

INFLUENCIA DE LA RUPTURA DE LA TERMOCLINA SOBRE LA COMUNIDAD DE ROTIFEROS PLANCTONICOS DE UNA LAGUNA MEROMICTICA (LAS MADRES, MADRID)

J. L. VELASCO¹, M. ALVAREZ² y A. RUBIO²

RESUMEN

Desde finales de verano hasta mediados de otoño de 1991 se tomaron muestras, diariamente, en una laguna de gravera próxima a Madrid. Se determinaron diversos parámetros físico-químicos a partir de muestras tomadas a diferentes profundidades en la zona pelágica. La desaparición de la termoclina tuvo lugar lentamente manteniéndose constantemente una fuerte oxiclina que discriminará claramente la distribución vertical de las diferentes especies de rotíferos planctónicos, de las que solo seis de ellas: *Polyarthra dolichoptera*, *P. remata*, *Hexarthra oxyuris*, *H. mira*, *Anuraeopsis fissa* y *Filinia hofmanni*, representan el 98% de la densidad total de población. Este trabajo aporta información detallada de los cambios que se producen en la estructura de la comunidad de rotíferos cuando desaparece la estratificación térmica del verano y aumenta la profundidad de la zona de agua mezclada del epilimnion. El período de tiempo de este estudio se prolongó durante tres meses.

Palabras clave: laguna de gravera, ruptura termoclina, meromíxis, rotíferos planctónicos, sucesión, distribución vertical.

INTRODUCCION

En los lagos que presentan fenómenos de estratificación durante alguna época del año, los períodos de transición en que se produce la mezcla a lo largo de la columna de agua suelen ser de gran interés por los cambios que experimentan las distintas poblaciones planctónicas, tanto en su abundancia como en su distribución. En el caso de la laguna de Las Madres, hay que destacar que el estudio del período de transición se hizo diariamente, lo que permitió un seguimiento detallado de la dinámica de las poblaciones de rotíferos, poco frecuente en trabajos de este tipo. Como antecedente de estudios centrados en dichos cambios se pueden citar los de HOFMANN (1975), ROBERTS *et al.* (1982) y FUSSMANN (1993).

Otra característica limnológica importante, la circulación incompleta de la columna de agua confiere a esta laguna, en cuanto a la composición de su comunidad de rotíferos, ciertas semejanzas con la de algunas lagunas meromícticas estudiadas en España, donde aparecen con frecuencia especies adaptadas a vivir en condiciones de bajo contenido de oxígeno o incluso anóxicas, como es el caso de *Anuraeopsis fissa* y principalmente *Filinia hofmanni*. Los trabajos de MIRACLE *et al.* (1983), (1993), ARMENGOL *et al.*, (1993), ESPARCIA *et al.* (1991), se refieren también a estos aspectos.

MATERIAL Y METODOS

La estación de muestreo se fijó aproximadamente en el centro de la laguna, en un punto de 13 m de profundidad y las muestras se tomaron cada 24 horas desde el 16 de Septiembre al 15 de Noviembre de 1991, cada tres días hasta el 3 de Diciembre y semanalmente hasta el 17 de Diciembre. El agua para los análisis químicos y biológicos se tomó con

¹ Museo Nacional de Ciencias Naturales. C/ José Gutiérrez Abascal. 28006 Madrid.

² Centro de Ciencias Medioambientales. C/ Serrano 115-bis. Madrid.

una botella Niskin de 5 l a intervalos de 1 m desde la superficie hasta 12 m. Para el estudio de la densidad del zooplancton se hicieron tres muestras integradas de un volumen total de 5 l cada una, a partir de las muestras tomadas cada metro en el epilimnion, temoclina e hipolimnion, respectivamente, y concentradas inmediatamente por filtración a través de un tamiz de 53 μm de luz y fijadas con formaldehído hasta una disolución final del 5%. El recuento de los rotíferos planctónicos se hizo con un microscopio invertido Olympus mediante barrido total de cámaras compuestas de sedimentación de 25 ml. La densidad de población se expresó como ind. m^{-2} por ajustarse mejor estas unidades al tipo de muestras integradas analizado que las referidas a volumen. Por la imposibilidad de diferenciar durante los recuentos *P. dolichoptera* (mayoritaria) de *P. remata* y *H. oxyuris* de *H. mira*, en los datos de densidad de población aparecen como *Polyarthra* spp. y *Hexarthra* spp. respectivamente. Para la obtención de la biomasa de los rotíferos, expresada en $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ de peso húmedo (p.h), se calculó previamente el biovolumen de las diferentes especies (RUTTNER-KOLISKO, 1977) suponiendo que su densidad era la del agua.

La metodología seguida para los análisis químicos de laboratorio se ajustó a las recomendaciones standard (APHA 1985). Para las medidas *in situ* de oxígeno y temperatura, realizadas cada metro o cada 25 cm en las zonas del perfil donde había cambios bruscos, se utilizó una sonda YSI, y para el pH y conductividad electrodos CRISON. La determinación de clorofila «a» se hizo según la técnica de extracción con acetona en caliente recomendada por MARKER *et al.* 1980.

Para la identificación de los rotíferos se utilizaron las claves de RUTTNER-KOLISKO (1974) y KOSTE (1978 y 1980).

