.493		

VIRGEN MEDIA	gl	SS	MS	F
Entre fechas	2	10.640,4	5.320,2	6,94 **
Dentro fechas	23	17.638,6	766,9	
Total	25	28.279,0		

VIRGEN SUPERIOR	gl	SS	MS	F
Entre fechas	2	6.201,2	3.100,6	1,01
Dentro fechas	21	64.243,8	3.059,2	
Total	23	70.445,0		

PEÑON NEGRO	gl	SS	MS	F
Entre fechas	2	3.432,1	1.716,0	3,5 *
Dentro fechas	26	12.749,2	490,3	
Total	28	16.181,3		

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla XIII donde se puede apreciar que, en una gran parte de las lagunas, los tamaños no suelen ser significativamente distintos. Cuando lo son, hay que destacar que se han producido, esencialmente, en aquéllas que, según la ordenación hecha en capítulos anteriores, corresponden a las lagunas con comunidades de tipo litoral y que han presentado las mayores abundancias de individuos de E. dilatata.

De los factores fisico-químicos estudiados por nosotros, es conocida la influencia de la temperatura sobre el tamaño del cuerpo de los organismos poiquilotermos (WIMBERG, 1971), por lo que hemos tratado de estudiar su efecto sobre los tamaños de los individuos de E. dilatata en Sierra Nevada.

La figura 42 muestra la relación entre las longitudes medias de E. dilatata y las temperaturas a las que se hallaban. En dicha gráfica podemos apreciar cómo los tamaños medios máximos observados para cada temperatura son progresivamente menores conforme aumenta ésta, de manera que, una línea que pase, aproximadamente, por estos máximos, tiene una apreciable pendiente negativa. También apreciamos en dicha gráfica que los tamaños máximos, a temperaturas inferiores a unos 12°C, son todos muy parecidos, entre 290 y 300  $\mu\text{m}$ . Destaca, asimismo, lo alejado que queda del resto de las poblaciones el valor de 341.7  $\mu\text{m}$ , correspondiente a la laguna de La Mosca (14-8-81).

Por debajo de la línea de valores máximos, se sitúan el resto de las poblaciones, que ocupan una amplia gama de tamaños para cada temperatura.

Las temperaturas a las que han sido encontrados los individuos no parecen, sin embargo, las más indicadas para el establecimiento de una relación lineal, del tipo de la encontrada por ELORANTA (1982), para Keratella cochlearis.

Según los estudios de laboratorio, el desarrollo embrionario y postembrionario, antes de la primera reproducción,

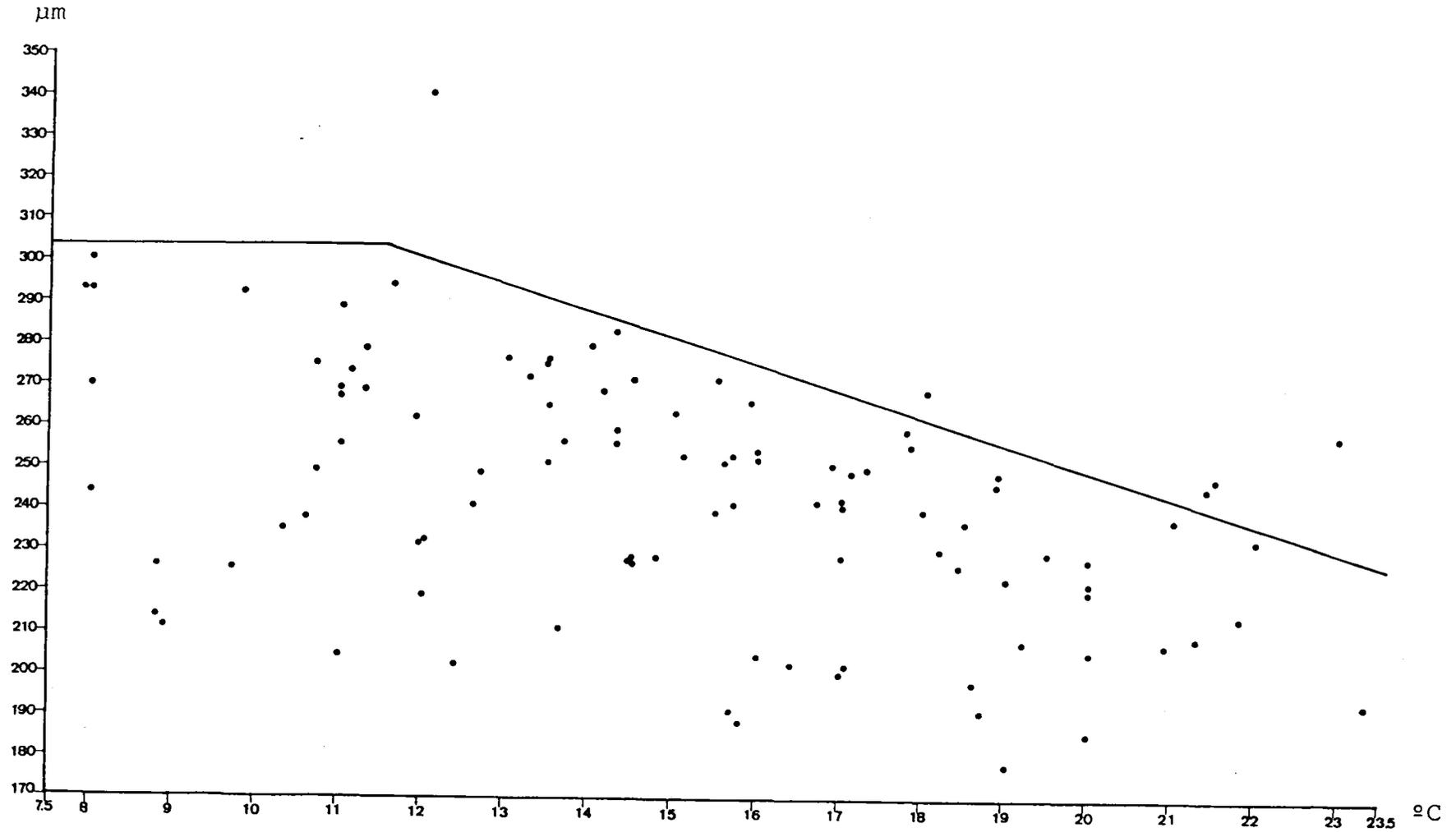


Figura 43: Relación entre la longitud media de la lorica (ordenadas) de diferentes poblaciones de *E. dilatata* y la temperatura (abscisas) a la que se encontraban.

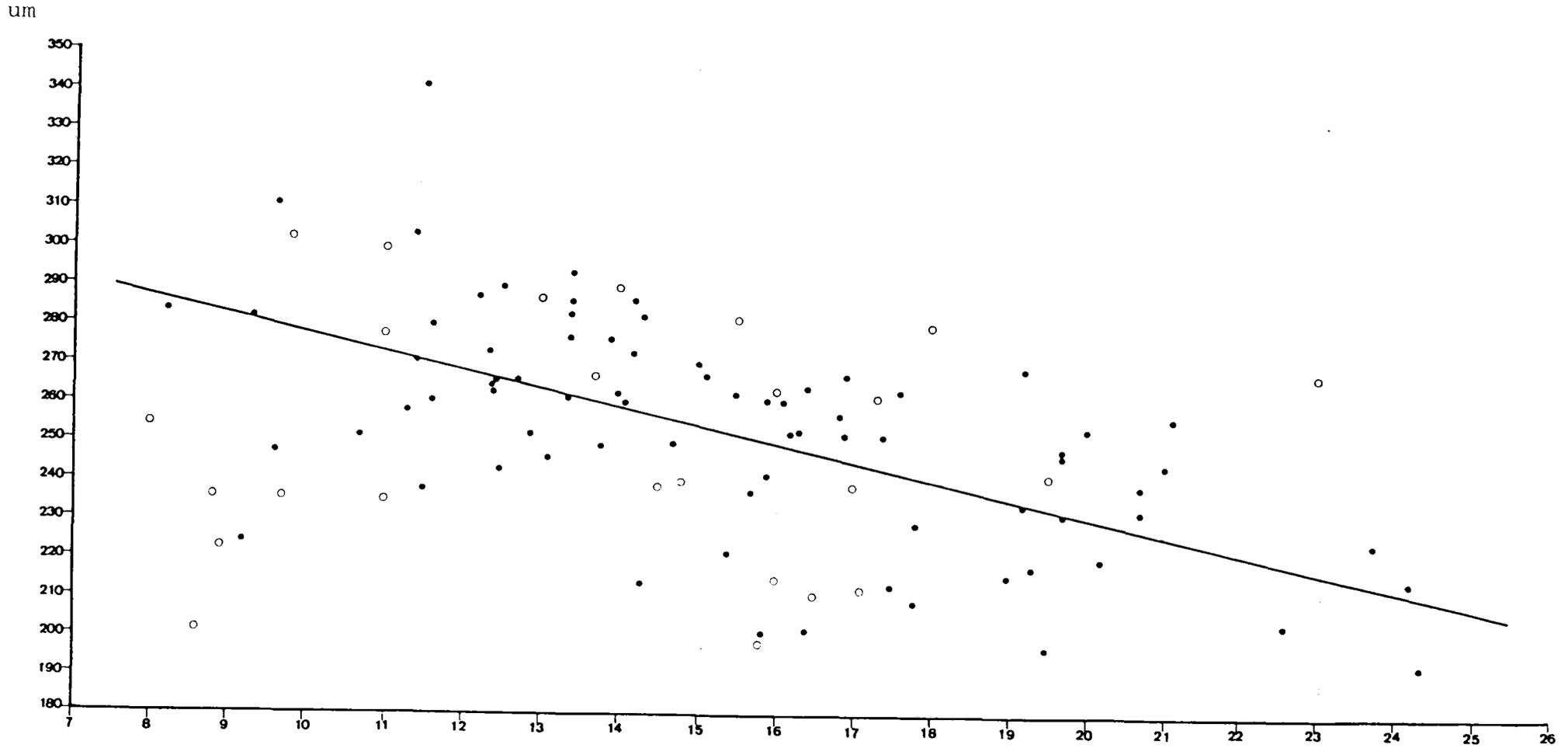


Figura 44: Relación entre la longitud media de la loriga (ordenadas) de diferentes poblaciones de *E. dilatata* y la temperatura (abscisas). (●) representan las poblaciones en la temperatura media entre la existente en el momento de la captura y la del muestreo precedente. (○) representan las poblaciones en la temperatura a la que se encontraban en el momento del muestreo. La recta se ha calculado sobre el primer grupo de datos.

es la etapa de la vida de los Rotíferos más vulnerable a la influencia de los factores ambientales (KING, 1967; POURRIOT, 1973; RUTTNER-KOLISKO, 1974; LINDSTRÖM Y PEJLER, 1975; ELO-RANTA, 1982; DUNCAN, 1984..). Por esta razón, y dado que las temperaturas en nuestro área de estudio pueden ser muy variables, hemos decidido representar los tamaños medios de las poblaciones de E. dilatata con relación a la media de las temperaturas, entre la que se mide en el momento del muestreo y la que había en el muestreo precedente, como una estima más aproximada de la temperatura a la que se han desarrollado las poblaciones en un periodo dado.

En la figura 44 se muestra el resultado obtenido por este procedimiento. En dicha figura se han señalado, con un círculo, los valores correspondientes al primer muestreo de cada laguna, ya que éstos se han representado a la temperatura a la que se encontraron, porque carecemos de datos sobre la temperatura de días anteriores. Una vez agrupados de esta forma, es más apreciable una relación lineal entre la temperatura a la que se desarrollaron los individuos y el tamaño de los mismos.

Realizado un análisis de regresión lineal sobre toda la nube de puntos, tanto el coeficiente de regresión de la recta minimocuadrática, como el coeficiente de correlación entre tamaños y temperaturas, han resultado ser significativamente diferentes de cero ( $p < 0.001$ ).

$$L = 293,3575 - 3,4523 T ; \quad r^2 = 0.20164$$

$$t = \frac{b}{S_b} = \frac{-3,452}{0.690} = -5 ; \text{ significativo } p < 0.0001$$

De todas formas, la varianza de tamaños explicada por la temperatura, mediante esta ecuación de regresión, es baja, de manera que sólo un 20% de la varianza observada en el tamaño de E. dilatata, en todos los muestreos, es atribui-

ble a la temperatura.

El porcentaje de varianza de tamaño, explicada por la temperatura, aumenta se realizamos el cálculo de la recta de regresión eliminando los primeros muestreos de cada laguna, en los que no disponemos de datos sobre la temperatura de fechas precedentes. La recta de regresión que se obtiene en este caso es

$$L = -4,76 T + 315,52$$

en este caso, la correlación es de  $r = 0.616$  y, por consiguiente, una varianza explicada del 37.9%

Los factores, cuyo efecto sobre el tamaño del cuerpo de los Rotíferos han sido mejor estudiados, son: temperatura (POURRIOT, 1964, 1973, 1982; HALBACH, 1970; SNELL Y CARRILLO, 1981; ELORANTA, 1982; HILLBRICHT-ILKOWSKA, 1983...); densidad y calidad del alimento (POURRIOT, 1965, 1973; KING, 1967; THEILACKER Y McMASTER, 1971; PILARSKA, 1977; SCOTT Y BAYNES, 1978;...) y la línea genética a la que pertenece la población (POURRIOT, 1973; YUFERA, 1982; SERRA Y MIRACLE, 1982; SNELL y CARRILLO, 1984...).

La relación encontrada por nosotros, entre temperatura y tamaño del cuerpo, es comparable a la que hallan otros autores para otras especies. POURRIOT (1973), cultiva distintos linajes de Brachionus calyciflorus, a temperaturas comprendidas entre 7.5 y 25°C, encontrando unos coeficientes de regresión lineal que oscilan entre -4 y -8.

ELORANTA (1982) observa las variaciones de tamaño de Keratella cochlearis tecta, a lo largo de un año, en un lago calentado artificialmente por una central nuclear, y encuentra también una relación lineal entre temperatura y tamaño del cuerpo, con una pendiente de -4.45, notablemente similar a la hallada por nosotros.

Sin embargo, el porcentaje de variación de tamaños

explicado por la temperatura, deja un amplio margen de actuación a otros posibles factores.

El efecto de los factores ambientales sobre el tamaño del cuerpo, no es simple. DUNCAN (1984), discutiendo los factores que pueden afectar al tamaño del zooplancton de Parakrama Samudra, pone de manifiesto cómo existen interacciones entre la cantidad de alimento y la temperatura o entre la duración del desarrollo y el tamaño del cuerpo.

La duración del desarrollo juvenil (desde el momento de la salida del huevo hasta la primera reproducción) y tamaño del cuerpo de los adultos, ha sido relacionado de forma directamente proporcional (STERZYNSKI, 1979) ya que, como manifiestan diversos autores (KING, 1967; POURRIOT, 1973; RUTTNER-KOLISKO, 1974), durante la fase de desarrollo juvenil, es el momento en que se produce la mayor tasa de ingestión de alimento, de manera que, una prolongación de esta fase, debería redundar en unos adultos de mayor talla.

Por otro lado, KING (1967) muestra, en experiencias realizadas con E. dilatata, que la densidad del alimento tiene un efecto directo sobre el tamaño del cuerpo. Observa unos incrementos de tamaño, en el cuerpo de los adultos, de hasta un 25% cuando cultiva a los individuos en medios con concentraciones de algas 10 veces superiores. Al mismo tiempo, comprueba cómo, en individuos cultivados en medios deficientes en alimento, se produce un aumento de la duración de la fase juvenil.

POURRIOT (1965) revela cómo la calidad de la dieta es determinante de incrementos del cuerpo de Colloteca ornata de hasta un 100%.

También ha sido relacionado el tamaño del cuerpo con la tasa de reproducción. THEILACKER Y McMASTER (1971) y SCOTT Y BAYNES (1978) aportan datos sobre cultivos masivos de Brachionus plicatilis, que ponen de manifiesto cómo, en un periodo de fuerte crecimiento de las poblaciones, se produce

una reducción del tamaño de los individuos.

Por otro lado, MAKAREWICZ Y LIKENS (1979) obtienen, como resultado del cultivo de ocho especies de Rotíferos, a diferentes concentraciones de alimento, que un incremento del estado trófico, reduce el tiempo de generación e incrementa el número de huevos puestos por hembra. Resultados similares son obtenidos por POURRIOT (1957) y KING (1967).

En todos estos procesos, la temperatura actúa aumentando el metabolismo, por lo que, en un medio dado, puede aumentar la cantidad de alimento disponible, pero, a la vez, acortar los periodos de desarrollo juvenil y aumentar la tasa de reproducción (RUTTNER-KOLISKO, 1974; WATTIEZ, 1979; POURRIOT, 1982; GALKOSKAYA, 1983). Por consiguiente, la temperatura puede tener efectos contradictorios sobre los individuos de E. dilatata.

Además, a las interacciones comentadas, hay que añadir la que han puesto de manifiesto SNELL Y CARRILLO (1984), entre la temperatura, linaje genético y tamaño del cuerpo. En un estudio experimental llevado a cabo sobre Brachionus plicatilis, encuentran que la dieta es responsable de pequeñas diferencias en el tamaño del cuerpo de los individuos, un 15% en el mejor de los casos, y considerando los resultados de otros autores.

En otros experimentos, los mencionados SNELL Y CARRILLO, observan los efectos de línea genética, temperatura y salinidad, sobre el tamaño del cuerpo, y encuentran que, el principal factor responsable de dicho tamaño es el linaje al que pertenecen las poblaciones. Igualmente, observan que el efecto de la temperatura sobre el tamaño de los individuos depende también del linaje al que pertenezcan. De los cuatro linajes que experimentan, en dos de ellos la temperatura sólo afectó al tamaño del cuerpo en un 12% como máximo, cuando los cultivaban a tres temperaturas diferentes: 15, 23 y 30°C, siendo mayores a temperaturas más frías. De los otros dos li-

najes estudiados, uno fue incapaz de sobrevivir a 15°C y el otro muestra una diferencia del 90% en los tamaños de las poblaciones cultivadas a 15 y 30° C.

Por otro lado, KING (1972) estudia las adaptaciones de E. dilatata a las variaciones de temperatura a lo largo de un año, en un estanque. Recoge individuos en diferentes épocas y, tras ser clonados y cultivados en el laboratorio, durante 10 generaciones, a temperaturas constantes de 19 y 27°C, las poblaciones resultantes se usan para la determinación de la tasa de crecimiento de las poblaciones.

Las determinaciones las efectúa dos veces para cada clon, una a la temperatura a la que se obtuvo dicho clon y, otra vez, a la temperatura contraria, con objeto de estudiar la capacidad de adaptación. Sus resultados revelan que la adaptación fisiológica sola no puede explicar las diferencias en las tasas de crecimiento poblacionales de los clones, correspondientes a distintas épocas del año, y concluye que es necesario un componente genético para explicar esta variación. Sugiere, asimismo, modelos de adaptación a las condiciones ambientales, que se basan en la sustitución de unos clones por otros, según cambien dichas condiciones.

SERRA y MIRACLE (1983) encuentran, además de la influencia de temperatura y salinidad, un importante componente genético en las variaciones morfológicas de varios clones de B. plicatilis. Cuando cultivan, bajo condiciones constantes, varios clones, de diferentes localidades españolas, en el laboratorio, observan que se mantiene su diferenciación morfológica, permitiendo, en base a ella, una ordenación Norte-Sur de sus localidades de origen.

A la vista de estos hechos, la variación en el tamaño, observada entre las diferentes poblaciones de E. dilatata, en Sierra Nevada, puede interpretarse como la respuesta fisiológica de un linaje de E. dilatata, muy plásticamente morfológicamente, o como el efecto de la presencia de un conjun

to de clones con diferente grado de adaptación a las distintas condiciones ambientales.

