

Limnología del lago de Montcortès (ciclo 1978-79) (Pallars Jussà, Lleida).

XAVIER MODAMIO¹, VICENTE PÉREZ² y FRANCESC SAMARRA³

1. Passatge Rovira, 17, baixos. 08005 Barcelona.

2. C. Hospital, 42, 1º, 2ª. 08001 Barcelona.

3. Po. Maragall, 367-369, 1º. 08032 Barcelona.

Recibido: enero 1987.

SUMMARY

Limnology of the Montcortès Lake (1978-79 cycle) (Lleida, NE Spain). Limnology of Montcortès lake (Pallars Jussà, Lleida, Spain) was studied during the annual cycle of 1978-79. The following parameters were evaluated: temperature, light, transparency, oxygen, nutrients, sulphides, pH, alkalinity, chlorophyll, phytoplankton and zooplankton. During the studied cycle, the lake was homogenized in winter and fall times, being stratified in spring and summer. During the summer there was a clear thermocline at 10 meters depth, but we did not find an anaerobic hypolimnion, as was previously stated by CAMPS *et al.* (1976). Phytoplankton was composed essentially of *Cyclotella* sp., *Oscillatoria rubescens*, *Peridinium* sp. and *Ceratium hirundinella*. During spring there was a great bloom of *Cyclotella* in surface waters which depleted dissolved silicate. A very dense population of *Oscillatoria rubescens* was located below the thermocline. Zooplankton was composed by *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina longirostris*, *Keratella quadrata* and *Polyarthra vulgaris*. The greatest population of *D. longispina* was found from April to June at superficial waters. *B. longirostris* had its maximums in December-January and June-July.

KEYWORDS: Montcortès Lake, annual cycle, phytoplankton, zooplankton.

PALABRAS CLAVE: lago de Montcortès, ciclo anual, fitoplancton, zooplancton.

INTRODUCCIÓN

Con la presente contribución se pretende completar la información obtenida a través de otras investigaciones y estudios del lago de Montcortès (CAMPS *et al.*, 1976). La situación del lago, en la cuenca del Flamicell (Pallars Jussà, Lleida) a 1065 m de altitud, no hace fácil su estudio, por lo relativamente inaccesible y distante.

Los primeros trabajos fueron, fundamentalmente, sistemáticos y muy parciales, ya que sólo estaban basados en muestras recogidas en la orilla. Las primeras referencias corresponden a una muestra tomada por HASS (1298) y estudiada por ARNDT (1926). Posteriormente las

aportaciones fueron de JOHANSEN (1927) y MARGALEF (1950).

En 1976 un grupo de la Universidad de Barcelona en colaboración con miembros del Instituto de Investigaciones Pesqueras publicó por primera vez el estudio de su ciclo anual con una periodicidad de muestreo bimensual (CAMPS *et al.*, 1976). En dicho trabajo se tuvieron en cuenta tanto parámetros fisicoquímicos como biológicos.

La presente aportación ofrece numerosos parámetros basados en un exhaustivo muestreo que permitirá hacer un contraste de información con los datos obtenidos por CAMPS *et al.* (1976.), con lo que se tendrá una visión más amplia y objetiva de la dinámica del lago. También se ofrecen



Fig. 1. Mapa batimétrico del lago de Montcortès. A: punto de muestreo. *Bathymetric map of Montcortès lake. A: sampling point*

aspectos inéditos acerca de las poblaciones planctónicas.

DESCRIPCIÓN DEL LAGO

El lago está asentado en la zona prepirenaica catalana, a unos 16 km de Poble de Segur. El hombre ha establecido en su entorno diversos campos de cultivo y prados para la ganadería. No obstante éstos coexisten con masas de bosque (*Quercus faginea*, *Quercus ilex*, *Populus tremula*, *Populus nigra*, *Betula verrucosa*). La franja de cañizares que rodea al lago está formada, principalmente, por *Phragmites communis*. En los primeros metros de talud sumergido preponderan las plantas acuáticas del género *Myriophyllum*. En el lago pueden encontrarse ejemplares de *Salmo trutta* de repoblación.