Localización y factores climáticos

La laguna de las Madres tiene un origen artificial, como antigua gravera, en explotación durante el período de 1966 a 1984. Actualmente está habilitada como zona de esparcimiento y educativa desde que en 1985 el Ayuntamiento de Arganda del Rey y la Comunidad Autónoma de Madrid iniciaran trabajos de recuperación. Está situada en la llanura aluvial holocena del río Jarama, cerca de la junta con el Manzanares al SE

de Madrid (40° 18' N, 3° 31' W) y tiene una superficie de 7,8 ha y una profundidad máxima de 19 m. El agua que alimenta la laguna, como en otras graveras de la misma cuenca fluvial, procede del afloramiento en superficie de las aguas subterráneas de sus acuíferos cuaternarios (RETAMUR S.A., 1982).

Durante el período de muestreo se registraron datos climatológicos diarios de temperatura del aire, radiación solar y velocidad media del aire en una pequeña estación meteorológica situada 3 km al NE de la laguna. La representación gráfica de aquellos parámetros y otros datos referentes a diversas características limnológicas de la laguna, figuran en el trabajo de ALVAREZ COBELAS *et al.* (1993).

En base a los datos que figuran en el trabajo anterior se pudo establecer, que en el desencadenamiento de la circulación del otoño la acción del viento no fue determinante en su importante función de agitación mecánica del agua y profundización consiguiendo de la zona de mezcla, dada la particular ubicación de la laguna al abrigo de los vientos dominantes y a la baja intensidad de los mismos durante el período en que se llevó a cabo el estudio. Este hecho pudo ser decisivo en la lentitud con que tuvo lugar la desaparición de la termoclina.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características físico-químicas

La composición química del agua en cuanto al grado de mineralización y pH, es parecida a la de otras lagunas localizadas en la misma cuenca fluvial (VELASCO, 1993), principalmente la de San Juan (VELASCO, 1992), pudiendo definirse como mineralizada y muy próxima a la neutralidad (Tabla I).

TABLA I
CONDUCTIVIDAD Y pH DE LA LAGUNA
DE LAS MADRES (1991)

| Parámetro | Máx. | Mín. | Media | DS |
|---|------|------|-------|-------|
| Conductividad ($\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)..... | 3,60 | 1,70 | 2,03 | 0,257 |
| pH | 7,77 | 6,07 | 7,31 | 0,252 |

n = 871 datos.

Por la composición de los iones principales, expresados en % de meq.l⁻¹, las aguas son del tipo sulfatadas SO₄⁼(72) >Cl⁻(16) >HCO₃⁻(12), cálcicas Ca⁺⁺(40) >Na⁺(34) >Mg⁺⁺(25).

Al comienzo del estudio la laguna presentaba una fuerte estratificación térmica con la termoclina situada entre 3 y 8 m, que desaparecerá un mes después aproximadamente. La circulación del agua no llega a ser completa, permaneciendo en el fondo otro gradiente de densidad debido a la acumulación de sólidos totales y que dio lugar al establecimiento de una capa de agua profunda, anóxica, propia de lagos meromícticos y cuya anchura irá disminuyendo progresivamente hasta alcanzar solo 1 m al final del estudio. La temperatura en el fondo permanece prácticamente constante, alrededor de 13,7 °C, y llega a ser superior a la del resto de la columna de agua a partir del mes de noviembre. Este hecho sugiere la entrada de agua del nivel freático por el fondo de la laguna, provocando además el mantenimiento de una carga de sólidos en suspensión superior a la del epilimnion (ALVAREZ COBELLAS *et al.*, 1993).

El enriquecimiento de nutrientes y aumento de biomasa de fitoplancton, que suele producirse en

lagos de diferente trofismo y régimen térmico durante el período de circulación otoñal (SOMMER *et al.*, 1986), en el caso de Las Madres apenas alcanza relevancia. Las concentraciones de nitrógeno inorgánico total, donde los nitratos representan normalmente más del 95%, son mayores durante el período de estratificación en el epilimnion, igualándose en todo el perfil al cabo de 50 días, una vez desaparecida aquélla e iniciándose a partir de entonces una tendencia al aumento (Fig. 1). En cuanto a los niveles de fósforo reactivo soluble en el epilimnion, su concentración no sobrepasa habitualmente, valores de 3 µg.l⁻¹ por lo que podría actuar como factor limitante del desarrollo de biomasa del fitoplancton.

La laguna desde el punto de vista trófico, tomando como referencia los parámetros utilizados por la O.E.C.D. (1982), puede definirse como oligomesotrófica (ALVAREZ COBELLAS *et al.*, 1995).