Las variaciones de tamaño observadas dentro de una misma laguna, en general, no pueden atribuirse a la temperatura, ya que, en las que se ha producido dicha variación, la temperatura no cambia lo suficiente o, incluso, aumenta a la par que los tamaños (Virgen Media, entre los días 4-8 al 25-8). En estos casos, las diferencias de tamaño nunca han sido superiores al 25%, de manera que pueden ser atribuidas a diferencias en el estado trófico de la laguna en los diferentes días, de acuerdo con los resultados de KING (1967).

Sin embargo, las diferencias entre lagunas son más importantes. Así, en la laguna de La Mosca (14-8-81), se desarrolla una población con un tamaño medio de 341.69  $\mu\text{m}$ , a una temperatura estimada de desarrollo de 11°C, mientras que, a esta misma temperatura, en Río Seco Superior (14-7-81), el tamaño de la población fue de 227.17  $\mu\text{m}$ , lo que representa una diferencia de tamaños del 46%, que no parece posible atribuir a variaciones en la cantidad de alimento. Esta diferencia podría producirse por una variación en la calidad del alimento (POURRIOT, 1977) o porque los clones que habitan las lagunas difieran genéticamente.

Que haya un fuerte componente genético en la variabilidad observada en los tamaños de E. dilatata, cuenta con investigaciones que sustentan esta posibilidad. Aparte de los ya citados, SERRA y MIRACLE (1983) y SNELL y CARRILLO (1984), SNELL (1979) encuentra que la competición interclonal intraespecífica en Asplachna brigthwelli y A. girodi es muy importante, de manera que es fácil suponer una discontinuidad genética entre sus poblaciones.

También apunta en este sentido el resultado obtenido por SNELL y HAWKINSON (1983), quienes comprueban, para Braichionus plicatilis, que el aislamiento reproductivo se da con más facilidad entre poblaciones simpátricas que alopátricas.

De igual manera, un aislamiento genético podría explicar las diferencias morfológicas que hemos podido observar en distintas poblaciones desarrolladas en diferentes lagunas, de las especies Trichotria tetractis y Lecane lunaris, según pudimos comprobar en su momento (ver páginas 61 y 88).

#### Biomasa de E. dilatata

Los trabajos que realizan una estima de la biomasa de las especies de zooplancton en general, y de Rotíferos en particular, han usado dos técnicas diferentes para dicha estima. En un método, se calcula el volumen del cuerpo de un individuo, por aproximación a una figura geométrica y, posteriormente, este volumen es expresado en forma de peso seco, asumiendo que la densidad de los individuos es de 1 y que existe una proporción constante entre peso húmedo y peso seco. RUTTNER-KOLISKO (1977) propone el empleo de una serie de fórmulas geométricas para el cálculo del volumen de 20 géneros de Rotíferos planctónicos entre los que se encuentra Euchlanis.

La segunda técnica estima el peso seco de los individuos pesándolos directamente mediante una microbalanza. Ya que el pequeño tamaño de los Rotíferos hace virtualmente imposible pesar individuos aislados, pues el peso de uno de ellos suele ser un orden de magnitud inferior a la sensibilidad de las microbalanzas más precisas disponibles actualmente : 0.1 µg. (DOWNING y RIGLER, 1984). Se evita este inconveniente pesando un número conocido de individuos y obteniendo un peso medio.

Por este segundo método, y tras medir también a los ejemplares que pesa, DUMONT et al. (1975) obtienen una ecuación exponencial que describe la variación del peso seco de los individuos de E. dilatata en función de su longitud. Dicha ecuación es la siguiente:

$$W = 5.11 \times 10^{-6} L^{2.07}$$

siendo W el peso seco, en µg, y L la longitud, en µm.

Este método tiene el inconveniente de haber proporcionado resultados desiguales cuando se ha aplicado a las mismas especies, en diferentes hábitats (DUMONT et al., 1975; BOTREL et al., 1976), por lo que DOWNING y RIGLER (1984) creen que las ecuaciones proporcionadas por este método no deben emplearse, salvo que sean recalculadas para los individuos de la localidad donde se va a aplicar.

El método de la estima de los volúmenes, a pesar de que realiza supuestos no comprobados, tiene la ventaja de poderse adaptar a las características de nuestras poblaciones, por lo que es el que hemos decidido usar para nuestros cálculos de biomasa.

Cálculo de los volúmenes de E. dilatata.- RUTTNER-KOLISKO (1977) propone asimilar la forma del cuerpo de E. dilatata a un hemielipsoide de revolución, girado sobre su eje mayor, cuyo volumen viene determinado por la siguiente ecuación:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_3}{3} \quad (1)$$

siendo  $r_1$ ,  $r_2$  y  $r_3$  los semiejes del elipsoide.

En el cuerpo de E. dilatata, según la figura 45  $a = 2 r_1$  y  $b = 2 r_2$ , mientras que  $c = r_3$ , dado que la forma del cuerpo de E. dilatata equivale a una sección longitudinal de un elipsoide; así, la fórmula anterior se puede expresar también como:

$$V = 0.52 \times a \times b \times c \quad (2)$$

RUTTNER-KOLISKO estima reducir aún más esta fórmula, dado que, dentro de las poblaciones, ya que las razones entre longitud, anchura y altura no deben variar mucho. Ella ofrece las siguientes equivalencias:

$$b = 0.6 a \quad \text{y} \quad c = 0.3 a$$

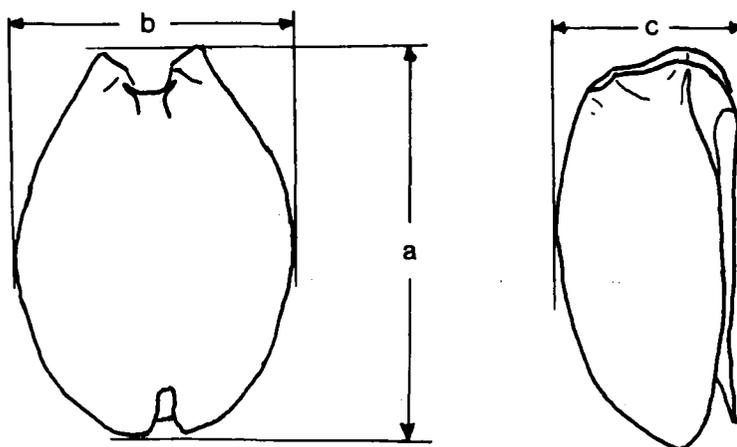


Figura 45: Parámetros de la lorica de E. dilatata.

de manera que el volumen puede ser estimado en base a la longitud solamente, según la siguiente ecuación:

$$V = 0.1 a^3$$

RUTTNER-KOLISKO añade también un 5%, correspondiente al volumen del pie, que, en su fórmula, no se contabiliza, al efectuar las medidas sobre ejemplares no contraídos. Pero, para que estas ecuaciones sean válidas, es preciso que, según RUTTNER-KOLISKO, las medidas sean efectuadas sobre los ejemplares narcotizados. Sin embargo, los nuestros se han medido después de haber sido fijados con formol y contraídos dentro de la lorica. Por esta razón es necesario adecuar los coeficientes de la ecuación (2) a nuestro caso. Para ello hemos usado las relaciones  $b/a$  y  $c/a$  que resultan de las medidas efectuadas sobre ejemplares de todas las lagunas.

La media de la relación  $b/a$ , en 561 ejemplares, ha sido de 0.723, con una desviación típica de 0.069. Por su parte, la relación  $c/a$  ha sido mucho más difícil de obtener, sólo se ha podido medir, con seguridad, en 31 ocasiones y ha proporcionado una media de 0.561 y una desviación típica de 0.075. De acuerdo con estos resultados, tenemos:  $b = 0.723 a$  y  $c = 0.561 a$ , por lo que las ecuación (1) se puede expresar:

$$V = 0.212 a^3$$

Cálculo de la biomasa de E. dilatata.- El volumen es transformado en peso seco asumiendo una densidad 1 y una relación peso seco/ peso fresco de 1/10, como ha sido considerado para Rotíferos y Asquelmintos en general (DOOHAN, 1973; PACE y ORCUTT, 1981 (en DOWNING y RIGLER, 1984); POURRIOT, 1982). Así, si la longitud de un individuo está expresada en  $\mu\text{m}$ , el peso seco en  $\mu\text{g}$  es, según nuestros cálculos:

$$\text{PS} = 0.212 \times 10^{-7} L^3$$

Esta es la expresión que hemos empleado en el cálculo de la biomasa.

En la figura 46 se muestran las curvas que resultan de aplicar la ecuación de DUMONT (1975), RUTTNER-KOLISKO (1977) y RUTTNER-KOLISKO modificada, apreciándose la notable aproximación de ésta última y la de DUMONT (1975).

Posteriormente, la biomasa de E. dilatata, en cada fecha de muestreo, se ha obtenido multiplicando el número de individuos por el peso que le corresponde a la longitud media de los individuos de esa fecha. En la figura 48 se muestra la evolución de la biomasa registrada en cada laguna.

Producción de E. dilatata.- Los métodos más corrientes para la estima de la producción secundaria en el zooplancton no pueden ser aplicados a Rotíferos, debido a que no presentan estados de desarrollo distinguibles y, además, su periodo de vida es corto (WIMBERG, 1971). A pesar de esto, se han desarrollado dos métodos para aproximar la producción de estos organismos.

En aquellos casos en los que se puede saber la relación huevos amícticos/hembras, EDMONDSON (1960) propone un método para calcular la producción mediante la estima de la tasa de reproducción natural. Este método ha sido aplicado con mayor frecuencia a especies que llevan los huevos adheridos al cuerpo de la hembra, y no puede aplicarse a nuestro caso,

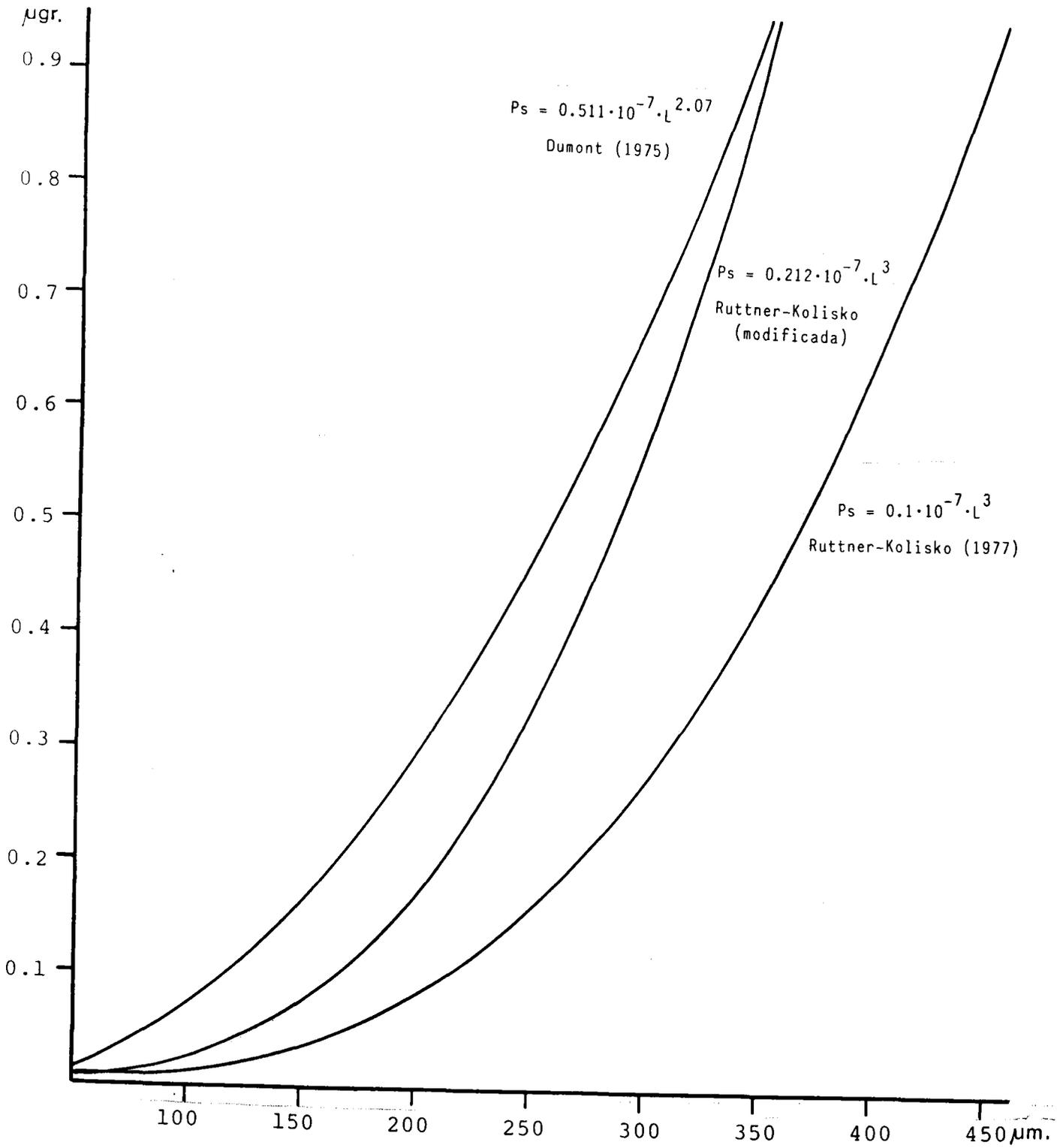


Figura 46: Relación entre longitud de la loriga y peso seco de E. dilatata.

dado que E. dilatata pone los huevos, principalmente, pegados a un sustrato, lo que imposibilita su obtención en las muestras cuantitativas.

GALKOSKAYA (1965) (en WIMBERG, 1971) propone un método más general para la estima de la producción. En una población de estructura estable, con reproducción continua de los individuos, el tiempo de renovación medio de la biomasa es el inverso de la tasa de renovación ( $T_r$ ) o cociente P/B.

$$P/B = 1/b$$

siendo b la tasa de crecimiento instantáneo en números. GALKOSKAYA asimila este tiempo de renovación al tiempo mínimo de generación ( $T_{mg}$ ).

$$T_{mg} = D_e + D_j = T_r = 1/b \quad b = 1/T_{mg}$$

y, entonces, la producción puede ser calculada por la fórmula:

$$P = \frac{1}{T_{mg}} t \frac{N_o + N_t}{2}$$

donde  $N_o$  y  $N_t$  son el número de individuos en el momento inicial y al final del tiempo t (duración de la observación, en días), respectivamente.  $T_{mg}$  puede calcularse en el laboratorio, aunque el error podría ser considerable, ya que, según POURRIOT (1982), esta aproximación sólo puede efectuarse si los individuos tienen fecundidad poco elevada.

Si la diferencia entre el recién nacido y el adulto no es muy grande, como es nuestro caso, la ecuación anterior se puede expresar en términos de biomasa (DOWNING y RIGLER, 1984) estimando un peso medio de los individuos en función de los tamaños medios que presentan durante el periodo de tiempo considerado.

$$P = \frac{1}{T_{mg}} t \frac{N_o + N_t}{2} \times \bar{p}$$

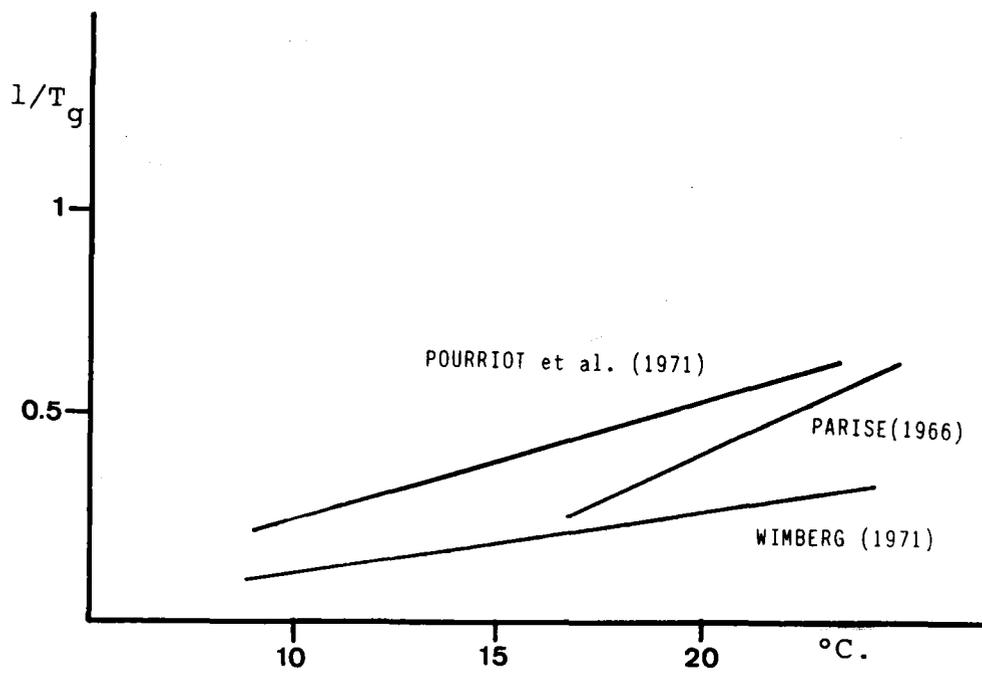


Figura 47: Estimaciones del tiempo medio de generación de E.dilatata, para diferentes temperaturas, según diversos autores.

Para poder aplicar este método a nuestros datos, hay que conocer el tiempo medio de generación de E. dilatata, que sólo se puede calcular en el laboratorio. Este tiempo de generación ha sido estimado por PARISE (1966), POURRIOT (1971) y WIMBERG (1971), para distintas temperaturas, con resultados desiguales, que se muestran en la figura 47.

De estos tres cálculos, el de Parisi resulta ser un clon termófilo y, por eso, lo descartamos. El de Pourriot está efectuado sobre un cultivo de E. dilatata, a cuatro temperaturas distintas (entre 10°C y 20°C) y alimentada con una so la especie de alga en ligero exceso; mientras que el de Wimberg se ha realizado cultivando E. dilatata ( a dos temperaturas diferentes 19°C y 20°C), en el agua del mismo lago don de vivían. Esta última estimación parece ser la más cercana a las condiciones naturales y es la que hemos empleado en nuestros cálculos, extrapolando los tiempos de generación para otras temperaturas, suponiendo que se mantiene la misma relación lineal encontrada por Pourriot entre 10°C y 20°C. En nuestro caso, la ecuación sería:

$$\frac{1}{T_g} = 0.02 T^a - 0.13$$

Procediendo de este modo se logra también una buena aproximación a los datos aportados por KING (1972), que da un tiempo de generación, para E. dilatata, cultivado a 22°C, com prendido entre 3 y 4 días; esto es  $1/T_g$  entre 0.33 y 0.25. La extrapolación de los datos de Wimberg, para esta temperatura, ofrece un  $1/T_g$  de 0.31.

Los calculos se han realizado con los datos que figuran en la tabla XIV, donde tambien se exponen los valores de producción diaria, producción total para todo el periodo estudiado, cocientes P/B medio diario y P/B en todo el periodo de estudio, obtenidos en cada laguna.

Como se puede apreciar, los valores de producción

Tabla XIV: Cálculo de la producción de E. dilatata en diferentes lagunas.  $t^a$ : temperatura;  $\bar{t}^a$ : temperatura media entre dos muestreos;  $T_g$ : tiempo de generación;  $N^\circ$ : nº individuos/ $m^3$ ;  $\bar{p}$ : peso seco medio individual por muestreo;  $\bar{\bar{p}}$ : peso seco medio individual entre muestreos; B: biomasa por muestreo;  $\bar{B}$ : biomasa media entre muestreos;  $P_d$ : producción diaria;  $P_t$ : producción total. (p, B y P en  $\mu g/m^3$ ).