El lago, de forma ovalada, está rodeado de una estrecha banda de cañizar, al cual le sigue un talud sumergido de fuerte

pendiente. Llega a tener alrededor de 30 m en su zona más profunda, situada en los puntos centrales de la zona ocupada por la cubeta. En la fig. 1 se observan detalles de la forma de las isolíneas de profundidad que contrastan con el mapa de Montcortès publicado anteriormente.

No se observa ningún canal superficial de aporte, existiendo solamente un rebosadero que desagua al arroyo de Ruison en las épocas de crecida.

MATERIAL Y MÉTODOS

A lo largo del ciclo de noviembre de 1978 a diciembre de 1979 se efectuaron 17 campañas con una periodicidad media de tres semanas. Los muestreos se realizaron siempre en el mismo lugar, para lo cual se dispuso de una boya permanente en el punto "A" (fig. 1), recogiendo agua a nivel de superficie, 1, 3, 5, 10, 15, 20, 23, 25 y 27 m.

El muestreo se realizó utilizando una variación propia de una botella Ruttner de dos litros de capacidad. La temperatura fue medida con una termorresistencia NTC previamente calibrada y se valoró la penetración de la luz mediante una fotorresistencia. Una vez las muestras a bordo, se tomaron en primer lugar las alícuotas para el análisis del oxígeno disuelto y sulfuros presentes, así como un litro de agua destinado a las restantes determinaciones físicoquímicas (fijado con 1 ml de cloroformo).

Por otro lado se procedió al filtrado de 8 l de agua a través de una red de 42 μ m de poro a fin de recoger el zooplancton presente, que fue fijado con formol al 4% y posteriormente estudiado en el microscopio invertido. Para el estudio del fitoplancton se tomó una muestra sin filtrar de unos 100 ml, la cual se fijaba *in situ* con unas gotas de lugol (se mantuvo bien tapada y a oscuras hasta el momento de su conteo).

Para determinar las clorofilas presentes se filtraron 2 l de muestra a través de un filtro Whatman GF/C de 55 μ m de

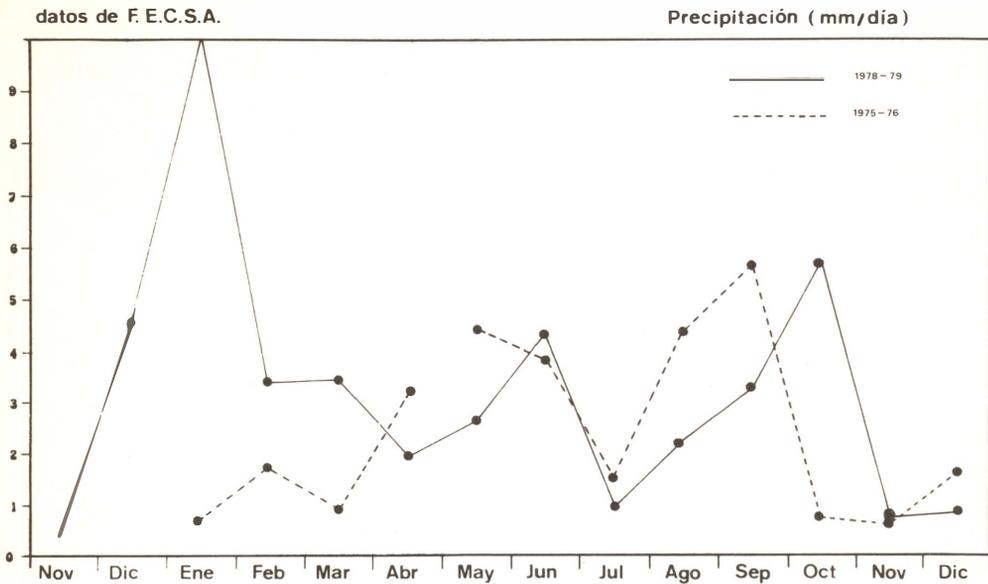


Fig. 2. Precipitación media diaria de la zona de estudio. *Mean daily rainfall of the area*

diámetro, y se extrajeron los pigmentos mediante acetona al 90 %. La transparencia del agua fue observada con un disco de Secchi de 30 cm de diámetro.

mínimo de precipitaciones (entre 0.25 y 1.5 mm/día), el máximo de penetración luminosa (fig. 3a).