Composición y dinámica de la comunidad de rotíferos

Como ya se indicó anteriormente, durante la estratificación y asociada a la termoclina, se desa-

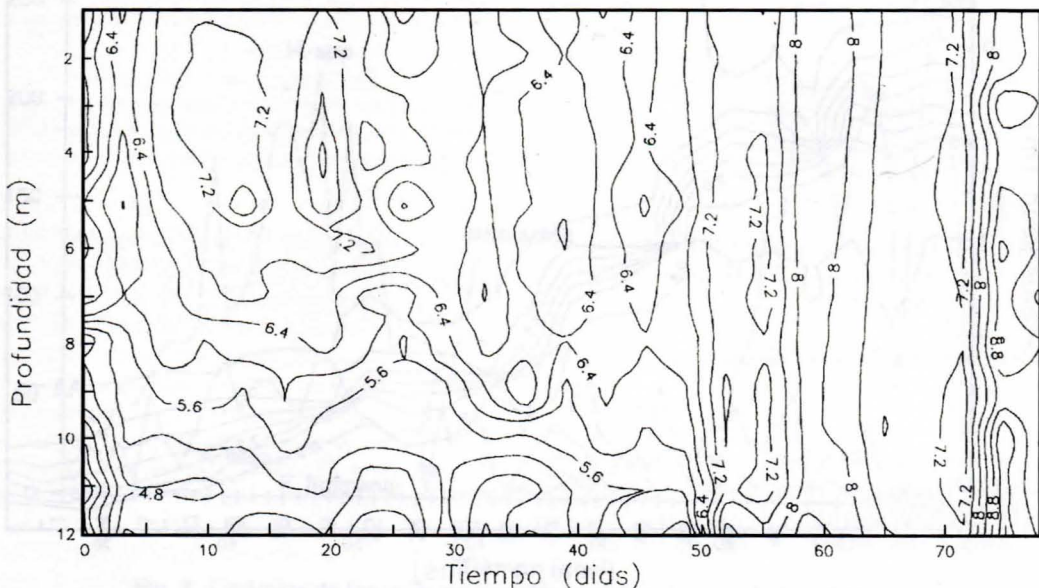


Fig. 1. Nitrógeno inorgánico (mg.l⁻¹).

rolla una intensa oxiclina donde la disminución del contenido de oxígeno en el primer metro fue por término medio del 77% (Fig. 2). En ese período, la concentración de oxígeno en las muestras más superficiales de la oxiclina fue por término medio de solo 1,4 mg.l⁻¹. Durante la circulación, el nivel de oxígeno en las muestras más superficiales del monimolimnion disminuye hasta 0,7 mg.l⁻¹. La anoxia fue completa siempre tanto en la zona profunda del metalimnion como en la del monimolimnion.

La existencia permanente de la oxiclina y una zona anóxica en el fondo favorece el desarrollo de especies como *A. fissa* y *F. bofmanni* (MIRACLE y VICENTE, 1983), adaptadas a vivir en ambientes con bajas o nulas concentraciones de oxígeno, típicas de lagos meromíticos o monomíticos fuertemente estratificados en verano.

En la Tabla II se indican los rotíferos integrantes de la comunidad planctónica, siendo *Polyarthra*

dolichoptera, *P. remata*, *Hexarthra mira*, *H. oxyuris* y *Anuraeopsis fissa* los más importantes cuantitativamente. En la Fig. 3 se refleja la dinámica de dicha comunidad, considerando la densidad media de cada población a lo largo de toda la columna de agua, pudiendo apreciarse claramente la dominancia de *H. spp.* antes de iniciarse el período de circulación y de *P. spp.* después del mismo. El predominio cuantitativo de *Polyarthra spp.* y *Hexarthra spp.* se ve también reflejado por su presencia en las muestras, próxima al 100% a lo largo de todo el estudio.

La ruptura de la termoclina afecta de forma evidente la dinámica de las poblaciones en los lagos, teniendo que destacar del presente estudio el seguimiento diario del proceso, antes y después de producirse dicho fenómeno que permitirá apreciar en detalle, tanto las variaciones habidas en la distribución vertical de la comunidad de rotíferos, como los cambios de densidad de las distintas poblaciones.