Virgen Superior

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	$N^\circ$	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	B	$\bar{B}$	$P_d$	$P_d/B$	$P_t$
10-7		8,8			0	2,436		0				
	25		8,25	28,6			3,37		2.051,36	55,97	0,03	1.399,26
4-8		7,7			950	4,319		4.102,72				
	21		9,65	15,9			3,57		4.726,98	319,95	0,07	6.719,01
25-8		11,6			1.900	2,816		5.351,24				
	24		11,35	10,3			3,02		2.675,62	278,54	0,10	6.685,05
18-9		11,1			0	3,215		0				
												14.803,32

P/B total= 4,82 P/B diario total= 0,07

Virgen Inferior

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	$N^\circ$	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	B	$\bar{B}$	$P_d$	$P_d/B$	$P_t$
19-6		13			-			0				
	21		15,85	5,3					181,99			
10-7		18,7			250	1,456		363,99				
	25		17,55	4,5			1,61		713,17	152,05	0,21	4.801,38
4-8		16,4			600	1,770		1.062,35				
	21		17,80	4,4			1,98		860,63	202,50	0,23	4.252,50
25-8		19,2			300	2,196		860,63				
												8.053,88

P/B total= 13,58 P/B diario total= 0,29

Tabla XIV: Continuación

Laguna 6ª (7 lag.)

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	$N^o$	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	R	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/R$	$P_t$
16-7	11				250	4,070		1.017,45				
	26		13,45	7,2			4,04		2.511,42	350,69	0,14	9.118,05
11-8	15,9				1.000	4,005		4.005,39				
	24		16,30	5,1			3,52		2.609,36	483,40	0,18	11.595,29
4-9	16,7				400	3,033		1.213,34				
	36		14,00	6,7			3,84		722,80	128,95	0,18	4.642,34
8-10	11,3				50	4,645		232,27				
												<u>25.355,73</u>

P/B total=14,16 P/B diario total=0,16

Dílar 1

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	$N^o$	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	R	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/R$	$P_t$
10-7	9,7				300	2,431		729,48				
	25		9,25	18,2			2,25		364,74	18,54	0.051	463,6
4-8	8,8				0	2,072		0				
	21		10,70	11,9			2,52		74,31	5,36	0,072	112,54
25-8	12,6				50	2,972		148,61				
	24		11,65	9,7			3,14		570,05	56,65	0,099	1.359,59
18-9	10,7				300	3,305		991,49				
												<u>1.935,73</u>

P/B total=5.56 P/B diario total=0,08

Tabla XIV: Continuación

Laguna 2ª (7 lag.)

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	$N^e$	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	$R$	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/R$	$P_t$
16-7		15,5			0	0,366		0				
	26		15,50	5,6			1,88		762,80	75,53	0,10	1.963,93
11-8		15,6			450	3,390		1.525,60				
	24		14,15	6,5			3,33		1.254,62	192,11	0,15	4.610,77
4-9		12,7			300	3,279		983,65				
	36		9,85	14,9			-		491,82	33,61	0,07	<u>1.188,36</u>
8-10		7			0	-		0				<u>7.763,06</u>

P/B total= 9,87 P/B diario total= 0,10

Laguna 4ª (7 lag.)

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	$N^e$	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	$R$	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/R$	$P_t$
12-6		11			150	-		-				
	22		12,25	8,7			-		-	-	-	-
4-7		13,5			50	4,493		224,67				
	12		13,90	6,8			4,66		353,70	52,43	51,46	0,14
16,7		14,3			100	4,827		482,75				616,76
	26		13,90	6,8			4,64		797,56	121,75	119,41	0,15
11-8		13,5			250	4,449		1.112,37				3.104,70
	24		14,25	6,5			4,15		845,33	124,56	127,69	0,15
4-9		15			150	3,855		578,29				3.064,61
	36		11,40	10,2			-		289,15	28,91	28,34	0,10
8-10		7,8			0			0				<u>1.020,44</u>
												<u>7.806,51</u>

P/B total= 13,74 P/B diario total= 0,11

Tabla XIV: Continuación

Laguna 7ª 7 lag.

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	Nº	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	R	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/B$	$P_t$
12-6	11				0	2,400		0				
	22		12,50	8,3			3,52		810,24	74,22	0,09	1.632,77
4-7	14				350	4,630		1.620,48				
	12		14,75	6,1			3,76		1.461,60	246,55	0,17	2.958,69
16-7	15,5				450	2,895		1.302,72				
	36		16,25	5,1			2,93		1.022,62	201,08	0,20	7.238,82
11-8	17				250	2,970		742,52				
	24		17,80	4,4			2,31		371,26	65,62	0,17	1.575,00
4-9	18,6				0	1,650		0				13.405,28

P/B total= 15,54 P/B diario total= 0,16

Majano

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	Nº	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	R	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/B$	$P_t$
5-6	16				0	0,366		0				
	8		16,5	5			1,08		42,73	5,40	0,13	43,20
13-6	17				50	1,709		85,46				
	17		17,5	4,5			2,32		703,46	116,00	0,16	1.972,00
30-6	17,9				450	2,936		1.321,45				
	38		17,9	3,8			3,04		10.375,38	2.660,00	0,26	101.080,00
7-8	21,4				6.200	3,134		19.429,31				
	26		20,7	3,5			2,82		12.536,98	3.404,14	0,27	88.507,71
2-9	20				2.250	2,508		5.644,65				191.602,91

P/B total= 23,28 P/B diario total= 0,26

Tabla XIV: Continuación

Gemela

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	Nº	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	B	$\bar{B}$	$P_d$	$P_d/B$	$P_t$
5-6		18			100	1,696		169,60				
	8		19	4			1,77		176,39	44,25	0,25	354,00
13-6		20			100	1,840		183,98				
	17		21	3,5			1,10		91,99	15,71	0,17	267,14
30-6		22			0	0,366		0				
	14		22,5	3,1			0,95		2.765,15	551,61	0,20	7.722,58
14-7		23,5			3.600	1,536		5.530,30				
	24		24,5	2,8			1,42		2.896,44	963,57	0,33	23.125,71
7-8		25,3			200	1,313		262,58				
	26		23,55	2,9			1,81		814,23	265,25	0,32	<u>6.896,72</u>
2-9		21,8			650	2,101		1.365,88				<u>38.366,15</u>

P/B total= 25,79 P/B diario total= 0,29

Caldera

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	Nº	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	B	$\bar{B}$	$P_d$	$P_d/B$	$P_t$
30-6		9,8			100	5,310		531,02				
	14		12,45	8,4			4,38		351,96	39,10	0,11	547,50
14-7		15,1			50	3,458		172,90				
	24		17,1	4,7			3,45		1.121,423	238,56	0,21	5.725,53
7-8		15,7			600	3,450		2.069,94				
	26		15	5,9			3,59		1.128,02	197,75	0,17	5.141,61
2-9		14,3			50	3,722		186,09				
	21		12,7	8,1			3,62		269,26	33,52	0,12	<u>703,89</u>
23-9		11,1			100	3,524		352,44				<u>12.118,53</u>

P/B total= 15,41 P/B diario total= 0,18

Tabla XIV: Continuación

Peñón Negro

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	Nº	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	R	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/R$	$P_t$
6-6		16			0	3,415		0				
	40		16,90	4,8			3,48		976,85	199,37	0,20	7.975,00
17-7		17,8			550	3,552		1.953,70				
	35		14,25	6,5			3,99		2.636,16	399,00	0,15	13.965,00
21-8		10,7			750	4,425		3.318,62				
	33		9,35	17,5			4,32		3.766,64	216,00	0,06	<u>7.128,00</u>
23-9		8			1.000	4,215		4.214,66				<u>29.068,00</u>

P/B total= 12,28 P/B diario total= 0,11

Aguas Verdes

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	Nº	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	R	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/R$	$P_t$
30-6		8			300	3,089		926,09				
	14		9,50	16,7			3,62		773,78	48,77	0,06	682,81
14-7		11			150	4,143		621,48				
	24		11,45	10,1			3,94		648,75	68,27	0,10	1.638,41
7-8		11,9			200	3,741		748,02				
	26		11,60	9,8			3,95		3.279,41	322,45	0,10	<u>8.383,67</u>
2-9		11,3			1.400	4,150		5.810,81				<u>10.704,89</u>

P/B total= 6,13 P/B diario total= 0,096

Tabla XIV: Continuación

Caldereta

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	Nº	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	B	$\bar{B}$	$P_d$	$P_d/B$	$P_t$
5-6		-			0	0,366		0				
	8		19,5	3,9			1,34		3.929,32	584,10	0,15	4.672,82
13-6		20			3.400	2,311		7.858,63				
	17		20	3,7			2,58		11.545,67	3.050,67	0,26	51.861,49
30-6		20			5.350	2,847		15.232,71				
	14		18	4,4			3,03		8.016,71	1.928,18	0,24	26.994,54
14-7		18,5			250	3,203		800,71				
												83.528,85

P/B total=0,58 P/B diario total= 0,25

Río Seco

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	Nº	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	R	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/B$	$P_t$
30-6		8,9			100	1,992		199,18				
	14		12,5	8,3			2,74		448,76	49,52	0,11	693,25
14-7		16			200	3,492		698,35				
	24		15	5,9			3,54		528,33	90,00	0,17	2.160,00
7-8		14,3			100	3,583		358,31				
	29		14	6,7			3,77		278,10	42,20	0,15	1.223,84
2-9		13,5			50	3,958		197,89				
												4.077,09

P/B total= 10,11 P/B diario total= 0,15

Tabla XIV: Continuación

Río Seco Superior

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	Nº	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	R	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/R$	$P_t$
14-7		14,5			0	2,485		0				
	24		14	6,7			2,93		1.267,50	163,99	0,13	3.935,82
7-8		13,5			750	3,380		2.535,00				
	26		13,4	7,3			3,83		1.588,24	236,09	0,15	<u>6.138,49</u>
2-9		13,3			150	4,276		641,49				
												10.074,31

P/B total= 7,02 P/B diario total= 0,14

Río Seco Inferior

Fecha	Días	$t^a$	$\bar{t}^a$	$T_g$	Nº	$\bar{p}$	$\bar{\bar{p}}$	R	$\bar{R}$	$P_d$	$P_d/R$	$P_t$
30-6		13,1			0	0,366		0				
	14		15,75	5,4			1,41		184,17	19,58	0,11	274,08
14-7		18,4			150	2,456		368,34				
	24		17,65	4,5			2,90		3.451,27	676,67	0,19	<u>16.240,23</u>
7-8		16,9			1.950	3,351		6.534,07				
												16.514,10

P/B total= 7,35 P/B diario total= 0,19

GEMELA

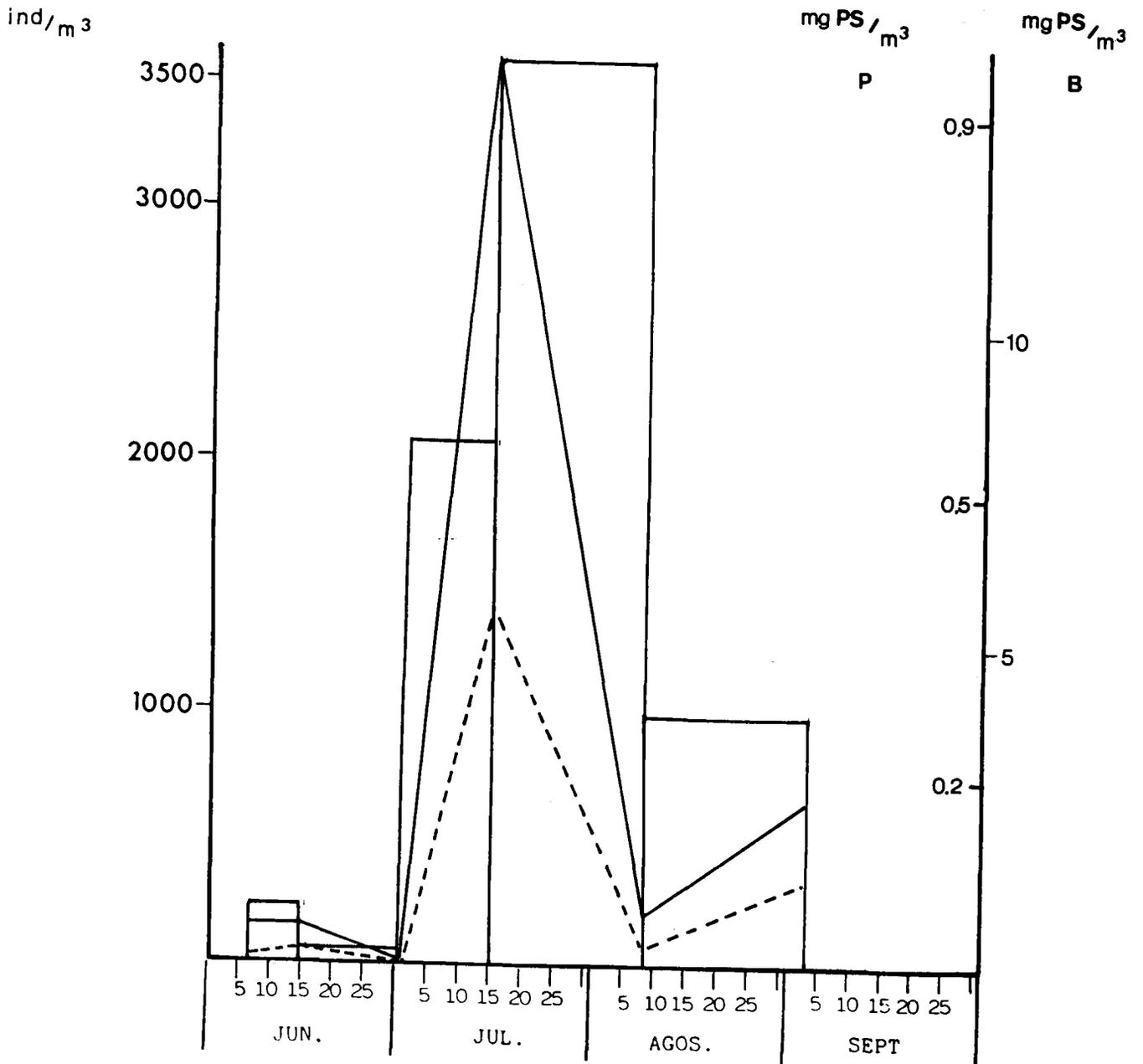


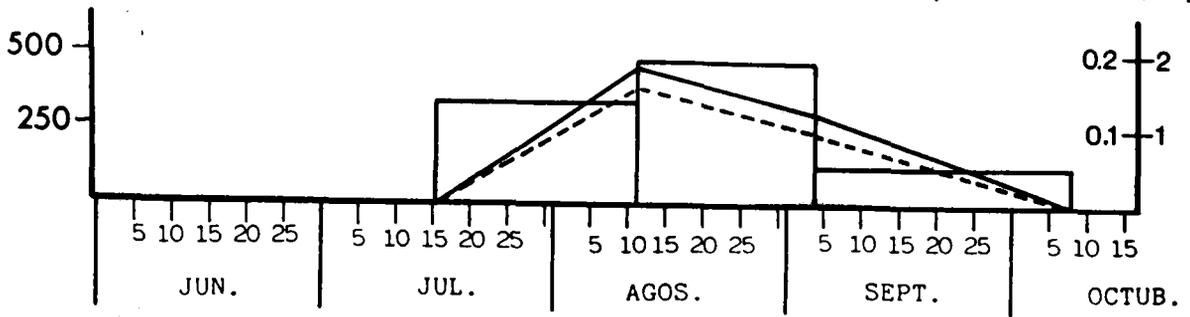
Figura 48: Valores de nº de individuos (—), biomasa (---) y producción (columnas) de *E. dilatata*, en diferentes lagunas.

ind/m<sup>3</sup>

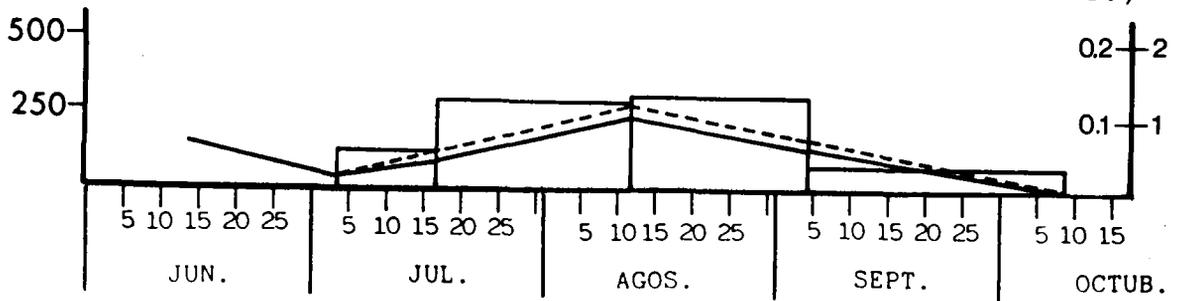
mg PS/m<sup>3</sup>

mg PS/m<sup>3</sup>

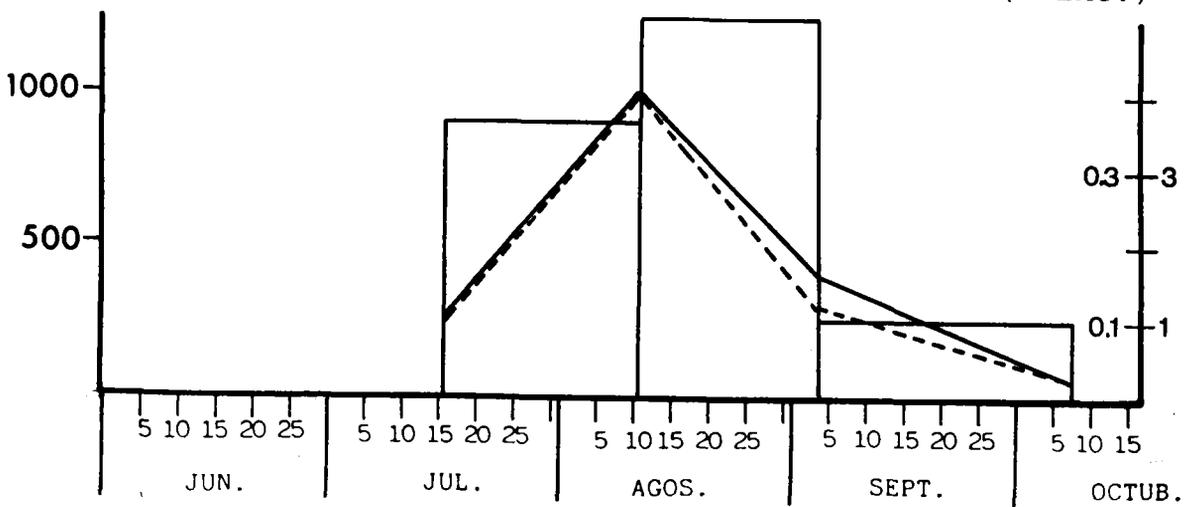
p 2 (7 LAG.) B



4 (7 LAG.)



6 (7 LAG.)



7 (7 LAG.)