RESULTADOS

CLIMA Y PENETRACIÓN LUMINOSA

La época de mezcla invernal, con una temperatura ambiente entre 1 y 4 °C, correspondió a la mínima penetración luminosa, que estuvo motivada por un mayor enturbiamiento de las aguas debido a las lluvias y al deshielo. Las precipitaciones fueron muy importantes con valores entre 11 y 16 mm/día (fig. 2).

Durante los meses de febrero, marzo y abril se observó una estabilización en la penetración lumínica, debida, en gran parte, a la gran proliferación de diatomeas que se dió por aquellas fechas. Posteriormente, en la época de estratificación veraniega se midió, con máximas temperaturas ambientales (entre 19 °C a 22 °C) y un

TEMPERATURA

Exceptuando momentos muy concretos, las aguas superaron en todo momento los 4 °C. La mínima fue de 3.5 °C el 1 de mayo de 1979 a 23 m de profundidad y la máxima de 23.7 °C el 3 de agosto de 1979 en superficie. Desde noviembre de 1978 hasta febrero de 1979, la temperatura se mantuvo uniforme en todo el perfil alrededor de los 5 °C, indicando la existencia de una mezcla total de las aguas. A mediados de marzo comenzaron a calentarse las capas superiores apareciendo un pequeño gradiente térmico. Debido al progresivo calentamiento se incrementó la diferencia de temperaturas, existiendo una termoclina bien definida a partir de mayo. Esta se mantuvo hasta mediados de noviembre, con un valor máximo durante el mes de agosto. A partir del mes de agosto las capas superficiales iniciaron su enfriamiento,

homogeneizándose la temperatura a finales de noviembre (fig. 3b).

CAMPS *et al.* (1976) describieron un ciclo de meromixis, basándose en la existencia permanente de una capa anóxica profunda. En contraste con aquéllo, el presente estudio muestra un ciclo de monomixis con circulación libre en invierno a 4 °C y estratificación veraniega.

OXÍGENO

Se apreció una cierta estratificación durante todo el año, excepto los meses de enero a marzo, coincidiendo con las fuertes lluvias, y en julio y agosto (fig. 3c). El desarrollo de una densísima población de *Oscillatoria rubescens* pudo implicar un aporte considerable de oxígeno de origen fotosintético en las capas profundas durante el período estival, lo que podría explicar la riqueza de oxígeno en capas profundas en esta época (fig. 3c). En contraste con estudios anteriores solamente se detectó sulfhídrico durante los períodos de noviembre a enero de 1978 y a partir de septiembre de 1979, por la existencia de condiciones anaerobias. Las concentraciones máximas estuvieron alrededor de 10 mg/l (fig. 3d).

NUTRIENTES

En general se mantuvieron a nivel muy bajo durante todo el ciclo, en particular los fosfatos y los nitritos, los cuales presentaron sus valores máximos en la época invernal; además dichos nutrientes mostraron una distribución muy uniforme, en tanto que los nitratos y silicatos siguieron la dinámica general del lago. En épocas de estratificación estos dos aniones