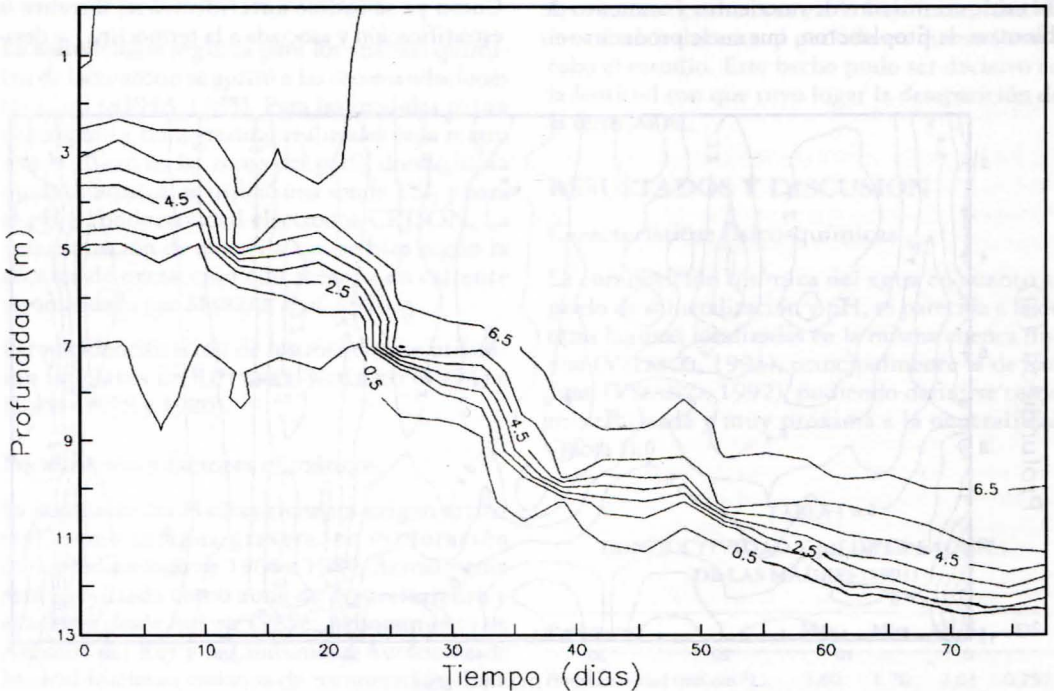


Fig. 2. Oxígeno disuelto mg.l⁻¹.

TABLA II

CARACTERISTICAS DE LOS ROTIFEROS PLANCTONICOS DE LA LAGUNA DE LAS MADRES (1991)

| | | Pre (%) | | | Den. Med. | | | Fre (%) | | |
|------------------------------------|-----|---------|-----|------|-----------|------|------|---------|------|------|
| | | E | T | H | E | T | H | E | T | H |
| <i>Polyarthr</i> spp. | Est | 88 | 100 | 100 | 2,7 | 14,7 | 11,5 | 6,9 | 63,5 | 29,5 |
| | Cir | 100 | | 95 | 75,8 | | 13,7 | 84,7 | | 15,3 |
| <i>Hexartra</i> spp. | Est | 96 | 100 | 100 | 55,5 | 37,4 | 8,4 | 54,8 | 36,9 | 8,3 |
| | Cir | 95 | | 92,5 | 24,4 | | 8,8 | 73,4 | | 26,6 |
| <i>Anuraeopsis fissa</i> | Est | 32 | 100 | 88 | 0,4 | 6,1 | 4,4 | 3,2 | 56,4 | 40,4 |
| | Cir | 52,5 | | 57,5 | 1,1 | | 4,9 | 18,4 | | 81,6 |
| <i>Filinia hofmanni</i> | Est | 0 | 28 | 48 | 0 | 0,2 | 0,6 | 0 | 25,4 | 74,6 |
| | Cir | 30 | | 85 | 0,6 | | 5 | 10,8 | | 89,2 |
| <i>Keratella quadrata</i> | Est | 32 | 36 | 20 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 36,5 | 39,7 | 23,8 |
| | Cir | 52,5 | | 50 | 1,5 | | 0,2 | 87,4 | | 12,6 |
| <i>Keratella cochlearis</i> | Est | 4 | 24 | 4 | + | 0,1 | + | 12,8 | 56,4 | 30,8 |
| | Cir | 32,5 | | 32,5 | 0,8 | | 0,2 | 76,6 | | 23,4 |
| <i>Ascomorpha saltans</i> | Est | 0 | 8 | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 100 | 0 |
| | Cir | 45 | | 22,5 | 2,3 | | 0,1 | 94,7 | | 5,3 |
| <i>Synchaeta (tremula-oblonga)</i> | Est | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Cir | 27,5 | | 2,5 | 9,8 | | + | 99,9 | | 0,1 |
| <i>Notbolca acuminata</i> | Est | 4 | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | Cir | 2,5 | | 0 | + | | 0 | 100 | | 0 |

(Est): Estratificación. (Cir): Circulación. (E): Epilimnion. (T): Termoclina. (H): Hipolimnion. (Pre): Porcentajes de presencia en las muestras. (Fre): Porcentajes de densidad referido al total de cada período. (Den. Med.): Densidad media en 10³ ind. m⁻². (+): Densidad <100 ind.m⁻².