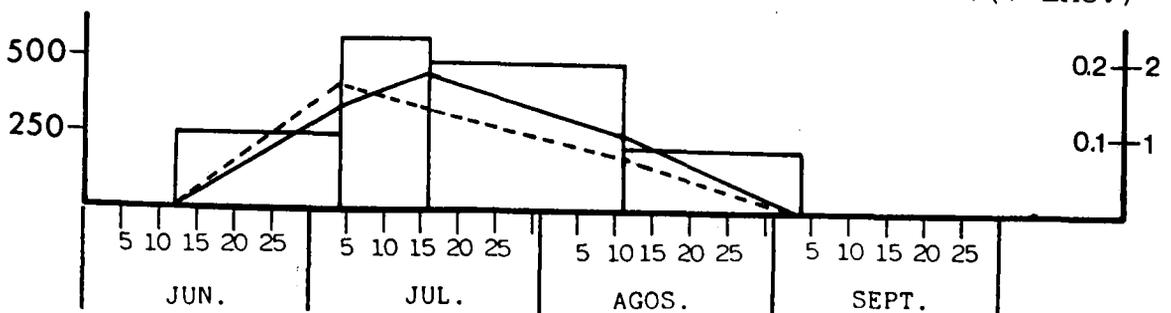


Figura 48: Continuación

CALDERETA

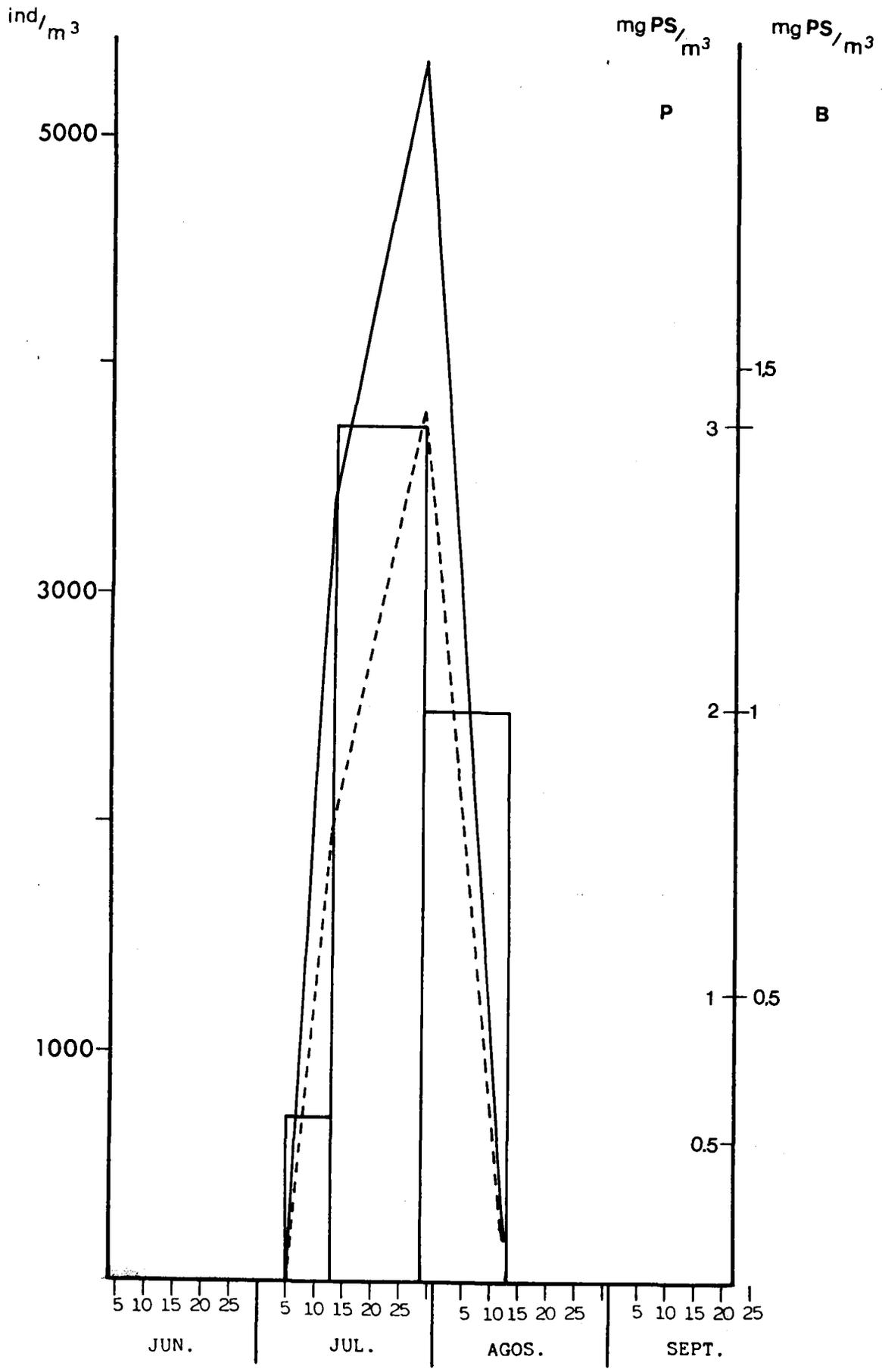


Figura 48: Continuación

MAJANO

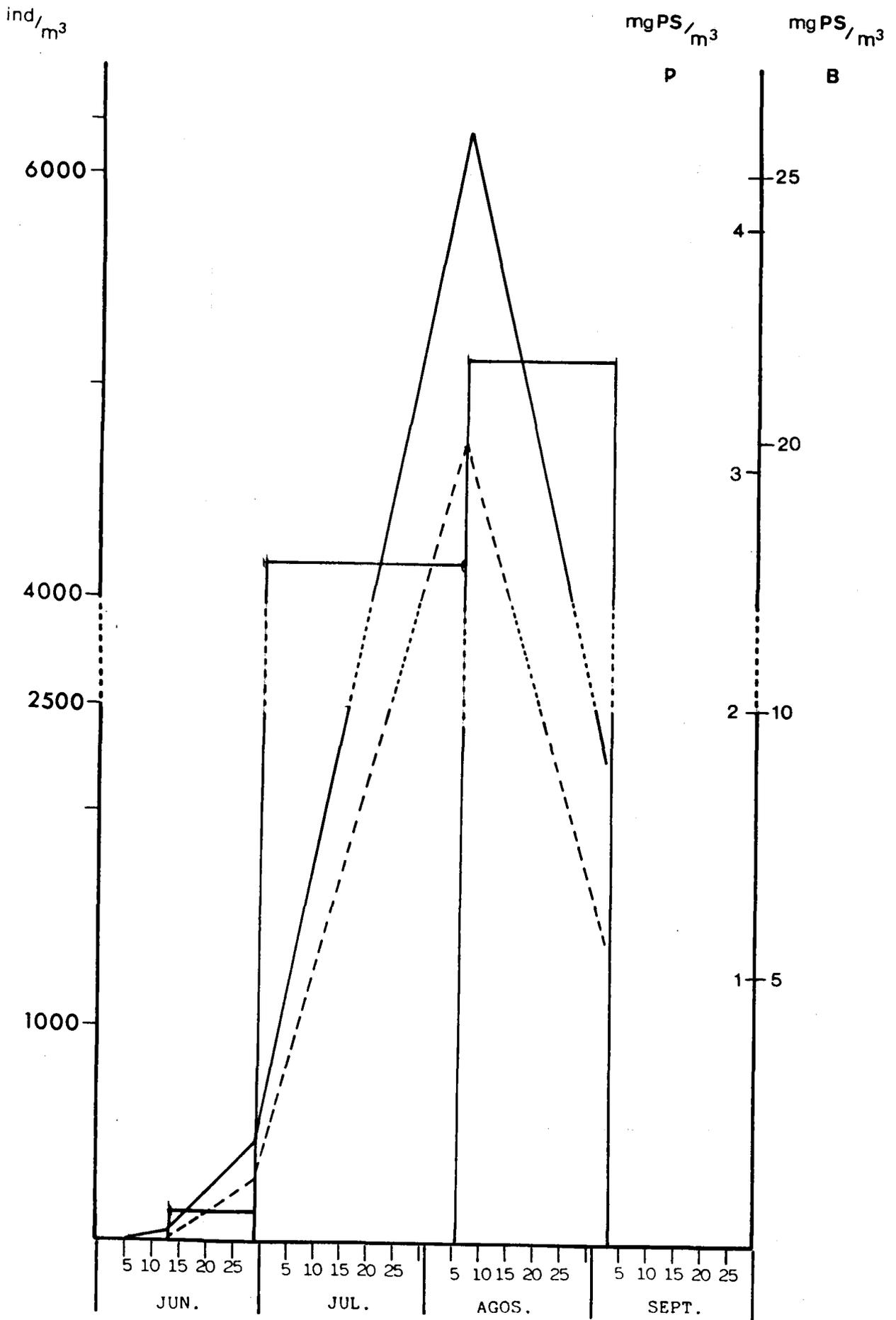


Figura 48: Continuación

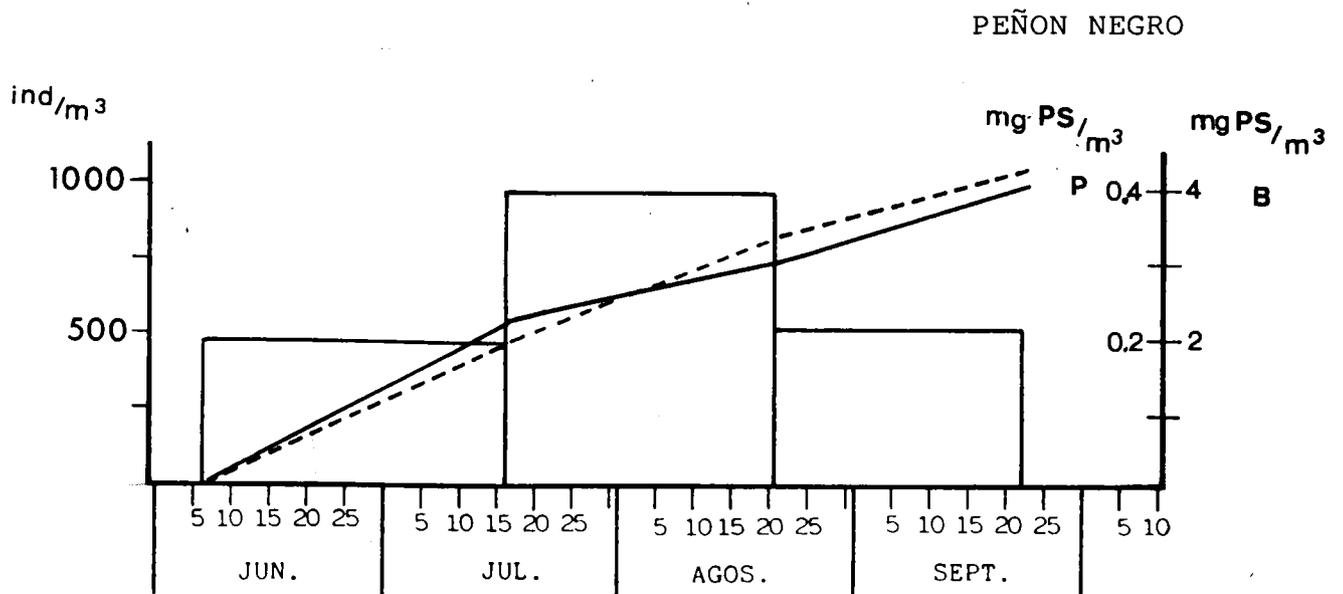
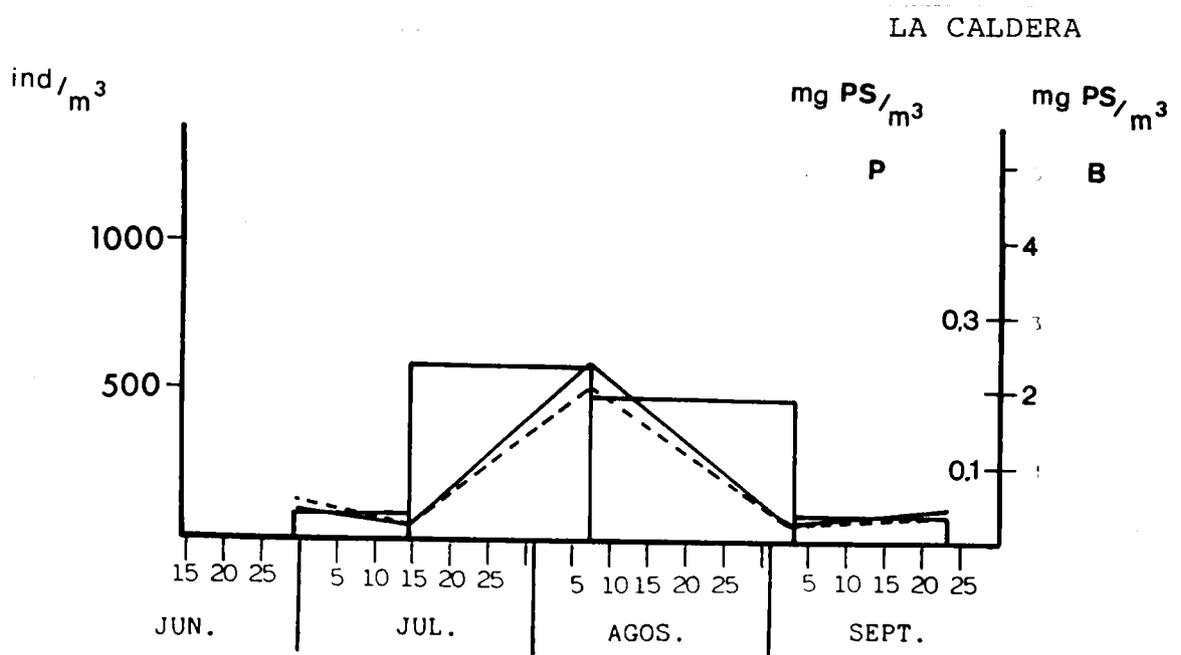


Figura 48: Continuación

Verdes, Peñón Negro y Río Seco Inferior, cuyas poblaciones de E. dilatata han mostrado tendencia a ascender en el último muestreo, la producción total sería mayor que la registrada. En el resto, la producción total puede asimilarse a la producción en el periodo libre de hielo. El valor más alto encontrado corresponde a Majano, con  $0.017 \text{ g PS/m}^3$ , que ha presentado unas poblaciones numerosas durante un periodo de tiempo largo. La producción más baja es la de Río Seco, donde, a pesar de vivir E. dilatata durante todo el periodo de muestreo, la producción total no supera los  $0.0004 \text{ g PS/m}^3$ .

La producción secundaria en Rotíferos ha sido estimada, generalmente, para comunidades planctónicas completas. (HILLBRICHT-ILKOWSKA y WEGLENSKA, 1970; ANDRONIKOVA et al., 1972; HILLBRICHT-ILKOWSKA, 1972; KAJAK et al., 1972; GODEANU y ZINEVICI, 1983; JOHANSSON, 1983).

Los datos de producción para especies de Rotíferos no abundan en la bibliografía y, en general, se refieren a especies planctónicas (HILLBRICHT-ILKOWSKA, 1967; LEWKOWICZ, 1971; WIMBERG, 1971; ANDRONIKOVA et al., 1972; CAJANDER, 1983). LEWKOWICZ (1971) registra producciones de 6 especies de Rotíferos planctónicos, en tres lagunas de diferente grado de eutrofia, encontrando valores de producción, para todo el periodo de crecimiento (104 días), entre  $19.53 \text{ g PS/m}^3$ , para Polyarthra trigla/vulgaris y  $0.25 \text{ g PS/m}^3$ , para Filinia longiseta.

CAJANDER (1983) calcula producciones de 11 especies de Rotíferos, también planctónicos, en el lago eutrófico de Ormajarvi (Finlandia), en donde las producciones, para el periodo de crecimiento de dichas especies, variaron entre  $0.092 \text{ g PS/m}^3$ , para Keratella cochlearis y  $0.0009 \text{ g PS/m}^3$  para Keratella cochlearis tecta.

Con respecto a estos valores, la producción de E. dilatata en Sierra Nevada es más baja que la de las especies más productivas comentadas, aunque se queda en un lugar inter

medio cuando se la compara con el resto de las especies estudiadas por Cajander.

Asimismo, resultan variables las intensidades de producción de E. dilatata en las diferentes lagunas, según revelan las diferencias encontradas en los cocientes  $P_d/\bar{B}$  y  $P_t/\bar{B}$ . La laguna de La Caldereta es la que ha presentado los cocientes  $P_d/\bar{B}$  y  $P_t/\bar{B}$  más elevados: 0.29 y 25.98, respectivamente, mientras que el  $P_d/\bar{B}$  más bajo corresponde a la laguna Dílar 1, con un valor de 0.05 y el  $P_t/\bar{B}$  menor es el de la laguna Virgen Superior, donde sólo alcanza la cifra de 5.2. Los valores de P/B y P registrados en La Caldereta pueden ser artificialmente altos, ya que ésta es una laguna temporal que se seca entre los días 14-7 y 4-8, registrándose, en los últimos muestreos, una fuerte reducción del volumen de agua, que puede hacer aumentar la concentración de los individuos, pareciendo la población más productiva de lo que es. Sin embargo el valor de P/B diario de la siguiente laguna más productiva no es demasiado desigual: 0.25 en Majano

CRUZ-PIZARRO (1081) encuentra, para K. cochlearis, en La Caldera, valores de  $P_d/\bar{B}$  que oscilan entre 0.075 y 0.579, en general mayores que los de E. dilatata lo que está de acuerdo con el carácter típicamente planctónico de aquélla.

Algunos autores sugieren que el cociente P/B es una característica de cada especie y, por lo tanto, sería constante (WATERS, 1977; MAKAREWICZ y LIKENS, 1979), hipótesis que es rechazada por DOWNING y RIGLER (1984), quienes ofrecen ejemplos de casos donde se han registrado valores del P/B diferentes para la misma especie, en dos años consecutivos (JOHANSSON, 1975, encuentra, para Chironomus anthracinus, un P/B anual de 4, para un año y de 0.8, para el siguiente). Por su parte, GRYGIERECZ (1971) encuentra que los P/B, para Cladóceros, son muy diferentes para las distintas lagunas que estudia.

En Rotíferos, Keratella cochlearis ha sido particularmente estudiada. El P/B diario en el lago Esrom fue de 0.124 y el P/B anual, de 21 (BOSELTMANN, 1979), muy parecido

total resultan muy variables de una a otra laguna.

Naturalmente, dada la carencia de datos propios sobre el tiempo de generación de E. dilatata en las lagunas de Sierra Nevada, y los intervalos de tiempo que, normalmente, median entre los muestreos de nuestras lagunas, el cálculo efectuado de la producción no puede considerarse más que como una primera aproximación que, probablemente, la subestima, ya que hemos escogido los tiempos de generación más largos que ofrece la bibliografía; también, los intervalos entre los muestreos pueden hacernos desconocer fluctuaciones importantes de las poblaciones y, en concreto, es probable que los máximos poblacionales sean más elevados que los registrados por nosotros. Por último, DOWNING y RIGLER (1984), criticando los métodos que, como el de GALKOSKAYA, equiparan la renovación de biomasa con la tasa de renovación de individuos, hacen notar que este método sólo es válido cuando la biomasa mayor y menor de los individuos cumple la razón  $B_{\text{máx.}} / B_{\text{mín.}} = 3$ , valor que, en nuestro caso, se supera en algunas ocasiones, proporcionando una subestima de la producción.

Por estos motivos, nuestros resultados nos sirven, fundamentalmente, para comparar las producciones en las diferentes lagunas y, teniendo las anteriores consideraciones en mente, relacionarlos con los datos aportados por la bibliografía.

En la figura 48 ofrecemos las gráficas de la evolución del número de individuos, biomasa y producción diaria que hemos observado en aquellas lagunas donde se han registrado los valores mas grandes. Estas lagunas, como por ejemplo: Maja-no, La caldereta y Gemelas han presentado un gran desarrollo de vegetación litoral (ver tabla II), o E. dilatata ha sido la especie de Rotíferos dominante.