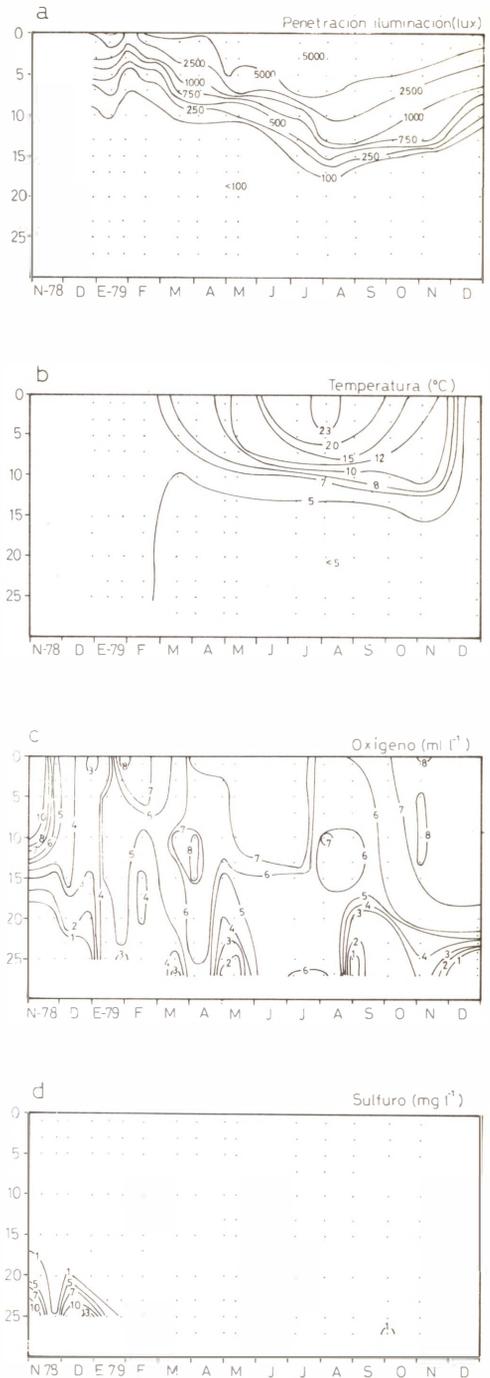
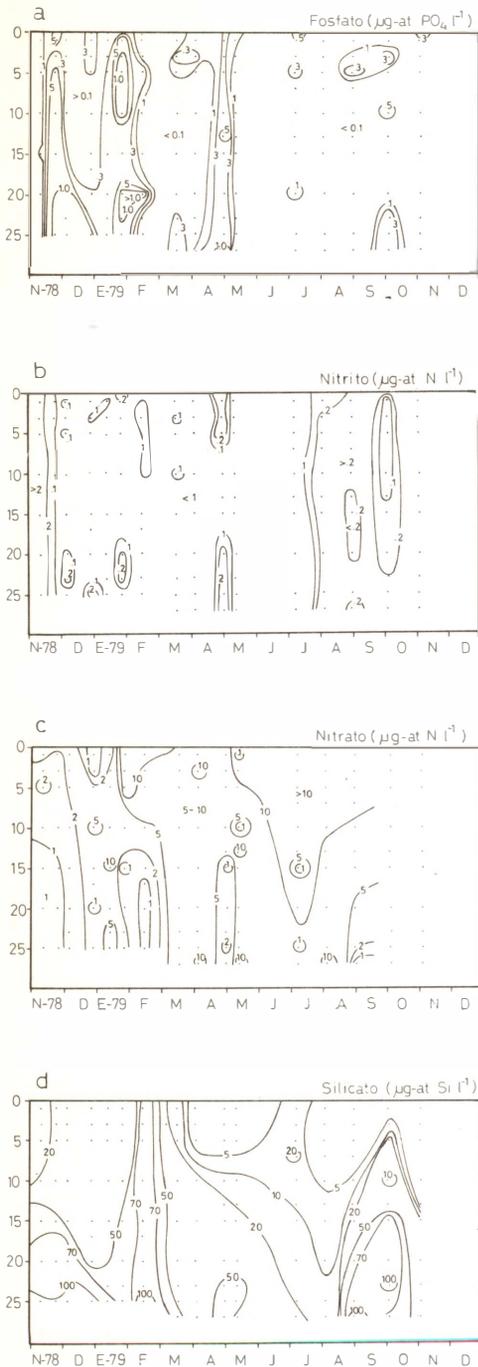


Fig. 3. a. Penetración lumínica a lo largo del ciclo 1978-79 en el lago de Montcortès. b. Distribución de la temperatura en el perfil vertical. c. Distribución de la concentración de oxígeno disuelto. d. Distribución de la concentración de sulfuros. a. Light penetration along the annual cycle. b. Isotherms along the year. c. Dissolved oxygen concentrations. d. Sulphide in waters of Montcortès lake



manifestaron un claro gradiente, siendo los silicatos más abundantes a partir de los 13-15 m. Por otra parte, y como era de esperar, los fosfatos se incrementaron notablemente en el fondo durante las épocas en las que existió un sedimento reductor, con importantes cantidades de sulfuros (fig. 4a).