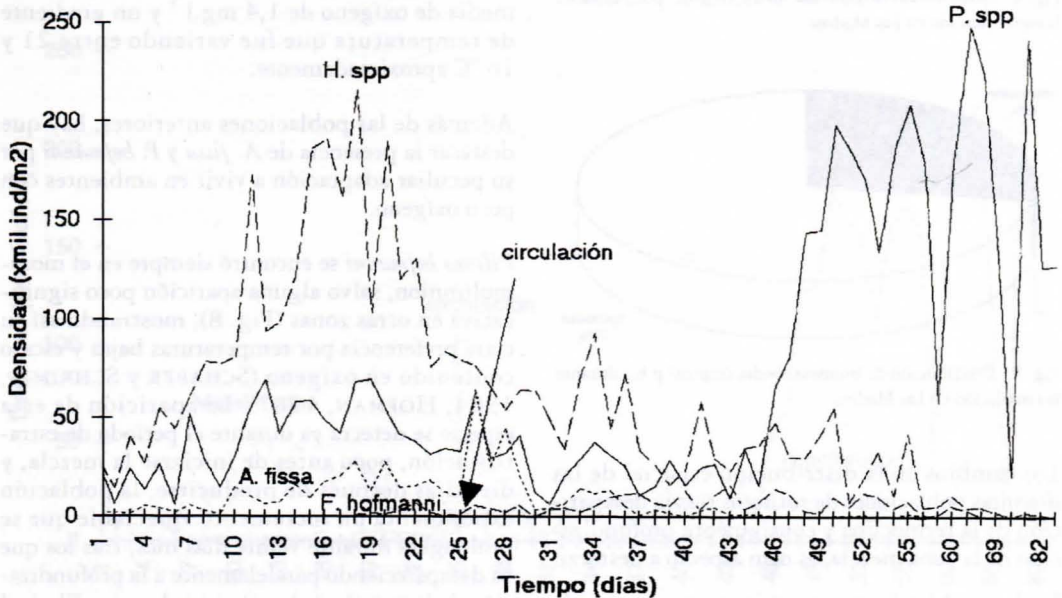


Fig. 3. Dinámica de los rotíferos planctónicos de la laguna de Las Madres

Fig. 3. Dinámica de los rotíferos planctónicos de la laguna de Las Madres.

A este respecto, la biomasa media total de los rotíferos durante la estratificación, expresada en % en la Fig. 4, se distribuye en partes casi iguales entre epilimnion y metalimnion, con valores de 29 mg.m⁻² p.h., quedando una pequeña fracción residual del 13% en el hipolimnion correspondiente, en su mayor parte, a organismos decantados y fisiológicamente no activos. Desaparecida la termoclina, la mayor parte de la biomasa de los rotíferos (72%) pasa a residir en el epilimnion (Fig. 5), aumentando su valor medio hasta 37 mg.m⁻² p.h. En la fracción de población que persiste en el monimolimnion, la única especie que se mostraba viva en las muestras observadas fue *F. hofmanni*.

cación, como ya se dijo anteriormente, distribuyéndose al principio en partes aproximadamente iguales entre epilimnion y metalimnion (Fig. 6), disminuyendo su densidad en esta zona a medida que se aproxima la desaparición de la termoclina. En ese momento, en que la temperatura del epilimnion es 16,1 °C, la población que persiste en él, inicia también un claro descenso paralelo al progresivo enfriamiento del agua, que al final del período estudiado se situaba en 9,9 °C. La dinámica de esta población es característica de especies claramente termófilas, habiéndose observado también en otros estudios que su desaparición se inicia cuando a mediados de octubre la temperatura del agua cae por debajo de 15 °C (HERZIG y KOSTE, 1989).

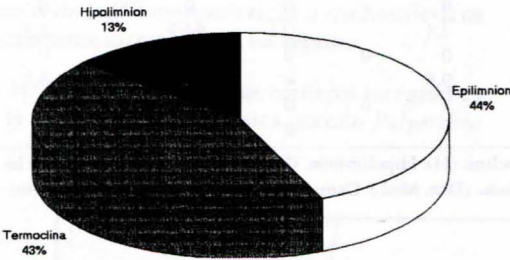


Fig. 4. Distribución de biomasa media (mg/m² p.h.) durante la estratificación en Las Madres.

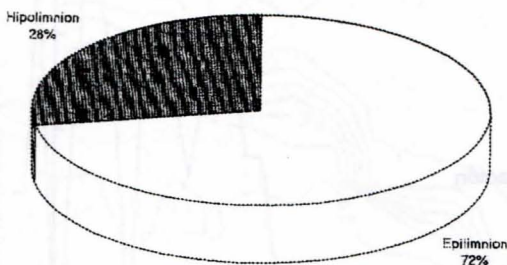


Fig. 5. Distribución de biomasa media (mg/m² p.h.) durante la circulación en Las Madres.

Los cambios en la distribución espacial de las distintas poblaciones de rotíferos tras la desaparición de la termoclina y consiguiente profundización de la zona mezcla, es otro aspecto a destacar.

En las poblaciones cuantitativamente más importantes, *Hexarthra* spp y *Polyarthra* spp., la primera domina durante el período de estratifi-

La evolución de *Polyarthra* spp. (Fig. 7) mantiene una tendencia contraria a la anterior, mostrando un fuerte incremento de su densidad en el epilimnion, veinte días después de producirse la ruptura de la termoclina, con una temperatura del agua de 14,5 °C, y con predominio de *P. dolichopectera*, especie considerada estenoterma fría (BERZINS y PEJLER, 1989). Cuando la laguna está estratificada, *Polyarthra* spp. reside mayoritariamente en el metalimnion, con una concentración media de oxígeno de 1,4 mg.l⁻¹ y un gradiente de temperatura que fue variando entre 21 y 16 °C aproximadamente.

Además de las poblaciones anteriores, hay que destacar la presencia de *A. fissa* y *F. hofmanni* por su peculiar adaptación a vivir en ambientes con poco oxígeno.

Filinia hofmanni se encontró siempre en el monimolimnion, salvo alguna aparición poco significativa en otras zonas (Fig. 8), mostrando así su clara preferencia por temperaturas bajas y escaso contenido en oxígeno (SCHABER y SCHRIMPF, 1984; HOFMAN, 1987). La aparición de esta especie se detecta ya durante el período de estratificación, poco antes de iniciarse la mezcla, y diez días después de producirse, la población experimenta un incremento apreciable que se prolongará durante veinte días más, tras los que va desapareciendo paralelamente a la profundización de la mezcla de la columna de agua. El nivel de oxígeno en el monimolimnion se mantuvo siempre por debajo de 1 mg.l⁻¹.