Los resultados que hemos obtenido revelan que la producción de E. dilatata en Sierra Nevada es muy diferente de unas a otras lagunas. En los casos de las lagunas Aguas

al hallado, en Ormajärvi, por CAJANDER (1983): 0.1 y 23.2, respectivamente. Por el contrario, en el lago polar Char Lake, RIGLER et al. (1974) encuentran una producción total, para todo el periodo de crecimiento, de sólo 4.6.

Las fuertes diferencias en los valores de P/B encontrados para E. dilatata, en Sierra Nevada, pueden ser el reflejo de las grandes diferencias en las condiciones de desarrollo que ofrece cada laguna. Actualmente, existen una gran cantidad de hipótesis sobre los factores que pueden afectar las tasas de producción secundaria. DOWNING y RIGLER (1984) sistematizan y discuten estas hipótesis, que implican a factores tales como: biomasa; edad, duración y voltinismo; taxonomía y estado trófico; temperatura, producción, disponibilidad y calidad del alimento; concentración de Oxígeno; características del sustrato, etc.

En su gran mayoría, estas hipótesis están por comprobar y, dada la diversidad de ambientes que, hemos visto, existen en Sierra Nevada, en un espacio relativamente cercano y simplificado, desde el punto de vista de organización de estos ecosistemas, esta zona nos parece un lugar muy adecuado para proseguir los estudios de esta naturaleza.

**CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos en presente trabajo se pueden deducir las siguientes conclusiones:

PRIMERA.- Los valores de los parámetros físicos y químicos medidos en las lagunas de Sierra Nevada son propios de medios oligotróficos de alta montaña. La temperatura, con valores que oscilan entre 5 y 25.3 °C, en el conjunto de las muestras; concentración de oxígeno, con medidas comprendidas entre 5.1 y 10.3 mg O<sub>2</sub>/l y pH, que ha estado comprendido entre 5.6 y 8.8, han resultado tener unos rangos de variación amplios.

Por el contrario, los valores de conductividad medidos, que oscilan entre 7 y 75 uS/cm, se mantienen dentro de unos márgenes de variación estrechos y bajos.

SEGUNDA.- La fauna de Rotíferos de alta montaña en Sierra Nevada se diferencia de la del resto de España por la frecuencia en la ocurrencia de las especies. Euchlanis dilatata y Trichocerca relictata, son las especies mas ampliamente distribuidas en las lagunas estudiadas; las siguientes especies y subespecies: Hexarthra bulgarica canadiensis, Lepadella quinquecostata nevadensis, Lecane kluchor, Cephalodella gibba microdactyla, Trichocerca relictata y T. cavia, solo se han encontrado, dentro de España, en Sierra Nevada. De ellas las cuatro últimas son nuevas citas para España y Lepadella quinquecostata nevadensis es una nueva subespecie para la Ciencia.

TERCERA.- El examen de las afinidades entre las especies de Rotíferos estudiadas permite diferenciar dos grupos: en uno de ellos se muestran interrelacionadas las especies típicamente planctónicas, mientras que en el otro, más numeroso, aparecen asociadas las especies bénticas y perifíticas. Por el número de relaciones presentadas con el conjunto de especies y amplitud de distribución en las muestras, Hexarthra b. canadiensis puede representar a las especies del primer grupo, mientras el segundo aparece representado por Lepadella patella

- CUARTA.- Las relaciones entre las especies de Rotíferos estudiadas y los factores físicos y químicos medidos, muestran que, las especies típicamente planctónicas, ocurren, con mayor frecuencia, en muestras con temperaturas más cálidas, concentraciones de oxígeno más bajas y conductividades también menores. Preferencias opuestas muestran las especies bénticas y perifíticas.
- QUINTA.- Las comunidades de Rotíferos de las lagunas de Sierra Nevada han presentado un número de especies por laguna bajo (entre 0 y 17), con una elevada dominancia y valores de diversidad bajos (entre 0 y 2.1 bits/ind.). Las poblaciones que forman estas comunidades tienen un número de individuos pequeño; solamente Hexarthra b. canadiensis y Polyarthra dolichoptera han desarrollado poblaciones de cierta consideración. Estas características se muestran comparables a las de las comunidades de otras lagunas de alta montaña, según se deduce de los datos bibliográficos.
- SEXTA.- La ordenación de las lagunas, en función de la composición de especies de sus comunidades de Rotíferos, permite establecer una relación entre dicha composición y la conductividad que presentan las lagunas. Aquellas con conductividades bajas tienen comunidades dominadas por especies planctónicas, mientras que las lagunas con conductividades más elevadas están formadas por especies bénticas y perifíticas.
- SEPTIMA.- El análisis biométrico efectuado sobre Euchlanis dilatata permite concluir que las longitudes medias de la lorica de los individuos pertenecientes a las diferentes poblaciones de Sierra Nevada no son todas iguales. La pertenencia a diferentes lagunas es un factor que influye en la longitud media de la lorica de E. dilatata, según se deduce de los análisis factoriales de la varianza, fechas x lagunas, efectuados. El análisis de las diferencias de la longitud media

de la loriga de las poblaciones muestreadas en diferentes fechas dentro de una misma laguna, sólo resultó ser significativo en pocas ocasiones y en las lagunas donde se desarrollaron mayores números de individuos de E. dilatata.

OCTAVA.- Se ha podido establecer una relación entre temperatura y longitud de la loriga de los individuos de E. dilatata, que viene definida por la siguiente ecuación:

$$L = -4.77 T + 315.52$$

Sin embargo, la temperatura sólo puede explicar el 38% de la varianza encontrada en los tamaños de E. dilatata en el conjunto de las poblaciones estudiadas.

NOVENA.- Tanto los valores de producción secundaria de E. dilatata durante los periodos estudiados, que ha oscilado entre 0.4 y 17 mg PS/m<sup>3</sup>, como los cocientes  $P_d/\bar{B}$  y  $P_t/\bar{B}$ , con valores mínimos de 0.05 y 5.2 y máximos de 0.29 y 25.98, respectivamente, han mostrado ser muy variables. Los valores obtenidos dependen, fundamentalmente, de las lagunas donde se han medido.

## BIBLIOGRAFIA

- AMREN, H., 1964. Ecological studies of zooplankton populations in some ponds on Spitsbergen. Zool. Bidr. Uppsala. 36:161-191.
- 1964. Temporal variation of the Rotifers *Keratella quadrata* (Müll.) in some ponds on Spitsbergen. Zool. Bidr. Uppsala. 36: 193-208.
- 1964. Ecological and taxonomical studies on zooplankton from Spitsbergen. Zool. Bidr. Uppsala. 36: 209-276.
- ANDERSON, R.S., 1971. Crustacean plankton of 146 alpine and subalpine lakes and ponds in Western Canada. J. Fish. Res. Bd. Canada. 28: 311-321.
- 1972. Zooplankton composition and change in an alpine lake. Verh. Internat. Verein. Limnol. 18: 264-268.
- 1974. Crustacean plankton of 340 lakes and ponds in and near the National Parks of the Canadian Rocky Mountains. J. Fish. Res. Bd. Canada. 31: 855-869.
- ANDRONIKOVA et al. 1972. Biological productivity of the main communities of the Red Lake: in Productivity Problems of Freshwaters (Kajak and A. Hillbricht-Ilkowska ed.) Warszawa-Krakovia.
- AREVALO, C., 1917. Algunos Rotíferos planctónicos de la Albufera de Valencia. Anales Inst. Gral y Técnico de Valencia 2 núm. 8: 1-47.
- 1918. El lago Carucedo. Mem. Real. Soc. Esp. de Hª Nat. Vol XI, Memoria 8, pág. 306.
- 1918. Datos para el conocimiento del plancton de las aguas dulces de Barcelona. Trab. Soc. Biolog.
- 1932. Investigaciones recientes en los laboratorios de Polonia sobre Hidrobiología española. Reseñas científicas. Soc. Esp. H.N. Tomo VI. nº 3-4, pág. 140.

- BALVAY, G. et BLAVOUX, 1981. Le grand lac Joyet (Haute-Savoie) milieu oligotrophe de haute montagne. Revue de Geographie alpine, t. : LXIX : 421-442.
- BEALES, 1976. Paleolimnological studies of a Shropshire mere. Ph. D. Thesis, Cambridge Univ. Massachusset.
- BERNER-FANXHAUSER, H., 1983. Abundance, dynamics and succesion of planktonic Rotifers in Lake Biel, Switzerland. Hydrobiology, 104: 349-352.
- BERZINS, B., 1961. Rotatoria: Contribucion a l'etude de la fauna d'Afganistan. 23. Kung. Fysiograf. Sälls. Lund. Förh. 31(2)
- 1961. Two new Keratella subspecies from Canada. J. Quekett micr. club, ser. 4, 5, n° 16: 437-438.
- 1978. Rotatoria in: Illies, J. (ed.). Limnofauna Europaea 2nd ed. Fischer, Stuttgart: 54-91
- BIELANSKA-GRAGNER, 1984. The effect of biotic and abiotic factors on the occurrence of planktonic Rotifers. (Rotatoria) in the Plawniowice Duze Reservoir (Upper Silesia, Poland) Acta Hydrobiol. 25/26 (2): 173-180.
- BJÖRKLUND, B.G., 1972. The Rotifer fauna of rock-pools in the Tvärminne archipelago, Southern Finland. Acta Zool. Fenn. 135: 1-30.
- 1972. Taxonomic and ecological studies of sepecies of Notholca (Rotatoria) found in sea and brackish waters with description of a new species. Sarsia. 51: 25-65.
- BOGDAN, K.G. and GILBERT, J.J., 1982. Seasonal patterns of feeding populations of Keratella, Polyarthra and Bosmina: Clearance rates, selectivities and contributions to community grazing. Limnol. Oceanograf. 27: 918-934.
- BOSSELMANN, S. 1979. Population dynamics of Keratella cochlearis in lake Esrom. Arch. Hydrobiol. 87 (2): 152-165

- BOTTRELL, H.H.; DUNCAN, A.; GLIWICZ, Z.M.; GRYGIEREK, E.; HERZIG, A.; HILLBRICHT-ILKOWSKA, A.; KURASAWA, H.; LARSSON, P. & WEGLENSKA, T., 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. Norw. J. Zool. 24: 419-454
- BRAIONI, M.G. e GELMINI, D., 1983. Rotiferi Monogonti. Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/200. Verona (Italia) 180 pp.
- BRANDORFF, G.O.; KOSTE, W. and SMIRNOV, N.N., 1982. The composition and structure of rotiferan and crustacean communities of the lower Rhio Nhamunda, Amazonas, Brazil. Neotrop. Faun. Environ. 17: 69-121.
- CAJANDER, V.R., 1983. Production of planktonic Rotatoria in Ormajarvi, an eutrophicated lake in Southern Finland. Hydrobiol. 104: 329-333.
- CANTERAS, J.C. y PEREZ, L., 1985. Diversidad bioquímica de las comunidades bacterianas heterótofas en lagunas de alta montaña. III Congr. Esp. Limnol. León.
- CAPBLANCQ & LAVILLE. 1984. Le lac de Port-Bielh (Pyrénées): exemple de fonctionnement d'un ecosystème lacustre de haute montagne, en: Ecosystemes Limniques (Lamotte et Bourlière ed.) Masson. Paris.
- CHENGALATH, R. 1976. Littoral Rotifera of Ontario. The genus *Lepadella* Bory de St. Vincent. Canadian Journal of Zoology. Volume 54. N. 6: 901-107.
- & KOSTE, W., 1983. Rotifera from Northeastern Quebec, Newfoundland and Labrador, Canada. Hydrob. 104:48-56.
- BRUCE, W.J. & SCRUTON, D.A., 1984. Rotifers and crustacean zooplankton communities of lakes in central Newfoundland, Canada. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 419-430.
- CRISTIAN, T.L. 1980. Chydorid Cladoceran Assemblages from Subtropical Florida. en: Evolution and Ecology of zooplank-

- ton communities (W.C. Kerfoot ed.) University Press of New England. London, pp 657-668.
- CRUZ-PIZARRO, L. 1978. Comparative vertical zonation and diurnal migration among Crustacea and Rotifera in the small high mountain lake La Caldera (Granada, Spain). Verh. Internat. Verein. Limnol. 20:1026-1030.
- 1981. Rotíferos planctónicos de un lago de alta montaña (La Caldera, Sierra Nevada, Granada). Necesidad de una taxonomía ecológica. Trab. Monogr. Dep. Zool. Univ. Granada (N.S.), 4(1): 1-40.
- 1981. Estudio de la comunidad zooplanctónica de un lago de alta montaña (La Caldera, Sierra Nevada, Granada) Tesis Doctoral. Univ. Granada. 180 pp.
- MORALES, R. y GONZALEZ, A. 1981. Descripción del ciclo anual de desarrollo del zooplancton de un lago de alta montaña mediante un análisis factorial. Actas del I Congr. Esp. Limnol. pp:69-74.
- DAEMS, G. & DUMONT, H.J., 1974. Rotifers from Nepal, with the description of a new species of *Scaridium* and a discussion of Nepalese representatives of the genus *Hexarthra*. Biol. Jaarb. 42: 61-81.
- DOBZHANSKY, Th., 1951. Genetics and the origin of species. Columbia Univ. New York. 364 pp.
- DONNER, J., 1956. Über die Mikrofauna, besonders die Rotatorienfauna des Bodens. VI Congr. de la Science du sol.
- 1970. Rotatorien aus einigen Böden und Moosen Spaniens und seiner Inseln. Rev. Ecol. Biol. Sol. T VII 4: 501-532.
- DOOHAN, M., 1973. An energy budget for adult *Brachionus plicatilis* (Müller). Oecologia. 13: 351-362.

- DOWNING, A. & RIGLER, F.H., 1984. A Manual on Methods for Assessment of Secondary Productivity in Freshwaters. Backwell Sci. Oxford. 501 pp.
- DUMONT, H.J., 1977. Biotic factors in the populations dynamics of Rotifers. Arch. Hydrobiol. Beih. 8: 98-122.
- 1983. Biogeography of Rotifers. Hydrobiologia. 104: 19-30.
- VAN DE CELDE, I. & DUMONT, S., 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. Oecologia. 19: 2.858-2.867.
- COUSSEMENT, M. & ANDERSON, R.S., 1978. An examination of some Hexarthra species (Rotatoria) from Western Canada and Nepal. Can. J. Zool. Vol. 56: 440-445.
- DUNCAN, A. 1984. Assesment of factors influencing the composition, body size and turnover rate of zooplankton in Parakrama Samudra, and irrigation reservoir in Sri Lanka. Hydrobiologia. 113: 201-215.
- EDMONSON, W.T., 1946. Factors in the dynamics of Rotifers populations. Ecol. Monogr. 16: 357-362.
- 1957. Trophic relations of the zooplankton. Trans. Amer. Micros. Soc. 76: 225-245.
- 1960. Reproductive Rates of Rotifers in Natural Populations. Mem. Inst. Ital. Idrobiol. 12: 21-77
- 1965. Reproductive Rates of Planktonic Rotifers as Related to Food and Temperature in Nature. Ecol. Monogr. 35: 61-111.
- & HUTCHINSON, G.E., 1934. Yale North India Expedition. Report on Rotatoria. Mem. Cann. Acad. 10(9): 153-186.
- ELLSWORTH, P.M. 1983. Ecological seasonal cycles in a Colorado mountain pond. Journal of Freshwater Ecol. 2(3): 225 y sig.

- ELORANTA, P. 1982. Notes on the morphological variation of the Rotifer species Keratella cochlearis (Gosse)s.l. in one eutrophic pond. J. Plankton Res. 4: 299-312.
- EPPACHER, T., 1968. Physiographie und zooplankton des Gossenköllesee. Ber. nat. med. Ver. Innsbruck. 56: 31-123.
- FERRER. M., Sierra Nedava. Ed. Litografías Anel Granada. 634 pp.
- FONTBOTE, J.M.; GONZALEZ DONOSO, J.M.; GALLEGOS, J.A. y SANZ DE GALDEANO, 1976. Memoria explicativa de la hoja de Padul (19-42) del mapa geológico nacional a escala 1:50.000 I.G.M.E. Madrid.
- FRANCEZ, A.J. & POURRIOT, R. 1984. Remarques taxonomiques sur quelques Rotifers des tourbieres avec la description d'une espece et d'une sousespece nouvelles. Hydrobiologia. 109: 125-130.
- GALKOVSKAYA, 1965. Planktonic Rotifers and their role in the productivity of water bodies. Author's report on her dissertation. Minsk.
- 1983. On temperature acclimation in an experimental population of Brachionus calyciflorus. Hydrobiologia 104: 225-227.
- GALLAGHER, J.J., 1963. Field Verification of Two General Factors Influencing Population Variation in Euplanktonic Rotifers. Proceeding of the Louisiana Academy of Sciences. Vol. XXVI: 58-65.
- GLIWICZ, Z.M., 1967. Zooplankton and temperature-oxygen conditions of two alpine lakes of the Tatra mountains. Pol. Arch. Hydrobiol. 14(27) 1: 53-72.
- 1975. Effect of zooplankton grazing on photosynthetic activity and composition of phytoplankton. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 1490-1497.