En cuanto a los nitritos, a finales de abril se produjo un cierto aumento en el fondo, coincidiendo con una disminución de la cantidad de nitratos, lo cual hace pensar en una posible reducción de éstos, dadas las condiciones anaerobias que reinaron en aquella época (fig. 4b).

Los nitratos aumentaron en los meses de enero y junio; en el primer mes debido probablemente a las aguas de escorrentía de las fuertes lluvias (fig. 2) y en el segundo, bien por mineralización de la materia orgánica, bien por aportes de aguas ricas en nitratos (fig. 4c).

Los silicatos se incrementaron a mediados de febrero debido a la mezcla del monimolimnion y al gran aporte de aguas por esas fechas (fig. 2). En septiembre, con un hipolimnion anóxico, el valor de los silicatos en el fondo fue también muy alto (fig. 4d).

MINERALIZACIÓN Y pH

El pH del lago es siempre alcalino, con valores superiores a 8 en verano en el epilimnion e inferiores en el hipolimnion (fig. 5). En general, los valores de la alcalinidad guardaron una relación inversa con los de pH, aunque la alcalinidad es siempre muy alta (2-3.5 meq/l).

Fig. 4. a. Evolución de la concentración de fosfatos a lo largo del ciclo en el lago de Montcortès b. Distribución de nitritos. c. Distribución espaciotemporal de los nitratos. d. Cambios espaciotemporales de los silicatos. a. *Orthophosphate in waters of Montcortès Lake.* b. *Nitrite changes along the year.* c. *Nitrate isopleths.* d. *Silicates in the annual cycle*

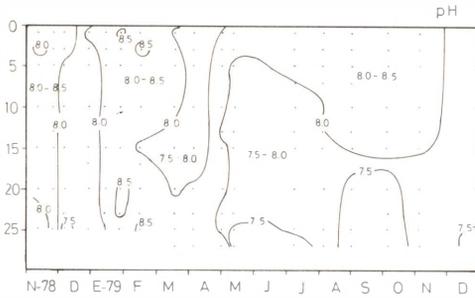


Fig. 5. Evolución del pH. Changes in pH in Montcortès lake..

FITOPLANCTON

En el ciclo de 1975-76 (CAMPS *et al.*, 1976) se apreció una baja diversidad de especies. En el ciclo 1978-79, las predominantes siguen siendo las mismas: *Oscillatoria rubescens* y *Cyclotella compta*. Otras formas encontradas, aunque en menor cuantía, fueron: *Peridinium* sp., *Ceratium hirundinella*, *Dinobryon* sp. y, aún en menor cantidad, *Pediastrum*, *Rhodomonas minuta*, *Synedra*, *Cymbella*, *Scenedesmus*, *Cryptomonas* y *Cosmarium*.

El estudio sistemático del fitoplancton se centró básicamente en el recuento de *Cyclotella*, *Oscillatoria* y *Peridinium*, ya que el resto de especies fueron esporádicas y se presentaron en pequeño número, siendo, por tanto, su influencia baja en la dinámica general del lago.

Entre las *Cyclotella* la dominante fue en todo momento *C. compta*. Su dinámica siguió muy de cerca el patrón típico de los lagos de nuestras regiones. Hasta mediados de enero el número de individuos fue más bien bajo, del orden de 250 a 400 células por mililitro, no existiendo una clara estratificación de las poblaciones (fig. 6a). A finales de aquel mes empezó su desarrollo en todo el perfil del lago, probablemente en respuesta a los aportes de nutrientes que se produjeron en aquellas fechas. La mayor proliferación se dió entre los meses de febrero y mayo (con un máximo de 4928