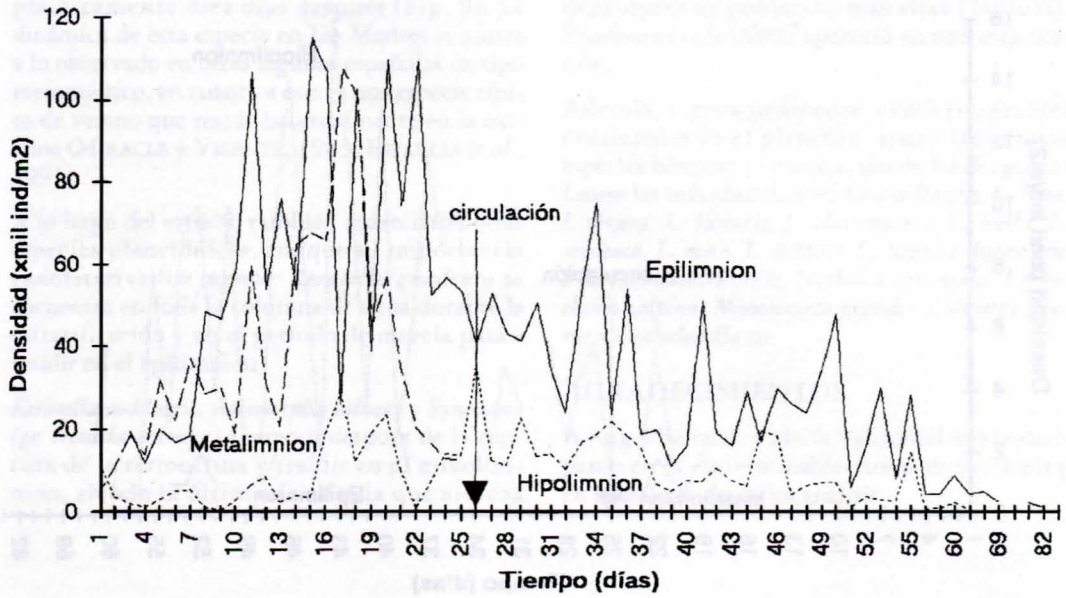


Fig. 6. Dinámica de *Hexarthra* spp. en la laguna de Las Madres.

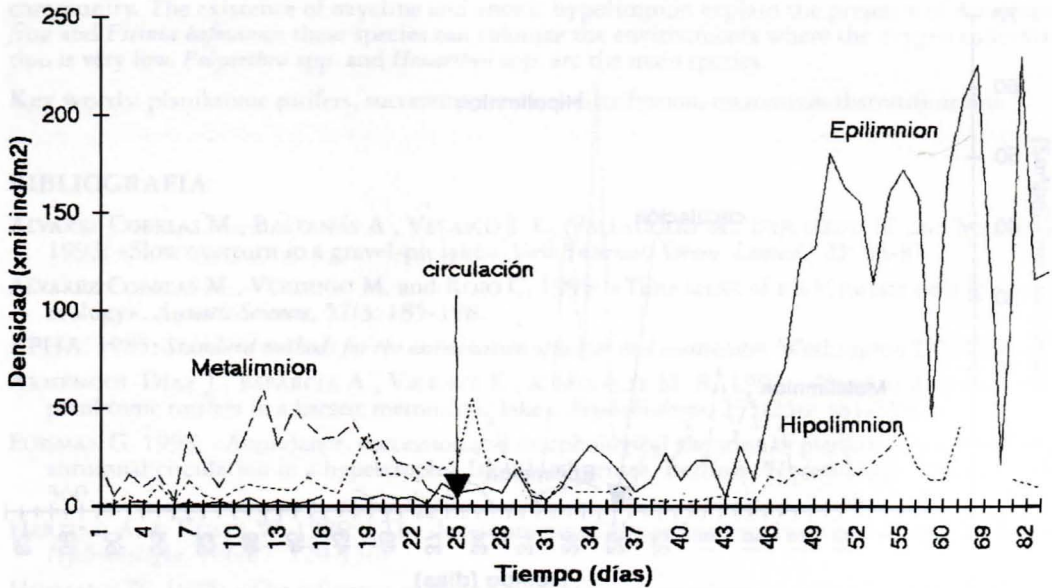


Fig. 7. Dinámica de *Polyarthra* spp. en la laguna de Las Madres.