- GODDAR, K.A. and McDIFFETT, W.F., 1983. Rotifer distribution, abundance and community structure in four habitats of a freshwater marsh. Journal of Freshwater Ecol. 2(3): 199 y sig.
- GODEANU, S. & ZINEVICI, V., 1983. Composition, dynamics and production of Rotatoria in the plankton of some lakes of the Danube Delta. Hydrobiol. 104: 247-257.
- GOLTERMAN, H.L., 1971. Methods for Chemical Analysis of Freshwater. International Biological Programme. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edimburgh. 166 pp.
- GOODMAN, D., 1975. The Theory of diversity-stability relationships in Ecology. Q. Rev. Biol. 50: 237-266.
- GREEN, J., 1960. Zooplankton of the River Sokoto. The Rotifera. Proc. Soc. Lond. 135 (4): 491-523.
- 1967. Associations of Rotifera in the zooplankton of the lake sources of the White Nile. J. Zool., London. 151: 343-378.
- 1972. Freshwater ecology in the Matto Grosso, Central Brazil. III Associations of Rotifera in meander lakes of the Río Suiá Missú. J. nat. Hist. 6: 229-241.
- 1972. Latitudinal variation in associations of planktonic Rotifera. J. Zool., London. 167: 31-39.
- 1981. Associations of Rotifers in Australian crater lakes. J. Zool., London. 193: 469-486.
- GRYGIEREK, E., 1971. Zooplankton production in variously fertilized fry ponds. Pol. Arch. Hydrobiol. 18(2): 147-156.
- GUISET, A. 1976. Some data on variation in three planktonic general. Arch. Hydrobiol. Beich. Ergebn.Limnol. 237-239.
- 1976. Rotíferos. En: Limnología de los Embalses

- Españoles (Margalef, R. ed.). Ministerio de Obras Públicas. Madrid. 422 pp.
- HALBACH, U., 1970. Die Ursachen der Temporalvariation von Brachionus calyciflorus (Palla). Oecologia. 4: 262-318.
- 1970. Das Zusammenwirken von Konkurrenz und Räuber-Beute-Beziehung bei Rädertieren. Verh. Zool. Ges. 1969, Zool. Anz. Suppl. 33: 72-79.
- 1972. Assoziationskoeffizienten dreier planktischer Rotatorienarten im Freiland und ihre Deutung aufgrund interspezifischer Beziehungen (Konkurrenz Räuber-Beute-Beziehung). Oecologia (Berl). 9: 311-316.
- 1973. Quantitative Untersuchungen zur Assoziation von planktischen Rotatorien in Teichen. Arch. Hydrobiol. 71,2: 233-254.
- HARRING, H.K. & MYERS, F.V., 1921-27. The Rotifer Fauna of Wisconsin, I-IV. Trans. Wisc. Acad. Sc. Arts and Lett. 20: 554-662; 21: 415-549; 22: 315-425; 23: 667-808.
- HERZIG, A., 1983. Comparative studies on the relationship between temperature and duration of embryonic development of Rotifers. Hydrobiol. 104: 237-246.
- HILLBRICHT-ILKOWSKA, A., 1967. Attempt at evaluation of the production of plankton Rotifer on the example of Keratella cochlearis (Gosse). Bull. Acad. Pol. Sci., XV (1): 35-40.
- 1972. Morphological variation of Keratella cochlearis (Gosse) (Rotatoria) in several Masurian lakes of different trophic level. Pol. Arch. Hydrobiol. 19: 253-264.
- 1983. Productivity, structure and dynamics of lake Biota (a synthesis of research). Ekologia Polska. 31(3): 801.
- 1983. Morphological variation of Keratella cochle-

- aris (Gosse) in Lake Biwa, Japan. Hydrobiol. 104: 297-305.
- 1983. Response of planktonic Rotifers to the eutrophication process and to the autumnal shift of blooms in lake Biwa, Japan. I Changes in abundance and composition of Rotifers. Jap. J. Limnol. 44: 93-106.
- & WEGLENSKA, T., 1970. Some relations between production and zooplankton structure of two lakes of a varying trophy. Polskie Arch. Hydrobiol. 17(30) 1/2: 233-240
- HOFFMANN, W., 1977. The influence of abiotic environmental factors on population dynamics in planktonic Rotifers. Arch. Hydrobiol. Beih. 8: 77-83.
- 1982. On the coexistence of two polagic Filinia species (Rotatoria) in Lake Plussee. I Dynamics of abundance and dispersion. Arch. Hydrobiol. 95 (1/4): 125-137.
- HURLBERT, S.H., 1971. The non-concept of species diversity: A critique and alternative parameters. Ecology. 52: 577-586.
- HUTCHINSON, G.E., 1967. A treatise on Limnology. Vol. II. Introduction to lake biology and the Limnoplankton. John Wiley & Sons. New York. 1115 pp.
- 1975. A treatise on Limnology. J. Wiley & Sons. New York.
- JOHANSSON, S. 1983. Annual dynamics and production of Rotifers in an eutrophication gradient in the Baltic Sea. Hydrobiologia. 104: 335-340.
- KAJAK, Z.; HILLBRICHT-ILKOWSKA, A. & PIECZYNSKA, E., 1972. Proceeding of the I.B.P. UNESCO. Symposium on Productivity Problems of Freshwaters.
- KARABIN, A., 1983. Ecological characteristic of lakes in Northeastern Poland versus their trophic gradient. VII, Variations in the quantitative and qualitative structure of

- the pelagic zooplankton (Rotatoria and Crustacea) in 42 lakes. Ekol. Pol. 31(2): 383-409.
- KERFOOT, W.C., 1980. Perspectives on Cyclomorphosis: Separation of Phenotypes and Genotypes. En: Evolution and Ecology of Zooplankton communities. Univ. Press of New England. London. 470-496.
- KING, C.E., 1967. Food, age and the dynamics of a laboratory population of Rotifers. Ecology. Vol. 48(1): 111-128.
- 1972. Adaptation of Rotifers to seasonal variation. Ecology. 53: 408-418.
- 1980. The genetic structure of zooplankton populations. In: Kerfoot, W.C. (ed.). Evolution and Ecology of zooplankton communities. Univ. Press New England, Hannover: 315-328.
- & MIRACLE, M.R., 1980. A perspective on aging in Rotifers. Hydrobiologia. 73: 13-19.
- KOSTE, W., 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. I. Textband. 673 pp. II. Tafelband 234 lam. Gebrüder Borntraeger. Berlin.
- KUTIKOVA, L.A., 1970. Kolovratki Fauna URSS. Fauna URSS. 104: Akademia Nauk. 744 pp.
- 1980. On the evolutionary pathways of speciation in the genus Notholca. Hydrobiologia. 73: 215-220.
- LARSSON, P., 1971. Vertical distribution of planktonic Rotifers in a meromictic lake. Norw. J. Zool. 19: 47-75.
- LENKOVICZ, M., 1971. Biomass of zooplankton and production of some species of Rotatoria and Daphnia longispina in carp ponds. Pol. Arch. Hydrobiol. 18(2): 215-223.
- LINDSTRÖM, K. & PEJLER, B., 1975. Experimental studies on the

- seasonal variation of the Rotifer Keratella cochlearis (Gosse). Hydrobiologia. 46: 191-197.
- LLOYD, M. & GNELARDI, R.J., 1964. A table for calculating the "equitability" component of species diversity. J. Anim. Ecol. 33: 217-225.
- LÖFFLER, H., 1969. High altitude lakes in Mt. Everest Region. Verh. Internat. Verein. Limnol. 17: 373-385.
- 1974. Harpacticiden (Crustacea, Copepoda) der Hochgebirgsgewässer Andalusiens (Sierra Nevada, Spanien). Österr. Akademie der Wissenschaften. Mathem. naturw. Kl., Abt. I. 181(7): 191-195.
- LYNCH, M. & GABRIEL, W., 1983. Phenotypic evolution and parthenogenesis. The American Naturalist. Vol. 122. Nº 6.
- MAEMETS, A., 1983. Rotifers as indicators of lake types in Estonia. Hydrobiologia. 104: 357-361.
- MAKAREWICZ, J.C. & LIKENS, G.E., 1979. Structure and function of the zooplankton community of Minor Lake, New Hampshire. Ecol. Monogr. 49: 109-127.
- MARGALEF, R., 1947. Notas sobre algunos Rotíferos. P. Inst. Biol. Aplic. 4: 136-148.
- 1948. Sobre el régimen alimenticio de los animales en agua dulce. R. Esp. Fisiol. T. IV. 3: 207-213.
- 1949. La vida en los lagos de alta montaña de los Pirineos. Pirineos 11/12: 5-30.
- 1950. Datos para la Hidrobiología de la Cordillera Cantábrica, especialmente del Macizo de los Picos de Europa. P. Inst. Biol. Apl. 7:37-76.
- 1952. La vida de las aguas dulces de Andorra. I Congr. Int. del Pirineo. Inst. Estud. Pirenaicos. 107 pp.

- 1974. Ecología. Ed. Omega. Barcelona. 951 pp.
- 1983. Limnología. Omega. Barcelona. 1.010 pp.
- et al., 1974. Limnología de los embalses españoles. MOPU. Madrid.
- CAMPAS, L.; MIRACLE, M.R. y VILLASECA, J.M., 1975. Introducción al estudio de los lagos pirenaicos. Naturalia Hispanica. 4 ICONA. Madrid. 47 pp.
- MARTINEZ, R., 1975. First report on the Limnology of the alpine lake La Caldera, in the Penibetic Mountains (Sierra Nevada, Granada, Spain). Verh. Internat. Verein. Limnolog. 19: 1.133-1.139
- 1977. Phytoplankton species, biomass and diversity in lake La Caldera (Sierra Nevada, Granada, Spain). Acta Hydrobiol. 19(2): 95-107.
- 1980. Seasonal variation of phytoplankton biomass and photosynthesis in the high mountain lake La Caldera (Sierra Nevada, Spain). Developments in Hydrobiology. Vol. 3: 113-119. Ed. by M. Dokulil, H. Metz & D. Jewson. The Hague.
- MAY, L., 1980. On the ecology of Notholca squamula (Müller) in Loch. Leven, Kinross, Scotland. Hydrobiologia. 73: 177-180
- 1980. Studies on the grazing rate of Notholca squamula (Müller) on Asterionella formosa (Hass) at different temperatures. Hydrobiologia. 73: 79-81.
- 1983. Rotifer occurrence in relation to water temperature in Loch Leven, Scotland. Hydrobiologia. 104: 311-315.
- MAY, R.M., 1975. Patterns of species abundance and diversity. In: Ecology and evolution of communities (M.L. Cody & J.M. Diamond, eds.). Belknap Press Cambridge. 81-120.
- MIRACLE, M.R., 1976. Distribución en el espacio y en el tiempo

- de las especies del zooplankton del lago Bagnoles. ICONA Monografías. Nº 5. 270 pp.
- 1977. Migration, patchiness and distribution in time and space of planktonic Rotifers. Arch. Hydrobiol. Beih. 8: 19-37.
- 1978. Composición específica de las comunidades zooplanctónicas de 153 lagos de los Pirineos y su interés biogeográfico. Oecol. Aquat. 3: 167-212.
- 1978. Historical and ecological factors concurring in the distribution, biometry and fertility of planktonic crustaceans in Pyrenean lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20: 1.657-1.663.
- 1981. Biogeografía del zooplancton dels llacs dels Pirineus. Treb. Inst. Cat. Hist. Nat. 9: 147-154.
- 1982. Biogeography of the freshwater zooplanktonic communities of Spain. Journal of Biogeography. 9: 455-467.
- & GUISET, A., 1977. Some effects of enclosure on congeneric species of Rotifers. Arch. Hydrobiol. Beih. 8: 94-97.
- MURPHY & RILEY, 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta. 27-31.
- NAIDENOW, W. & WAWRIK, F., 1984. Zur Kenntnis der Rotatorien der Teiche des niederösterreichischen Waldniedertels. Limnologia. 15: 157-177.
- NIPKOW, F., 1952. Die gattung Polyarthra (Ehremberg) im Plankton Zürichsees und einiger anderer Schweizer Seen. Schweiz. Z. Hydrol. 14: 135-181.
- NOGRADY, T., 1982. Correlation of Rotifers associations in a chain of lakes fed by reclaimed sewage. Hydrob. 89:277-284

- OBERMAIER, H. & CARANDELL, J., 1916. Los glaciares cuaternarios de Sierra Nevada. Junta Ampl. Est. e Inv. Cient. Trab. Mus. Nat. sec. geol. 17 (citado por SALE SABARIS, L. en: P. Vidal y Gallois, ed. Geografía Univ. IX 453. Barcelona)
- ODUM, E.P., 1972. Ecología. Interamericana, 3ª ed. Dic. México.
- PACE, M.L. & ORCUTT, J.D., 1981. The relative importance of protozoans and crustaceans in a freshwater zooplankton community. Limnol. Oceanogr. 26: 822-830.
- PARDO, L., 1921. Nota preliminar sobre el plancton de Onteniente (Valencia). Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias C. Oporto. Vol. VI. 215.
- 1923. Recherches sur la faune et la flore de l'Estany de Cullera dans la province de Valence. Ann. Biolog. Lacustre Bruxelles. T. XII, pág. 23.
- 1924. Notes sur le potamoplankton de Valence (Espagne) Ann. Biol. Lacustre. T XIII. pág. 23.
- PARISE, A., 1966. Ciclo sessuale e dinamica di popolazioni di Euchlanis (Rotatoria) in condizioni sperimentali. Arch. Oceanogr. Limnol. 14(3): 387-411.
- PAVONI, M., 1963. Die Bedeutung des Nennoplanktons im Vergleich zum Netzplankton. Schweiz Z. Hydrol. 25: 219-341.
- PEJLER, B. 1956. Introgression in planktonic Rotatoria with some points of view on its causes and conceivable results. Evolution. 10: 246-261.
- 1957. On variation and evolution in planktonic Rotatoria. Zool. Bidr. Uppsala. 32: 1-66
- 1957. Taxonomical and ecological studies on plankton Rotatoria from Northern Swedish Lapland. Svensk. Vetensk. Handl. 6(5): 1-67
- 1957. Taxonomical and ecological studies on plank-

- tonic Rotatoria from Central Sweden. Svensk. Veteusch. Handl. 6(7): 1-51.
- PEJLER, B., 1961. The zooplankton of Ösbysjön Djursholm. I. Oikos. 12: 11.
- 1962. Taxonomic notes on some planctic freshwater Rotifers. Zool. Bidr, Uppsala. 35: 307-319.
- 1962. Morphological studies on the Genera Notholca, Kellicottia and Keratella. Zool. Bidr. Uppsala. 33
- 1962. On the taxonomy and ecology of benthic and periphytic Rotatoria (Lapland). Zool. Bidr. Upps. 33.
- 1962. Notholca caudata (Carlin), a new presumed glacial relict. Zool. Bidr. Upps. 33
- 1962. On the variation of the Rotifer Keratella cochlearis (Gosse). Zool. Bidr. Upps. 35.
- 1962. The zooplankton of Ösbysjön, Djursholm. II. Further ecological aspects. Oikos. 13: 218-231.
- 1965. Regional-ecological studies of swedish fresh water zooplankton. Zool. Bidr. Upps. 36(4): 407-515.
- 1977. General problems on Rotifer taxonomy and global distribution. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 8: 212-220.
- 1977. Experience with Rotifer cultures based on Rhodomonas. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 8: 264 - 266.
- 1977. On the global distribution of the family Bra chionidae. Arch. Hydrobiol. (en prensa en 1977).
- 1983. Zooplanktic indicator of trophy and their food. Hydrobiologia. 101: 111-114.

- PENNAK, R.W., 1955. Comparative Limnology of eight Colorado Mountain lakes. Univ. Col. Stud. Ser. Biol. 2: 75 pp.
- 1957. Species composition of limnetic zooplankton communities. Limnol. Oceanogr. 2: 222-232.
- 1968. Field and Experimental winter Limnology of three Colorado Mountain lakes. Ecology. 49(3): 505-520.
- PEZZI, M. y GARCIA ROSELL, L., 1978. Análisis del medio físico de Sierra Nevada: Ordenación de sus recursos y clasificación de unidades paisajísticas. Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada. 8: 211-231.
- PIELOU, E.C., 1966. The measurement of diversity in defferent types of biological collections. J. Theoret. Biol. 13: 131-144.
- 1966. Species-diversity and Pattern-diversity in the study of ecological succession. J. Theoret. Biol. 10: 370-383.
- PILARSKA, J., 1977. Eco-physiological studies on Brachionus rubens (Ehr.) (Rotatoria). a) Food selectivity and feeding rate. b) Production and respiration. c) Energy balances. Pol. Arch. Hydrobiol. 24: 319-328; 329-342; 343-354.
- POOLE, R.W., 1974. An Introduction to Quantitative Ecology. McGraw-Hill. 1ª ed.
- PORRIOT, R., 1957. L'influence de la nourriture sur l'apparition des femelles mictiques chez Brachionus. Hydrobiolog. 9: 60-65.
- 1957. Sur la nutrition des Rotiferes à partir des algues d'eau douce. Hydrobiologia. 9: 50-59.
- 1964. Etude expérimentale de variations morphologiques chez certains espèces de Rotifères. Bull. Soc.Zool. France. 89: 555-561.

- POURRIOT, R., 1965. recherches sur l'ecology des Rotiferes. Vie. et Milieu, Suppl. 21: 1-224.
- 1965. Sur le determinisme du mode de reproduction chez les Rotifères. Schweiz. zeits. für Hydrologie 27(1): 76-87.
- 1965. Notes taxonomiques sur quelques Rotifères planctoniques. Hydrobiologia. 16: 579-604.
- 1970. Quelques Trichocerca (Rotifères) et leurs regimes alimentaires. Ann. Hydrobiol. 1(2): 155-171.
- 1971. Deux formes nouvelles de genre Squatinella (Rotifères) observées en Sologne. Cahiers des Naturalistes Bull. N.P. (N.S.) 27. 97:101.
- 1973. Recherches sur la biologie des Rotifères. III Fecondite et duree de vie comparées chez les femelles amictiques et mictiques de quelques especes. Ann. Limnol. 9(3): 241-258.
- 1973. Rapports entre temperature, la taille des adults, la longueur des oeufs et la taux de developpement embryonnaire chez Brachionus calyciflorus (Pallas) (Rotifères). Ann. Hydrobiol. 4: 103-115.
- 1977. Food and feeding habits of Rotifera. Arch. Hydrobiol. Beich. 8: 243-260. Luntz (en prensa).
- 1982. Ecologie du plancton des eaux continentals. Masson. Paris. 198 pp.
- & DELUZARCHES, M., 1970. Sur la consommation d'oxi-  
gen par les Rotifères. Ann. Limnol. 6: 229-248.
- & DELUZARCHES, M., 1971. Recherches sur la biologie des Rotifères. II. Influence de la Temperature sur la duree du developpement embryonnaire et post-embryonnaire. Ann. Limnol. 7(1): 25-52.

- POURRIOT, R & CHAMP, P., 1982. Consommateurs et production secondaires. EN: Ecology du plancton des eaux continentals. (R. Pourriot ed.). Masson. Paris. 49-112.
- BENEST, D.; ROUGIER, C. & CLEMENT, P., 1984. Caract<sub>ers</sub> taxonomiques et specifite dans le genre Asplachna (Rotiferes). Hydrobiologia. 112: 41-44.
- PUGA, E., 1971. Investigaciones petrológicas en Sierra Nevada Occidental. (Cordilleras Béticas, España). Tesis doctoral. Univ. Granada.
- DIAZ DE FEDERICO, A. y FONTBOTE, J.M., 1974. Sobre la individualización y sistematización de las unidades profundas de la zona Bética. E. Est. Geol. 30: 543-548.
- RADWAN, S., 1984. The influence of some abiotic factors on the occurrence of Rotifers of Leczna and Wlodawa Lake District. Hydrobiologia. 112: 117-124.
- RAVERA, O. & TONOLLI, V., 1956. Body size and number of eggs in Diaptomids as related to water renewal in mountain lakes. Limnol. Oceanogr. 1: 118-122.
- REY, J. y CAPBLANCQ, J., 1975. Dynamique des populations et productions du zooplancton de lac de Port Bielh. (Pyrénées Centrales). Ann. Limnol. 11: 1-45.
- RIDDER, M. de, 1962. Recherches sur les Rotiferes des eaux saumâtres. VIII. Quelques Rotifères des Marismas espagnoles. Hydrob. Acta Hydrobiologica, Hydrographica et Protistologica. Vol. XX, N° 1. 93-109.
- 1964. Enkele. Raderdiertjes nit de Spaanse Pyreneeën. Biol. Jaarb. Dodonaea. 32: 185-201.
- 1972. Rotatoria. In: The Zoology of Iceland, II Part. 13: 1-106. Copenhagen/Reykjavik.
- 1981. Some considerations on the geographical dis

- tribution of Rotifers. Hydrobiologia. 85: 209-225.
- RIGLER, F.H.; MacCALLUM, M.E. & ROFF, J.C., 1874. Production of zooplankton in Char Lake. J. Fish. Res. Board. Can. 31: 637-646.
- RHOLF, J. & SOKAL, R.R., 1969. Statistical Tables. W.H. Freeman & Co.
- RUTTNER-KOLISKO, A., 1963. The interrelationships of the Rotatoria. En: The Lower Metazoa. 263-272. Univ. Calif. Press
- 1974. Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. Die Binnengewässer Bd. 26(1): 1-146.
- 1975. The vertical distribution of plankton Rotifers in a small alpine lake with a sharp oxygen depletion. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 1.286-1.294.
- 1980. Der Einfluss des Trophie-Grade von Seen auf Abundanz und Populationsdynamik des Radertiers Filinia terminalis J.ber. Biol. Sta. Lunz. 3: 159-161.
- 1980. The abundance and distribution of Filinia terminalis in various types of lakes related to temperature, oxygen and food. Hydrobiologia. 73: 169-175.
- SCHWOERBEL, J., 1975. Métodos de Hidrobiología. Omega. Madrid. 262 pp.
- SCOTT, A.P. & BAYNES, S.M., 1978. Effect of algal diet and temperature and the biochemical composition of the Rotifer Brachionus plicatilis. Aquaculture. 14: 247-260.
- SELGA, D., 1952. Contribución al conocimiento de los Rotíferos de España. I. Rotíferos de las aguas continentales españolas y su distribución. P. Inst. Biol. Apl. 11: 113-123.
- SERRA, M. y MIRACLE, M.R., 1983. Biometric analysis of Brachionus plicatilis ecotypes from Spanish lagoons. Hydrobiologia. 104: 279-291.