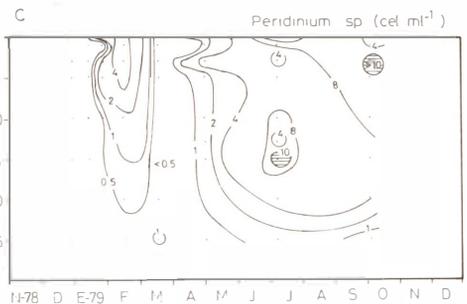
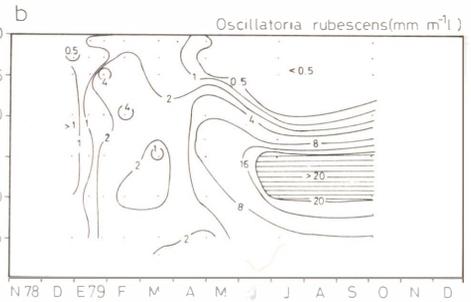
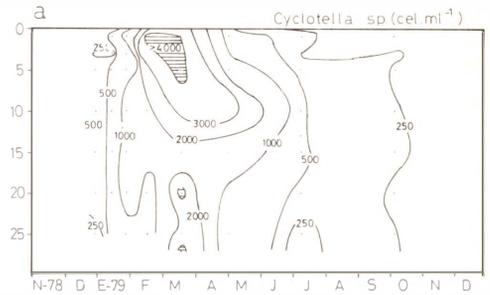


Fig 6. a. Distribución espaciotemporal de las poblaciones de *Cyclotella* sp. b. Distribución espaciotemporal de las poblaciones de *Oscillatoria rubescens*. c. Distribución espaciotemporal de la población de *Peridinium* sp. a. Changes in the population of *Cyclotella* sp. in Montcortès lake. b. Time-depth changes in the population density of *Oscillatoria rubescens*.. c. Depth-time changes in the dynamics of population of *Peridinium* sp.

cel/ml el 17-3-79 a 5 m de profundidad). En esta época apareció una clara estratificación de las poblaciones. A

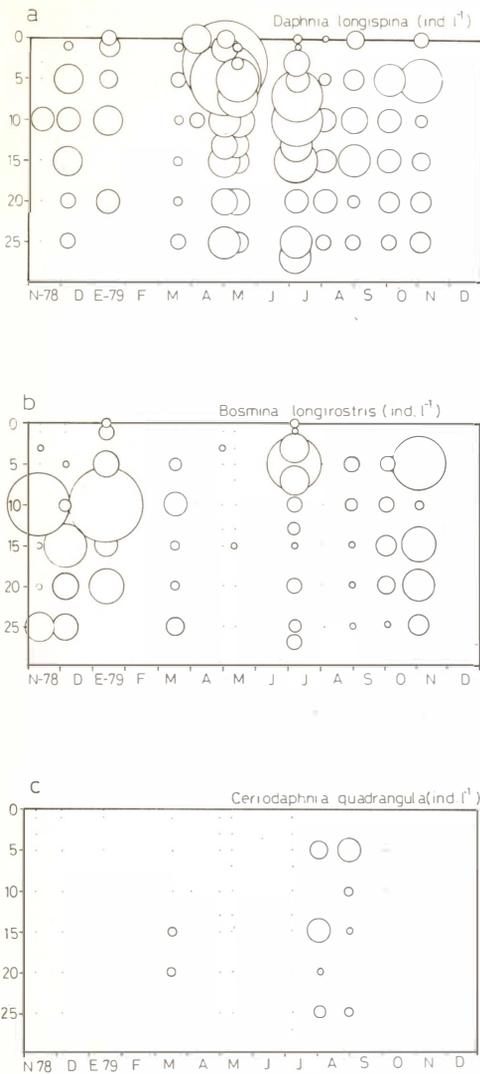


Fig. 7. a. Distribución espaciotemporal de la población de *Daphnia longispina*. b. Cambios en la población de *Bosmina longirostris*. c. Distribución espaciotemporal de *Ceriodaphnia quadrangula*. a. Depth-time changes in the population density of *Daphnia longispina* in Montcortès lake. b. Time-space changes in density of *Bosmina longirostris*. c. Time-depth changes in the density of *Ceriodaphnia quadrangula*.

principio de abril se observó una importante caída en la concentración de los silicatos en las capas superficiales, lo cual, junto a la

falta de fosfatos y la fuerte depredación debida a *Daphnia*, implicó la rápida desaparición de *Cyclotella*.