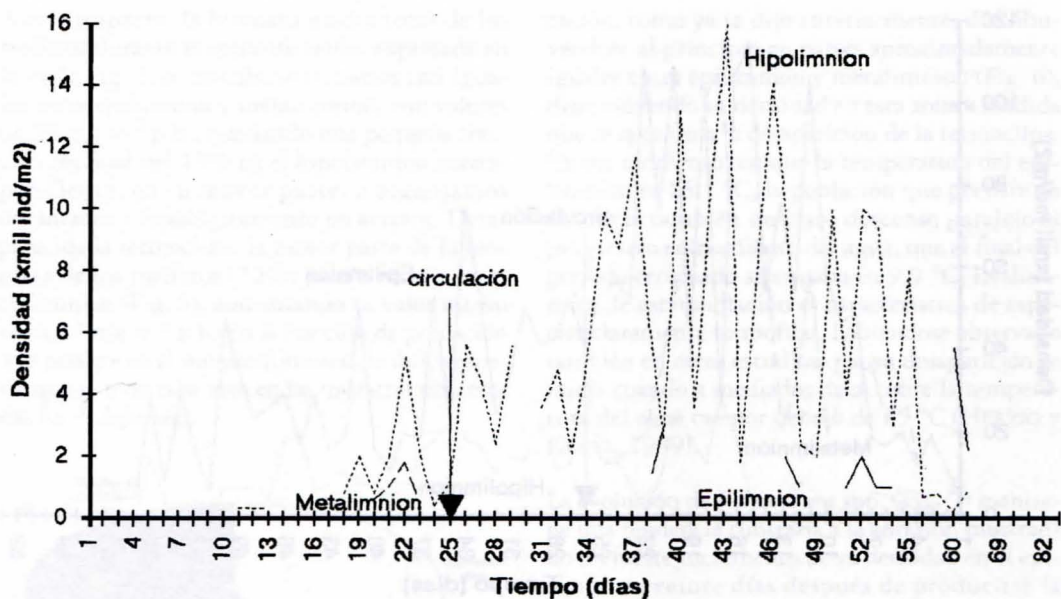


Fig. 8. Dinámica de *Filinia hoffmanni* en la laguna de Las Madres.

Anuraeopsis fissa ocupa al principio preferentemente el metalimnion y con densidades más bajas también el hipolimnion, donde residirá

principalmente después de la ruptura de la termoclina, experimentando entonces una apreciable subida de corta duración para desaparecer

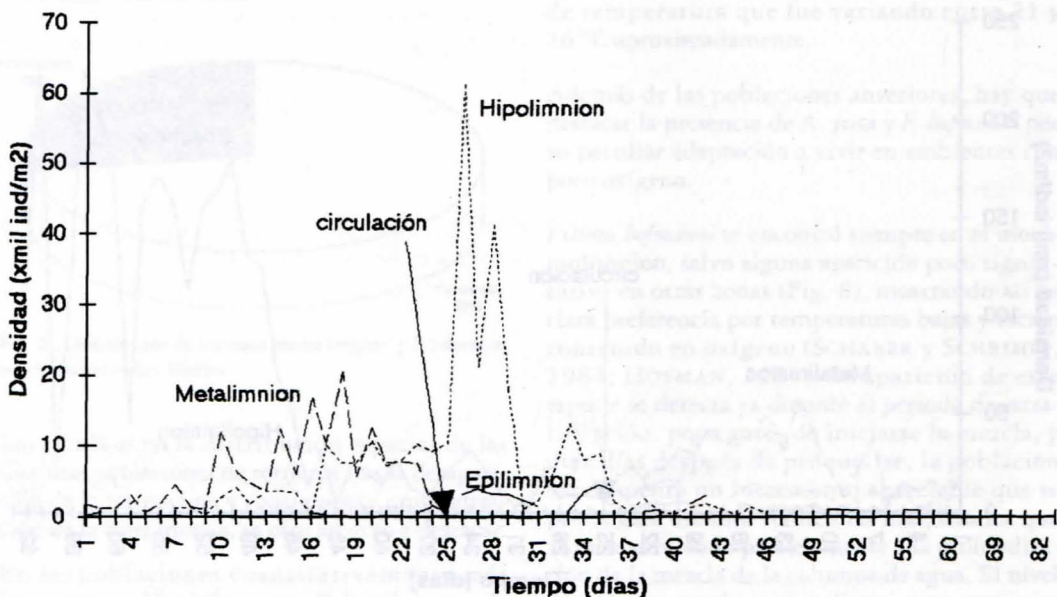


Fig. 9. Dinámica de *Anuraeopsis fissa* en la laguna de Las Madres.

prácticamente diez días después (Fig. 9). La dinámica de esta especie en Las Madres se ajusta a lo observado en otras lagunas españolas de tipo meromítico, en cuanto a que es una especie típica de verano que reside habitualmente en la oxiclina (MIRACLE y VICENTE, 1983; ESPARCIA *et al.*, 1991).

A lo largo del estudio también aparecieron otras especies planctónicas, aunque su importancia cuantitativa fue menor: *Keratella quadrata* se encuentra en toda la columna de agua durante la estratificación y en el período de mezcla pasa a residir en el epilimnion.

Keratella cochlearis, *Ascomorpha saltans* y *Synchaeta* (*gr. tremula-oblonga*) aparecen después de la ruptura de la termoclina y residir en el mixolimnion, siendo la última de ellas la que alcanza

densidades de población más altas (Tabla II). *Brachionus calyciflorus* apareció en una sola ocasión.

Además, esporádicamente, como emigrantes ocasionales en el plancton, aparecieron otras especies bénticas y litorales, siendo las del género *Lecane* las más abundantes: *Lecane flexilis*, *L. luna*, *L. obtusa*, *L. lunaris*, *L. closterocerca*, *L. bulla*, *L. aculeata*, *L. mira*, *L. subtilis*, *L. hamata*, junto con *Platyias quadricornis*, *Notolca squamula*, *Lophocharis salpina*, *Monommata grandis*, *Colurella colurus* y *Cephalodella* sp.