- SHIEL, R.J. & KOSTE, W., 1983. Rotifer communities of billabongs in Northern and South-eastern Australia. Hydrobiologia. 104: 41-47.
- SIEGFRIED, C.A.; SUTHERLAND, J.W.; QUINN, S.O. & BLOOMFIELD, J.A., 1984. Lake acidification and the biology of Adirondack lakes: I. Rotifers communities. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 549-558.
- & KOPACHE, M.E., 1984. Zooplankton dynamics in a high mountain reservoir of Southern California, Calif. Fish Game. 70: 18-38.
- SIMPSON, G-G., 1961. Principles of Animal Taxonomy. Oxford Univ. Press. London.
- SLÁDEČEK, V., 1973. System of water quality from the Biological point of view. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 7: I-IV + 1-218.
- SNELL, T.W., 1979. Intraespecific competition and population structure in Rotifers. Ecology. 60: 494-502.
- & HAWKINSON, C.A., 1983. Behavioral reproductive insulation among populations of the Rotifer Brachionus plicatilis. Evolution. 37(6): 1.294-1.305.
- & CARRILLO, K., 1984. Body size variation among strains of the Rotifer Brachionus plicatilis. Aquaculture. 37: 359-367.
- SOKAL, R.R. & RHOLF, F.J., 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ediciones. Madrid. 832 pp.
- SPRULES, W.G., 1972. Effects of size-selective predation and food competition on high altitude zooplankton communities. Ecology. Vol. 53. Nº 3.
- 1980. Zoogeographic Patterns in the Size Structure

- of Zooplankton Communities, with Possible Applications to Lake Ecosystems Modeling and Management. In: Evolution and Ecology of Zooplankton Communities. Univ. Press of New England. London. 642-656.
- STERZYNSKI, W., 1979. Fecundity and body size of planktonic Rotifers in 30 Polish lakes of various trophic state. Ekol. Pol. 27: 307-322.
- STRICKLAND, J. & PARSON, T., 1968. A practical handbook of sea water analysis. Fish. Res. Board. Canada Bull. 167 pp.
- SYNERHOLM, C.C., 1974. The chydorid cladocera from surface lake sediments in Minnesota and North Dakota M.S. Thesis. Univ. Minnesota, Minneapolis.
- TELLERIA, L.J., 1982. Limnología del embalse de Lertutke. II. Ecología de las poblaciones de Rotíferos. Cuad. Invest. Biol. (Bilbao). 3: 29-38.
- THEILACHER, G. & McMASTER, F., 1971. Mass culture of the Rotifer Brachionus plicatilis and its cultivations as a food for larval anchovies. Mar. Biol. 10: 183-188.
- THOMASSON, K., 1956. Reflections on Arctic and Alpine Lakes. Oikos. 7(1): 117-143.
- TONOLLI, L. & TONOLLI, V., 1951. Osservazioni sulla biologia ed ecologia di 170 popolamenti zooplactonici di laghi italiani di alta quota. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 6: 53-136.
- VARIOS, 1979. Proceeding of the 2nd International Rotifers Symposium (H.J. Dumont and J. Green ed. 1980). Developments in Hydrobiology. 1.
- WASHINGTON, H.G., 1984. Diversity, biotic and similarity indices. Water Res. 18(6): 653-694.

- WATERS, T.F., 1977. Secondary Production in Ireland Waters. Advances in Ecological Research 10. (ed. by A. MacFadyen)
- WATTIEZ, C., 1979. Developpement, croissance et fecondité de Cladoceres en fonction de la temperature et du niveau trophique. Elevage experimental "in situ" dans deux étangs. Hydrobiologia. 63: 263-283.
- WETZEL, G., 1981. Limnología. Omega. Barcelona. 679 pp.
- WHITESIDE, M., 1970. Danish chydorid cladocera: modern ecology and core studies. Ecol. Monogr. 40: 70-118.
- WHITTAKER, R.H. & FAIRBANKS, C.W., 1958. A study of plankton copepod communities in the Columbus basin, Southeastern. Washington. Ecology. 39: 46-65.
- WILLEN, T., 1962. The Utäl Lake Cain Central Sweden and its Phytoplankton. Oikos. Suppl. 5. 156 pp.
- 1980. Phytoplankton from lakes and ponds on Vestspitsbergen. Acta Phytogeogr. Suec. 68: 173-188.
- WILLIAMS, W.T.; LAMBERT, J.M. & LANCE, G.N., 1966. Multivariate Methods in Plant Ecology V. Similarity Analyses and Information Analyses. J. Ecol. 54: 427- 445.
- WINBERG, G.G., 1971. Methods for the estimation of production of aquatic animals. Academic Press. London. 175 pp.
- WISZNIEWSKI, J., 1932. Sur quelques Rotifères, trouvés en Espagne. Arch. Hydrobiol. Rybactwa, Suwalki. 6: 41-64.
- 1932. Les Rotifères des rivières sablonneuses du Lac Widry. Arch. Hydrobiol. et Ichthyol. Bd. 6: 86-100
- YUFERA, M., 1982. Morphometric characterization of a small sized strain of *Brachionus plicatilis* in culture. Aquaculture. 27: 55-61.
- ZÁNKAI, N.P. & PONYI, J.E., 1970. The quantitative proportions

Rotifers plankton in the lake Balaton, in 1967. Nal. Biol. Tihany. : 291-307.

ZÁNKAI, N.P. & PONYI, J.E., 1971. The horizontal distribution of Rotifera plankton in lake Balaton. Nal. Biol. Tihany. 39: 285-304.

————— 1972. Quantitative relationships of the Rotatoria plankton in lake Balaton during 1965-1966. Nal. Biol. Tihany. 39: 189-204.

APENDICE

Tabla Ia: Ocurrencia de las especies de Rotíferos y valores de Tª (°C), concentración de Oxígeno (mg/l) y pH, en los muestreos de 1980.

	V.S.	V.S.	V.M.	V.M.	V.I.	V.I.	DCS	DCI	Lar.	LLL	P.N.	A.V.	RSS	R.S.	Cal.	Maj.	Gem.	7(2)	7(4)	7(5)	7(6)	7(7)	Lanj	P.C.	L(4)	
	8/8	29/8	8/8	29/8	8/8	29/8	29/8	29/8	13/9	13/9	6/9	13/8	13/8	13/8	23/8	23/8	23/8	25/9	25/9	25/9	25/9	25/9	8/8	8/8	8/8	
1 E. dilatata	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	
2 H. bulgarica											X		X	X	X	X								X	X	X
3 P. dolichoptera													X						X					X		
4 L. patella	X	X	X		X	X				X												X	X			
5 L.q. nevadensis			X	X	X																					
6 L. acuminata			X			X																				
7 N. squamula	X	X							X		X													X		
8 T. relicta	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
9 T. tenuior			X										X											X		
10 T. rattus																								X		
11 T. bicristata			X	X		X					X													X	X	X
12 T. cavia								X											X				X			
13 Tr. tetractis			X		X		X	X			X		X						X							
14 C. obtusa		X	X		X	X				X		X												X		
15 L. lunaris			X			X					X															
16 L. flexilis			X	X									X					X	X					X		
17 L. furcata			X	X	X	X					X															
18 L. closteroerca			X																							
19 C. gibba microdec.								X							X							X	X			
Temperatura	20	7	21	11	15	17	11	11	15	10	22	17	19	19	16	19	17	12	11	16	14	8.5	16		16	
pH	7.3	7.3	6.5	7.45	6.4	7.4	7.3	7.15	6.75	6.65	7.2	7.65	7.45	5.15	6.35	6.8	6.25	5.8	6.7	6	5.75	6.3	7.5	7.5	7.65	
Oxígeno	7.4	8.2	5.9	6.68	5.95	7.24	7.56	7.73	6.68	7.41	6.9	7.73	5.88	6.04	5.71	5.39	5.95	6.6	-	8.8	-	-	6.8	6.03	5.07	

Tabla Ib.- Ocurrencia de las especies de Rotíferos y valores de Tª (°C), concentración de O₂ (mg/l) % de saturación, pH y conductividad (uS/cm) en los muestros de 1981.

	Caldera						Majano						Gemelas						Virgen Superior					Virgen Media				
	30/6	14/7	21/7	7/8	2/9	23/9	5/6	13/6	30/6	14/7	7/8	2/9	5/6	13/6	30/6	14/7	7/8	2/9	19/6	10/7	4/8	25/8	18/9	19/6	10/7	4/8	25/8	18/9
<i>Euchlanis dilatata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hezarthra bulgarica</i>	X	X		X	X	X					X	X																
<i>Polyarthra dolichoptera</i>										X					X	X		X		X								
<i>Lepadella patella</i>															X	X		X		X								
<i>L. quinquecostata nevadensis</i>															X							X						
<i>L. acuminata</i>																												
<i>L. triptera</i>																												
<i>L. cf. tenella</i>																												
<i>Lepadella sp</i>													X	X		X				X	X							
<i>Notholca squamula</i>														X	X	X		X		X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Trichocerca relicta</i>		X		X				X	X	X	X		X	X	X		X		X	X	X		X	X	X	X	X	
<i>T. tenuior</i>											X									X								
<i>T. rattus</i>														X	X	X								X	X	X	X	
<i>T. bicristata</i>										X	X	X		X	X	X								X	X	X	X	
<i>T. cavia</i>															X													
<i>Trichotria tetractis</i>										X	X	X								X	X							
<i>Colurella obtusa</i>					X															X	X							
<i>Lecane luna</i>																				X								
<i>L. lunaris</i>														X														
<i>L. flexilis</i>										X					X					X				X	X	X	X	
<i>L. furcata</i>										X					X					X		X			X	X		
<i>L. closteroerca</i>																		X								X		
<i>L. kluchor</i>																								X	X			
<i>Cephalodella gibba microdactyla</i>				X	X				X	X	X						X			X	X				X	X		
<i>Cephalodella sp</i>						X			X										X	X								
<i>Bdelloideo sp 1</i>																						X			X	X	X	X
<i>Bdelloideo sp 2</i>													X							X			X					X
<i>Keratella cochlearis tecta</i>																												
<i>Brachionus quadridentatus</i>																												
<i>Dicranophorus sp</i>																												
Temperatura	9.8	15.1	17.1	15.7	14.3	11.1	16	17	17.9	20.8	21.4	20	18	20	22	23.3	25.3	21.8	5	8.8	7.7	11.6	11.1	18	16.8	10.6	14.1	14.5
Oxígeno	7.48	7.3	7	7.1	7.2	7.4	8.45	6.65	7.8	8.3	7.85	7.8	8.85	5.95	7.16	7.3	6.6	7.2	8.9	8.6	9.2	9	8.9	7.89	7.2	8.1	7.8	7.3
Saturación	92.6	102.2	101.5	100.4	98.8	94.2	120	96.5	115.6	130.5	124.9	120.2	131.22	91.7	114.7	120.2	112.7	114.9	97.5	104.2	108.2	115.6	113.2	117	103.9	102.1	106.5	101.2
pH	7.1	7	7	7.15	7	6.6	6.5	7.2	7.2	8.1	8.15	7.1	5.7	6.4	8.2	8.3	7.7	6.8	7.6	7.2	6.5	7.6	6.7	5.8	7.1	6.4	6.5	-
uS/cm	22	22	25	20	23	24	47	43	34	38	40	63	35	43	20	-	22	26	56	45	47	63	68	48	33	43	56	60

Tabla Ib.- Continuación

	A. Verdes				R. Seco Sup.				Río Seco				RSM.	R. Seco Inf.				Subcal.		Caldereta					
	30/6	14/7	7/8	2/9	30/6	14/7	7/8	2/9	30/6	14/7	7/8	2/9	30/6	30/6	14/7	7/8	2/9	5/6	13/6	5/6	13/6	30/6	14/7	21/7	
<i>Euchlanis dilatata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X					X	X	X	X
<i>Hexarthra bulgarica</i>						X	X	X		X	X			X	X	X	X								
<i>Polyarthra dolichoptera</i>														X	X	X	X								
<i>Lepadella patella</i>		X							X	X															
<i>L. quinquecostata nevadensis</i>																									
<i>L. acuminata</i>																									
<i>L. triptera</i>																									
<i>L. cf. tenella</i>																									
<i>Lepadella sp</i>																									
<i>Notholca squamula</i>			X	X																					
<i>Trichocerca relicta</i>	X	X	X	X		X	X			X	X			X		X	X				X				
<i>T. tenuior</i>						X	X			X	X														
<i>T. rattus</i>		X																							
<i>T. bicristata</i>						X	X							X	X	X	X								
<i>T. cavia</i>																									
<i>Trichotria tetractis</i>		X																							
<i>Colurella obtusa</i>	X	X			X	X		X																	
<i>Lecane luna</i>												X													
<i>L. lunaris</i>		X	X									X													
<i>L. flexilis</i>							X	X																	
<i>L. furcata</i>	X	X																							
<i>L. closterocerca</i>								X															X		
<i>L. kluchor</i>		X																					X		
<i>Cephalodella gibba microdactyla</i>																									
<i>Cephalodella sp</i>								X	X	X															
<i>Bdelloideo sp 1</i>	X		X	X				X			X														
<i>Bdelloideo sp 2</i>					X				X																
<i>Keratella cochlearis tecta</i>																									
<i>Brachionus quadridentatus</i>																									
<i>Dicranophorus sp</i>																									
Temperatura	8	11	11.9	13	8.6	14.5	13.5	13.3	8.9	16	14.3	13.5	8.8	13.1	18.4	16.9	22.9	20.5	25	19.9	20	20	18.5	21	
Oxígeno	-	8	7.9	-	-	7	7.9	-	7.1	6.7	7.6	-	6.9	6.68	6.3	6.5	-	-	5.08	6.7	5.72	6.68	7.4	6	
Saturación	-	101.6	102.7	-	-	97	106.3	-	86.0	95.1	104.3	-	83.3	88.8	94.8	93.8	-	-	86.1	103.1	88.2	103	111.4	94.3	
pH	6.95	6.2	6.5	6.4	6.6	6.6	6.35	6.6	6.7	6.3	6.5	6.6	6.7	6.4	6.4	6.55	6	6	6.7	6.8	5.9	7.3	7.1	7	
uS/cm	27	24	22	26	15	21	20	23	9	11	11	15	8	9	8	13	30	33	46	22	37	13	15	23	

Tabla Ib.- Continuación

	VIM	Virgen Inferior					Dilar(1)				Dilar(3)		Dilar(2)				Mosca			Larga			Lgto.L. Larga		
	19/6	19/6	10/7	4/8	25/8	18/9	10/7	4/8	25/8	18/9	10/7	4/8	10/7	4/8	25/8	18/9	21/7	14/8	23/9	20/7	18/8	11/9	20/7	18/8	11/9
<i>Euchlanis dilatata</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X			
<i>Hexarthra bulgarica</i>									X	X		X													
<i>Polyarthra dolichoptera</i>																									
<i>Lepadella patella</i>			X	X	X		X	X	X								X	X					X	X	X
<i>L. quinquecostata nevadensis</i>																									
<i>L. acuminata</i>					X																				X
<i>L. triptera</i>																									
<i>L. cf. tenella</i>																									
<i>Lepadella sp</i>																									
<i>Notholca squamula</i>																							X	X	X
<i>Trichocerca relictta</i>			X			X			X	X	X	X	X	X	X			X	X		X		X		X
<i>T. tenuior</i>					X	X			X	X			X	X	X	X									X
<i>T. rattus</i>			X						X										X	X					
<i>T. bicristata</i>					X	X																			
<i>T. cavia</i>							X	X	X																
<i>Trichotria tetractis</i>			X				X	X	X	X	X			X				X							
<i>Colurella obtusa</i>			X	X			X										X						X		
<i>Lecane luna</i>																									
<i>L. lunaris</i>				X			X				X										X	X			
<i>L. flexilis</i>							X	X		X															
<i>L. furcata</i>			X	X			X		X		X			X		X									
<i>L. clostercera</i>																									
<i>L. kluchor</i>				X																					
<i>Cephalodella gibba microdactyla</i>				X		X			X	X		X	X												
<i>Cephalodella sp</i>			X	X			X						X	X							X	X			
<i>Bdelloideo sp 1</i>				X	X												X		X		X	X			X
<i>Bdelloideo sp 2</i>				X					X			X									X				X
<i>Keratella cochlearis tecta</i>																									
<i>Brachionus quadridentatus</i>			X																						
<i>Dicranophorus sp</i>																									
Temperatura	15	13	18.7	16.4	19.2	21.3	9.7	8.8	12.6	10.7	16	10.3	11	9.9	11.3	9.3	11	12.1	7.1	17.1	15.7	12.9	6.1	9.1	8.5
Oxígeno	7.48	7.56	7.3	7.5	5.1	6.2	9.1	8.2	8.6	9.6	7.3	8.3	9.2	9.5	9.7	8.7	8.5	8.1	8.3	6.8	8.3	6.1	10.3	-	6.5
Saturación	104	100.5	109.9	108.2	77.3	98.1	120.1	99.1	113.6	121.3	103.6	103.7	116.8	118	123.6	105.4	107.9	105.3	95.8	98.6	117.35	81.1	115.8	-	77.7
pH	5.5	6.2	6.9	6.3	6.2	6.3	7.3	6.2	7.2	6.7	6.6	6.2	7.4	6.5	6.4	7.1	6.9	6.5	6.9	6.6	6	6.3	6.5	6.1	6.1
uS/cm	-	34	30	28	37	43	26	39	43	52	37	53	34	40	75	50	28	25	23	21	16	22	27	22	32

Tabla Ib.- Continuación

	Peñón Negro				1*(7)		2*(7)					3*(7)			4*(7)					5*(7)								
	6/6	17/7	21/8	23/9	12/6	4/7	12/6	4/7	16/7	11/8	4/9	8/10	12/6	4/7	16/7	12/6	4/7	16/7	11/8	4/9	8/10	12/6	4/7	16/7	11/8	4/9	8/10	
<i>Euchlanis dilatata</i>	X	X	X	X					X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X		
<i>Hexarthra bulgarica</i>		X	X	X						X	X	X																
<i>Polyarthra dolichoptera</i>																	X	X	X	X								
<i>Lepadella patella</i>									X								X											
<i>L. quinquecostata nevadensis</i>																												
<i>L. acuminata</i>																												
<i>L. triptera</i>																												
<i>L. cf. tenella</i>																												
<i>Lepadella sp</i>																												
<i>Notholca squamula</i>																												
<i>Trichocerca relicta</i>		X	X	X					X								X	X	X				X	X	X	X		
<i>T. tenuior</i>																	X							X				
<i>T. rattus</i>																			X	X								
<i>T. bicristata</i>			X	X													X	X	X				X	X	X	X		
<i>T. cavia</i>																							X	X	X			
<i>Trichotria tetractis</i>									X															X	X	X		
<i>Colurella obtusa</i>		X																										
<i>Lecane luna</i>																												
<i>L. lunaris</i>																												
<i>L. flexilis</i>										X		X							X	X								
<i>L. furcata</i>																												
<i>L. closteroerca</i>																												
<i>L. kluchor</i>																												
<i>Cephalodella gibba microdactyla</i>																									X	X		
<i>Cephalodella sp</i>			X			X			X			X							X							X		
<i>Bdelloideo sp 1</i>			X																							X	X	
<i>Bdelloideo sp 2</i>																								X				
<i>Keratella cochlearis tecta</i>																												
<i>Brachionus quadridentatus</i>																												
<i>Dicranophorus sp</i>																												
Temperatura	16	17.8	10.7	8	4	6	12	14	15.5	15.6	12.7	7	9	13	12	11	13.5	14.3	13.5	15	7.8			23	17	21.5	20	12
Oxígeno	8.5	7.1	8.2	7.7	8.2	8.53	6.84	7	7.9	7.7	6.2	7.4	6.68	7.08	8.8	6.8	7.56	8.5	7.7	9	7.7			6.04	8.5	8.2	7	7.5
Saturación	120.7	105.3	104.3	91	87.5	95.9	88.9	95.22	111.7	108.9	82.4	85.4	80.9	94.11	114.4	86.4	101.3	116.6	103.1	125.1	90.9			98.6	123.3	130.4	107.9	97.5
pH	6.6	8.1	6.5	6	5.6	8.7	6	8.6	6.2	6.1	7.2	6.75	6.6	8.2	6.3	5.8	8.5	5.8	6.45	7.4	6.65			8.5	6.4	6.8	7.4	6.75
uS/cm	36	20	15	20	38	27.5	44	22	8	9	21	15	34	17	8	32	27	11	10	16	12			30	33	26	41	37