La dinámica de las poblaciones de *Oscillatoria rubescens* siguió muy de cerca la evolución de los valores de la iluminación. Así, cuando estos fueron bajos (hasta abril), los individuos se repartieron de forma bastante homogénea en todo el perfil, a pesar de que se observaron pequeños incrementos muy puntualizados. A principios de mayo comenzó a mostrarse una cierta compactación de los filamentos, apreciándose un aumento muy importante entre los 7 y los 20 m de profundidad, con una disminución consecuente en las capas más superficiales. A partir de julio se detectó una estratificación muy marcada de las poblaciones, que desaparecieron totalmente en los 7 primeros metros y formaron agrupaciones muy densas con un máximo de 22.31 mm/ml a 15 m (fig. 6b).

Las poblaciones de *Peridinium* sp. y de *Ceratium hirundinella* var. *piburgense* se mantuvieron con valores mucho más bajos que los de las dos especies anteriormente comentadas. A grandes rasgos, se puede decir que en las épocas en que presentaron un mayor desarrollo manifestaban una cierta estratificación en el perfil del lago (fig. 6c), con una correlación inversa a la presencia de *Cyclotella* en el medio. Así, a principios de mayo, cuando empezó a desaparecer *Cyclotella* en las capas superficiales, se observó un pequeño incremento en las poblaciones de los dinoflagelados, que durante el verano registraron el máximo de crecimiento poblacional coincidiendo con los mínimos poblacionales de las diatomeas.

PIGMENTOS

En general su evolución siguió muy de cerca la distribución de las poblaciones fitoplanctónicas con aumentos coincidentes con la proliferación de diatomeas. Las concentraciones oscilaron entre valores no detectables espectrofotométricamente y 8.89

mg/m³ a finales de noviembre de 1978, a 15 m de profundidad

especies de cladóceros dominantes, tal como se muestra en la figura 7c.

ZOOPLANCTON

Se efectuaron recuentos a lo largo de todo el ciclo, centrándolos principalmente en las especies más abundantes y significativas, representadas preferentemente por los crustáceos *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia* sp., y *Macrocyclus fuscus*. Otras especies presentaron una abundancia mucho menor (*Chydorus sphaericus*, *Alona* sp., *Keratella quadrata*, *Kellicottia longispina*, *Polyarthra vulgaris*, *Mytilina mucronata*, *Lecane* sp., *Trichocerca similis*, *Filina terminalis*).

En general se detectó la misma pobreza de especies que en 1975-76 (CAMPS et al., 1976), siendo análagas las predominantes, a excepción de *Keratella quadrata*, que fue minoritaria en nuestro estudio.

Se observaron individuos de *Daphnia longispina* a lo largo del ciclo en todo el perfil vertical, encontrándose normalmente el grueso de la población entre los 5 y los 15 m con máximos desde abril hasta junio, en que proliferó a partir del máximo de *Cyclotella* de marzo (fig. 7a) y coincidió con las épocas de estratificación térmica y de mayor penetración luminosa.

También se detectaron individuos de *Bosmina longirostris* en todo el ciclo y en las diversas profundidades, a excepción de los meses de marzo a junio, en que decayó, llegando, incluso, casi a desaparecer en mayo, seguramente por la gran proliferación de *Daphnia*. Los máximos de *Bosmina longirostris* se dieron en diciembre-enero y junio-julio, posteriores a los de *D. longispina* (fig. 7b).

Ceriodaphnia quadrangula no apareció la mayor parte de los meses y se detectó sólo esporádicamente en marzo, coincidiendo con un mínimo de *D. longispina* y *B. longirostris*. La proliferación mayor fue en los meses de agosto-septiembre, paralela también a una gran disminución de individuos en las dos

DISCUSIÓN

Las diferencias más significativas entre nuestro estudio y el de CAMPS et al. (1976) hacen referencia al ciclo del oxígeno, ya que en 1975 se dió una anoxia permanente en el hipolimnion, mientras que en 1979 el oxígeno estuvo casi siempre presente, aunque sus valores estaban alrededor de la mitad de los del epilimnion.