AGRADECIMIENTOS

A Angel Baltanás y María Valladolid que participaron en la «interminable» toma de muestras en la realización de los análisis.

SUMMARY

Las Madres Lake is a shallow, oligo-mesotrophic, gravel-pit lake close to Madrid (Spain). In this paper we report the influence of the summer stratification-autumn overturn transition on the rotifers community. The existence of oxycline and anoxic hypolimnion explain the presence of *Anuraeopsis fissa* and *Filinia hofmanni*: these species can colonize the environments where the oxygen concentration is very low. *Polyarthra* spp. and *Hexarthra* spp. are the main species.

Key words: planiktonic rotifers, succession, vertical distribution, meromixis, distratifications.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ COBELAS M., BALTANÁS A., VELASCO J. L., VALLADOLID M., IZQUIERDO M. and MARTÍN E. 1993: «Slow overturn in a gravel-pit lake». *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25: 83-87.
- ALVAREZ COBELAS M., VERDUGO M. and ROJO C. 1995: «Time series of multivariate data in aquatic ecology». *Aquatic Sciences*, 57/3: 185-198.
- APHA. 1985: *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington DC. 1268 pp.
- ARMENGOL-DÍAZ J., ESPARCIA A., VICENTE E., & MIRACLE M. R. 1993: «Vertical distribution of planktonic rotifers in a karstic meromictic lake». *Hydrobiologia*, 255/256: 381-388.
- FUSSMAN G. 1993: «Abundance, succession and morphological variation of planktonic rotifers during autumnal circulation in a hypertrophic lake (Heiligensee, Berlín)». *Hydrobiologia*, 255/256: 353-360.
- HERZING A. & KOSTE W. 1989: «The development of *Hexarthra* spp. in a shallow alkaline lake». *Hydrobiologia*, 186/87: 129-136.
- HOFMANN W. 1975: «The influence of spring circulation on zooplankton dynamics in the Plußsee». *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 19: 1241-1250.

- HOFMAN W. 1987: «Population dynamics of hypolimnetic rotifers in the Pluss-see (Nort Germany)». *Hydrobiologia*, 147: 197-201.
- KOSTE W. 1978: *Rotatoria*. Bornträger, Berlín, Stuttgart, 2 Volumes, 673 pp.
- KOSTE W. 1980: «Über zwei Plankton-Rädertiertaxa *Filinia australensis* n. sp. und *Filina hofmanni* n. sp., mit Bemerkungen zur Taxonomie der *longiseta-terminalis*-Gruppe. Genus *Filinia* Bory de St. Vincent, 1824, Familie Filiniidae BARTOS 1959, (Überordnung Monogononta)». *Arch. Hydrobiol.*, 90(2): 230-256.
- MARKER A. F. H., NUSCH E. A., RAY H. and RIEMANN B. 1980: «The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: conclusions and recommendations». *Arch. Hydrobiol. Beih., Ergebn. Limnol.*, 14: 91-106.
- MIRACLE M. R. & VICENTE E. 1983: «Vertical distribution and rotifers concentrations in the chemocline of meromictic lakes». *Hydrobiologia*, 104: 259-267.
- MIRACLE M. R., ARMENGOL-DÍAZ J. and DASÍ M. J. 1993: «Extreme meromixis determines strong differential planktonic vertical distributions». *Verb. Internat. Verein. Limnol.*, 25(2): 705-710.
- MIRACLE M. R. & ALFONSO M. T. 1993: «Rotifer vertical distribution in a meromictic basin of Lake Banyoles (Spain)». *Hydrobiologia*, 255/256: 371-380.
- OECD. 1982: *Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment, Control*. 154 pp. París.
- RETAMUR S. A. 1982: *Inventario de las zonas húmedas de la provincia de Madrid*. Diputación Provincial de Madrid.
- ROBARTS R. D., ASHTON P. J., THORNTON J. A., TAUSSIG H. J. & SEPHTON L. M. 1982: «Overturn in a hypertrophic, warm, monomictic impoundment (Hartbeespoort Darm, South Africa)». *Hydrobiologia*, 97: 209-224.
- RUTTNER-KOLISKO A. 1974: *Plankton rotifers: biology and taxonomy*. Binnengewässer, 26, I (Suppl.), 146 pp.
- RUTTNER-KOLISKO A. 1977: «Suggestions for biomass calculations of plankton rotifers». *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 8: 71-76.
- SCHABER P. & SCHRIMPF A. 1984: «On morphology and ecology of the *Filinia-terminalis-longiseta*-group (Rotatoria) in Bavarian and Tyrolean lakes». *Arch. Hydrobiol.*, 101(1/2): 247-257.
- SOMMER U., MACIEJ CLIWICZ Z., LAMPERT W. and DUNCAN A. 1986: «The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters». *Arch. Hydrobiol.*, 106(4): 433-471.
- VELASCO J. L. 1992: «Composición y dinámica de la comunidad de rotíferos (*Rotatoria*) de la laguna de San Juan (Madrid)». *Ecología*, 6: 341-350.
- VELASCO J. L. 1993: «Comunidades de rotíferos de tres lagunas del sur de Madrid». *Actas VI Congreso Español de Limnología*, 191-197.