Tabla Ib.- Continuación

	6*(7)				7*(7)					Lanjarón			P. Colorado			L(4)			L(3)	L(2)	L(1)	Cuadrada	Caballo		Caballo I.				
	16/7	11/8	4/9	8/10	12/6	4/7	16/7	11/8	4/9	8/10	7/7	28/7	29/8	7/7	28/7	29/8	7/7	28/7	29/8	7/7	7/7	7/7	28/7	29/8	24/7	28/8	24/7	28/8	
<i>Euchlanis dilatata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hexarthra bulgarica</i>														X	X				X	X			X	X	X	X	X	X	X
<i>Polyarthra dolichoptera</i>														X	X				X	X									
<i>Lepadella patella</i>														X															
<i>L. quinquecostata nevadensis</i>	X		X	X		X	X																						
<i>L. acuminata</i>																													
<i>L. triptera</i>																													
<i>L. cf. tenella</i>																													
<i>Lepadella sp</i>																													X
<i>Notholca squamula</i>						X	X	X	X																				
<i>Trichocerca relictata</i>	X	X		X	X	X			X		X		X	X			X						X	X					X
<i>T. tenuior</i>									X	X																			
<i>T. rattus</i>																													
<i>T. bicristata</i>	X		X	X		X	X	X		X		X	X			X													
<i>T. cavia</i>																													
<i>Trichotria tetractis</i>			X	X																									
<i>Colurella obtusa</i>							X																						
<i>Lecane luna</i>																													
<i>L. lunaris</i>																													
<i>L. flexilis</i>							X		X	X														X					
<i>L. furcata</i>																							X	X	X	X	X	X	X
<i>L. closteroerca</i>																													
<i>L. kluchor</i>																													
<i>Cephalodella gibba microdactyla</i>		X	X				X			X																			
<i>Cephalodella sp</i>	X	X		X	X	X	X	X								X													
<i>Bdelloideo sp 1</i>																								X					
<i>Bdelloideo sp 2</i>			X	X								X	X	X												X	X		
<i>Keratella cochlearis tecta</i>				X				X	X				X												X	X	X		
<i>Brachionus quadridentatus</i>																										X			
<i>Dicranophorus sp</i>																													
Temperatura	11	15.9	16.7	11.3	11	14	15.5	17	18.6	7.3	14.8	18.8	13.2	13	18.9	12.8	13.7	18.2	15.7	15.8				17.3	13.6	17	14.4	19.5	19
Oxígeno	9.8	8.7	8	8.4	6.7	7.73	8.5	8.2	7.8	8	6.52	6.6	6.7	7.16	8.6	7.2	6.3	6.7	6.5	6.2			5.95	6.3	6	7	6.3	7.2	7
Saturación	124.5	123.5	115.4	107.4	85.1	105.1	120.2	118.9	117	93.3	90.4	96.3	89.3	95.2	129.4	95.5	85.4	99.8	91.7	87.7				91.9	80.7	101.5	86.5	110.1	105.7
pH	6.8	7.9	7.8	7.2	7	6.9	6.5	6.7	7.8	6.5	7.1	6.6	6.6	7.1	6.3	7.3	6.8	6.2	6.5	6.9			6.9	5.8	6.1	6.1	6.2	6.3	7
uS/cm	17	18	28	25	42	26	21	17	24	18	10	8	13	11	17	14	7	7	15	8			7	7	8	7	10	10	23.2









Tabla III.- Matriz de afinidades (indice de Czechanoski) de las especies en las muestras cualitativas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 E. dilatata	1																			
2 H. bulgarica	47	1																		
3 P. dolichoptera	13.2	25	1																	
4 L. patella	37.1	9	5.1	1																
5 L.q. nevadensis	5.3	0	0	6.3	1															
6 L. acuminata	3.5	0	0	6.5	0	1														
7 N. squamula	17.6	0	0	32.6	0	0	1													
8 T. relictta	69.6	38.9	12.5	40.4	8.2	0	26.1	1												
9 T. tenuior	27.1	23.3	0	23.5	0	8.3	11.1	39.1	1											
10 T. rattus	11.8	8.7	22.2	16.2	0	0	0	12.8	6.7	1										
11 T. bicristata	47	28.9	29.2	32.8	4.9	0	19.2	57.4	30	4.3	1									
12 T. cavia	10.3	4.5	0	28.6	0	0	0	10.5	21.4	14.3	13.6	1								
13 Tr. tetractis	23.1	7	0	45.8	18.2	0	0	33.7	34.1	22.2	21.1	40	1							
14 C. obtusa	27.9	21.4	0	34	9.5	20	18.8	25	20	15.4	17.4	8.3	16.2	1						
15 L. lunaris	13.4	4.3	0	16.2	0	40	18.2	12.8	13.3	25	0	0	14.8	38.5	1					
16 L. flexilis	27.9	21.4	14.3	12.8	0	0	18.8	25	20	7.7	32.1	16.7	16.2	16.7	7.7	1				
17 L. furcata	29.9	19.7	0	34.6	23.1	8	5.4	32.3	17.8	19.4	13.1	13.8	38.1	39	25.8	19.5	1			
18 L. closterocerca	11.9	8.9	0	5.6	0	22.2	0	10.4	6.9	13.3	4.4	0	0	16	40	16	20	1		
19 L. kluchor	7	0	0	12.1	0	33.3	0	8.1	0	16.7	9.5	0	8.7	18.2	33.3	18.2	22.2	0	1	
20 C.g. microdactyla	31.1	19.4	11.8	26.4	7.4	7.7	10.5	38.3	39.1	18.8	35.5	20	37.2	33.3	6.3	28.6	25.5	12.9	7.1	1

Tabla IV: Matriz de correlaciones entre especies en los muestreos cuantitativos. Se subrayan las significativas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.- E. dilatata	1										
2.- H. bulgarica	101	1									
3.- P. dolichoptera	-0.008	<u>0.421</u>	1								
4.- N. squamula	0.059	-0.106	-0.042	1							
5.- T. relictata	0.122	-0.077	-0.047	-0.039	1						
6.- T. bicristata	-0.021	<u>0.284</u>	<u>0.337</u>	0.168	0.089	1					
7.- T. tetractis	-0.020	0.034	-0.051	-0.042	-0.048	-0.069	1				
8.- L. flexilis	-0.086	-0.042	0.021	-0.051	-0.058	-0.086	<u>0.483</u>	1			
9.- L. furcata	0.043	-0.048	-0.062	-0.051	-0.058	-0.084	<u>0.371</u>	<u>0.217</u>	1		
10.- L. closterocerca	-0.015	-0.057	-0.037	-0.031	-0.035	-0.050	<u>0.249</u>	0.148	<u>0.297</u>	1	
11.- Bdelloideo sp. 1	0.129	0.117	-0.074	0.041	0.195	0.078	-0.071	-0.023	-0.090	-0.122	1

Tabla V.- Matriz de disimilaridades entre lagunas

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
1 Mos.																														
2 A.V.	66.7																													
3 V.I.	59.2	77.4																												
4 V.S.	56	75.9	75																											
5 Gen.	50	64.3	58.1	69																										
6 7(4)	38.1	48	57.1	53.8	64																									
7 7(7)	47.6	56	64.3	69.2	72	72.7																								
8 7(5)	57.1	48	71.4	69.2	64	63.6	72.7																							
9 7(6)	60	58.3	66.7	72	58.3	66.7	66.7	85.7																						
10 DCS	69.2	60	72.7	77.4	66.7	66.7	66.7	66.7	61.5																					
11 DCI	47	42.1	58.3	63.6	57.1	44.4	55.5	66.7	58.8	60.9																				
12 7(2)	44.4	54.5	48	52.2	63.6	73.7	63.1	63.1	77.8	58.3	40																			
13 R.S.	55.5	45.4	56	69.6	45.4	63.1	63.1	73.7	77.8	58.3	53.3	62.5																		
14 LLL	53.3	42.1	36.4	50	31.6	25	50	50	53.3	28.6	33.3	30.8	61.5																	
15 P.N.	55.5	63.6	56	60.9	45.4	52.6	52.6	52.6	66.7	50	40	62.5	62.5	30.8																
16 Cal.	37.5	40	43.5	57.1	40	58.8	58.8	47	62.5	54.5	46.1	57.1	57.1	18.2	71.4															
17 Maj.	50	58.3	66.7	72	66.7	76.2	76.2	66.7	70	69.2	58.8	66.7	66.7	26.7	77.8	75														
18 RSI	25	30	26.1	28.6	30	58.8	35.3	35.3	50	27.3	15.4	57.1	42.8	18.2	57.1	50	50													
19 Lan.	47	47.6	41.7	45.4	38.1	66.7	44.4	55.6	70.6	43.8	14.3	66.7	66.7	50	66.7	46.1	58.8	76.4												
20 P.co	50	40	43.5	47.6	30	47	47.05	58.8	75	36.4	30.8	57.1	71.4	54.5	71.4	50	50	66.7	76.9											
21 L(4)	25	40	34.8	38.1	30	47	35.2	47	62.5	27.3	15.4	57.1	57.1	18.2	71.4	50	50	50	61.5	66.7										
22 RSS	52.2	59.2	60	57.1	51.8	66.7	58.3	50	52.1	69	31.6	57.1	57.1	22.2	66.7	51.6	60.9	42.1	50	52.6	52.6									
23 Lar.	63.6	53.8	69	66.7	38.5	52.2	52.2	52.2	54.5	71.4	42.1	40	70	35.3	60	55.5	54.5	33.3	42.1	55.5	44.4	80								
24 DCL	50	50	43.5	57.1	40	35.3	23.5	35.3	50	54.5	46.1	57.1	42.8	18.2	57.1	50	50	50	46.1	50	33.3	42.1	44.4							
25 Cab I	50	30	34.8	47.6	30	35.3	35.3	35.3	50	45.4	46.1	42.8	57.1	36.4	57.1	50	50	50	46.1	66.7	33.3	31.6	44.4	66.7						
26 Cuad	40	31.6	27.3	40	42	50	37.5	25	40	47.6	33	61.5	46.1	20	61.5	54.5	53.3	54.5	50	54.5	36.4	33.3	35.3	72.7	72.7					
27 Cab.	66.7	36.4	40	52.2	45.4	31.6	31.6	42.1	55.5	50	40	37.5	62.5	46.1	62.5	42.8	44.4	42.8	53.3	71.4	42.8	47.6	60	57.1	71.4	61.5				
28 Cta.	57.1	33.3	28.6	31.6	44.4	26.7	26.7	26.7	28.6	40	36.4	33.3	33.3	22.2	50	40	42.8	40	36.4	40	20	35.3	37.5	60	60	66.7	66.7			
29 V.M.	57.1	56	64.3	53.8	56	45.4	54.5	54.5	57.1	59.2	44.4	42.1	42.1	37.5	52.6	35.3	47.6	35.3	44.4	58.8	35.3	58.3	52.2	47	47	50	63.1	53.3		

Tabla VI: Valores medios y varianzas de las longitudes de la loriga de E. dilatata en varias poblaciones de Sierra Nevada.

Muestra	$n_i$	$\bar{x}_i$	$S_i^2$	Muestra	$n_i$	$\bar{x}_i$	$S_i^2$
A.V. (14/7)	10	269.36	1132.99	C.P. (12/6)	6	224.54	3585.61
A.V. ( 7/8)	10	260.34	1466.89	C.P. ( 4/7)	10	279.52	1069.29
A.V. ( 2/9)	10	269.52	752.05	C.P. (16/7)	10	239.02	1643.99
RSS (14/7)	10	227.17	924.16	C.P. (11/8)	7	241.07	2821.73
RSS ( 7/8)	8	251.68	641.61	C.P. ( 4/9)	7	198.19	1746.40
R.S. (14/7)	9	254.43	662.03	6(7) (16/7)	8	267.76	1481.48
R.S. ( 7/8)	6	256.63	92.93	6(7) (11/8)	11	266.34	3116.99
R.S. ( 2/9)	8	265.28	209.09	6(7) ( 4/9)	12	242.77	2264.81
RSI (14/7)	10	226.26	540.56	5(7) ( 4/7)	9	257.91	554.60
Maj. (13/6)	16	200.52	1338.10	5(7) (16/7)	10	242.47	1243.27
Maj. (30/6)	12	240.16	829.44	5(7) (11/8)	10	258.13	673.40
Maj. (14/7)	9	207.61	1314.79	5(7) ( 4/9)	10	221.50	3642.12
Maj. ( 7/8)	9	245.42	1380.12	4(7) ( 4/7)	12	276.74	1301.04
Maj. ( 2/9)	10	227.88	493.73	4(7) (16/7)	11	283.44	2608.14
Cal. (14/7)	10	253.61	342.14	4(7) (11/8)	7	275.84	1371.96
Cal. (21/7)	5	249.50	222.01	4(7) ( 4/9)	9	266.34	1426.57
Cal. ( 7/8)	10	253.41	239.94	3(7) (16/7)	5	232.00	3194.51
Cal. ( 2/9)	10	259.40	944.33	2(7) (11/8)	9	251.94	512.57
Cal. (23/9)	10	255.22	753.50	2(7) ( 4/9)	10	249.15	1075.18
Cta. (13/6)	9	221.74	307.65	Cuad. (29/8)	10	210.97	191.54
Cta. (14/7)	13	247.21	169.52	Lj(4)( 7/7)	10	256.43	2311.69
Cta. (21/7)	10	237.61	692.22	Lj(4)(29/8)	6	241.09	723.07
G.G. (13/6)	6	205.50	357.59	Lj(1)( 7/7)	10	227.53	1374.93
G.P. (13/6)	5	177.49	582.74	Lanj. ( 7/7)	9	229.38	2171.56
G.G. (30/6)	13	233.05	1202.01	Lanj. (28/7)	7	246.32	3496.36
G.P. (30/6)	5	186.54	386.12	LDC (10/7)	10	204.78	2164.11
G.G. (14/7)	10	193.51	399.60	DCS (10/7)	10	225.52	1741.39
G.G. ( 2/9)	10	214.81	854.98	V.I. (10/7)	8	190.08	2546.21
Mos. (14/8)	10	341.69	5140.89	V.I. ( 4/8)	7	202.89	1675.26
L.L. (20/7)	10	202.49	767.84	V.M. (19/6)	6	209.74	207.36
L.L. (18/8)	10	191.16	271.59	V.M. ( 4/8)	10	238.22	1802.00
L.L. (11/9)	10	202.96	225.00	V.M. (25/8)	10	262.59	50.27
P.N. (17/7)	10	255.89	1130.98	V.S. ( 4/8)	9	273.11	1149.84
P.N. (21/8)	9	275.33	96.63	V.S. (25/8)	9	236.84	4982.95
P.N. (23/9)	10	270.90	2007.94	V.S. (18/9)	6	247.52	2998.66

Tabla VII. Valores de las longitudes de E. dilatata, en las diferentes lagunas y fechas, sobre los que se ha realizado el análisis de la varianza (Ver página 233).

7 (SIETE LAGUNAS)

12-6-81	248,203, 154,165,298,280
4-7-81	286,308,298,301,212,175,237,273,287,317
16-7-81	244,270,283,228,150,195,241,268,273,237
11-8-81	332,266,169,185,283,238,238
4-9-81	246,226,195,229,194,121,175

6 (SIETE LAGUNAS)

16-7-81	309,302,242,233,215,290,308,242
11-8-81	302,248,309,188,312,267,290,325,225,156,307
4-9-81	263,254,254,263,238,140,248,163,224,281,303,280

5 (SIETE LAGUNAS)

4-7-81	270,238,246,239,236,243,283,241,287
16-7-81	264,222,180,273,255,262,258,184,277,249
11-8-81	243,283,228,212,257,278,286,290,249,255
4-9-81	281,261,253,249,142,142,126,246,236,278

4 (SIETE LAGUNAS)

4-7-81	280,322,282,270,280,294,301,303,268,198,303,217
16-7-81	278,291,306,316,293,134,287,304,287,322,300
4-8-81	220,241,265,322,277,315,290
4-9-81	310,290,276,189,303,246,236,278

2 (SIETE LAGUNAS)

11-8-81	247,268,249,244,285,262,203,247,261
4-9-81	273,261,278,270,268,268,263,185,209,216

PEÑON NEGRO

17-7-81	292,234,280,215,277,220,204,276,286,274
21-8-81	259,272,284,262,275,282,278,290,276
23-9-81	290,273,283,245,291,277,297,282,285,285

LANJARON 4

7-7-81	252,185,274,287,228,309,262,140,237,290
29-8-81	217,219,232,238,251,290

LANJARON

7-7-81	207,301,196,154,228,221,294,249,214
28-7-81	240,260,289,307,143,195,291

VIRGEN INFERIOR

10-7-81	198,135,130,231,222,223,130,251
4-8-81	184,122,208,204,224,238,241

VIRGEN MEDIA

19-6-81	219,225,184,205,209,216
4-8-81	264,167,255,255,177,196,293,249,264,261
25-8-81	268,255,269,265,274,252,268,260,257,258

VIRGEN SUPERIOR

4-8-81	284,287,277,204,310,235,310,277,274
25-8-81	312,298,265,293,245,138,130,275,175
18-9-81	271,258,271,136,278,270

RIO SECO SUPERIOR

14-7-81	157,228,259,206,237,255,206,246,237,240
7-8-81	277,235,266,266,262,257,197,252

RIO SECO

14-7-81	247,297,205,231,265,269,265,265,254
7-8-81	256,271,260,258,254,241
2-9-81	245,278,278,269,269,275,241,267

CALDERETA

13-6-81	252,214,207,228,214,248,203,214,214
14-7-81	243,254,252,222,255,252,254,231,269,249,246,229,255
21-7-81	234,271,260,180,236,265,246,236,221,225

CALDERA

14-7-81	255,273,277,245,245,245,268,217,239,271
21-7-81	249,252,243,272,231
7-8-81	266,269,256,250,219,239,254,262,268,251
2-9-81	254,264,280,190,273,275,222,292,263,280
23-9-81	199,244,275,270,217,256,275,275,281,260

MAJANO

13-6-81	174,239,187,180,171,198,239,250,178,275,248, 169,178,156,187,178
30-6-81	235,194,250,257,193,253,255,261,197,276,253,257
14-7-81	135,215,160,234,219,219,225,212,249
7-8-81	247,286,156,250,235,244,277,251,263
2-9-81	227,257,236,217,235,179,228,217,225,255

GEMELAS

13-6-81	216,219,214,216,170,198
30-6-81	236,251,260,240,240,148,249,254,230,251,166,249
14-7-81	213,194,194,189,209,199,207,142,200,187
2-9-81	133,214,222,225,230,230,224,227,212,230

LARGA

20-7-81	214,207,205,212,238,149,161,207,231,201
18-8-81	187,205,202,202,206,181,190,151,193,196
11-9-81	179,214,199,207,211,211,206,214,174,216