La ausencia de una capa permanentemente anóxica en el hipolimnion parece resultar de las elevadas precipitaciones durante los primeros meses del año 1979. En concreto, el máximo encontrado en enero fue unas 19 veces superior al que se dió en 1976, como puede apreciarse en la fig. 2. Estas intensas precipitaciones provocaron una mezcla del lago. Obsérvese (fig. 3c) que a finales de 1978 la situación del lago era muy similar a la de 1975, con un hipolimnion casi anóxico.

De lo anterior se concluye que un intenso grado de precipitaciones puede, como en este caso, alterar profundamente la dinámica del lago, aunque los nutrientes presentaron valores bajos y similares en los dos ciclos. En los silicatos, aunque la distribución era similar en el tiempo, los valores fueron más elevados en 1975. Las discrepancias mayores las ofrecían los nitratos. Los valores de éstos fueron mucho más elevados en 1979, y aunque apareció en los dos ciclos un máximo invernal, el estudiado por nosotros era muy superior en concentración, lo cual debe ser consecuencia del mayor grado de mezcla del lago.

A nivel de comunidades planctónicas, el fitoplancton y el zooplancton encontrados eran muy similares a los descritos por CAMPS et al. (1976). Las diferencias más importantes parecen ser las derivadas de la mezcla vertical primaveral. En esta época se dió en 1979 un desarrollo masivo de

Cyclotella compta, con un posterior incremento de *Daphnia longispina*. Al mismo tiempo, la biomasa de *Oscillatoria* sp. en esta época disminuyó (fig. 6b), cuando había sido la especie dominante en el estudio anterior. En verano de 1978, aparentemente, se empezaba a restablecer la meromixis y las formas de *Oscillatoria* fueron también muy importantes, con cantidades de clorofila similares a las encontradas en el estudio de CAMPS *et al.* (1976) (fig. 6b).

En conclusión, una perturbación externa derivada de circunstancias meteorológicas parece haber sido la causa de la rotura de la meromixis en 1979, la cual parecía un hecho característico del lago de Montcortés. Los datos de finales del mismo año parecen sugerir que la meromixis tenderá a restablecerse en el lago, pero este hecho no ha podido ser comprobado. Aparentemente, el lago de Montcortés parece comportarse como la cubeta III del lago de Banyoles (MIRACLE & GONZALVO, 1979).

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, S.E. (Ed.). 1974. *Chemical analysis of ecological materials*. Blackwell. London.
- APHA, AWWA, WPGF. 1975. *Standard methods for the examination of waters and wastewater*. 14th ed.. APHA. New York.
- ARMENGOL, J. 1978.. Los crustáceos del plancton de los embalses españoles. *Oecologia aquatica*, 3: 3-97.
- ARNDT, W. 1926. Spongilliden und turbellarien aus dem Nordlichen und ostlichen Spanien. *Senckenbergiana*, 8: 22.
- CAMPS, J., GONZALVO, I., GUELL, J., LOPEZ, P., TEJERO, A., TOLDRA, X., VALLESPINOS, F. & VICENS, M. 1976. El lago de Montcortés: descripción de un ciclo anual. *Oecologia aquatica*, 2: 99-110.
- HASS, F. 1928. Beitrage zur kenntnis der tierwelt der Nordlichen und ostlichen Spanien. *Senckenbergiana*, 10: 246.
- HUTCHINSON, G.E. 1957. *A treatise on Limnology I.. Geography, Physics and Chemistry*. John Wiley & sons. New York.
- JOHANSEN, H. 1927. Hirudineen aus dem Nordlichen und ostlichen Spanien. Abhandl. H.V.D. Senckenbergischen. *Nat. Ges.*, 39 (3): 217.
- MARGALEF, R. 1950. Datos para la hidrobiología del estanque de Montcortés (provincia de Lérida). *Bol. R. Soc. Esp.Hist. Nat.*, 48:: 209-218.
- MIRACLE, M.R. & GONZALVO, I. 1979. Els Llacs càrstics. *Quad. Ecol. Apl.*, 4: 37-50.

