

**DISTRIBUCION VERTICAL DE LOS CLADOCEROS
EN EL LAGO TON-TON:
DIFERENCIAS ENTRE LOS PERIODOS DE ESTRATIFICACION Y MEZCLA**

Daniel Fabián & Alejandro Schinca

Facultad de Humanidades y Ciencias
Departamento de Hidrobiología - Sección Limnología
Tristán Narvaja 1674
(11.200) Montevideo, Uruguay

RESUMEN

Fabián D. y A. Schinca, 1990. Distribución vertical de los Cladóceros en el lago Ton-Ton: diferencias entre los períodos de estratificación y mezcla. Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral 21 (2): 105-115.

El estudio fue realizado en un lago eutrófico monomítico cálido, donde durante el período de estratificación el fondo es anóxico. El objetivo fue dilucidar la influencia de la temperatura y el oxígeno en la distribución vertical de los Cladóceros. La comunidad de microcrustáceos se caracterizó por presentar una distribución vertical muy marcada: encontrándose, en el caso de los Cladóceros, tres especies dominantes: *Ceriodaphnia dubia*, *Bosmina huaronensis* y *Diaphanosoma birgei* y otras cuatro esporádicas: *Ceriodaphnia cornuta*, *Daphnia ambigua, parvula* y *Chydorus sphaericus*. La temperatura presentó un papel significativo, pero no determinante en la distribución de los organismos. En relación al oxígeno, con excepción de febrero, que presentó anoxia en el fondo, en los restantes muestreos aquél no tuvo una clara incidencia, encontrándose una baja correlación. Por lo tanto, la distribución de los organismos no está sólo afectada por la temperatura y el oxígeno, sino que posiblemente también interactúen la disponibilidad de alimento, las condiciones meteorológicas (lluvia, viento), así como la predación y la competición.

ABSTRACT

Fabián, D. y A. Schinca, 1990. Vertical distribution of Cladoceros in Lake Ton-Ton: differences between mixing and stratification periods. Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral 21 (2): 105-115

The study was carried out in an eutrophic, warm-monomictic lake, in which the bottom, is anoxic during the stratification period. The aim of this paper was to elucidate the influence of temperature and oxygen on the vertical distribution of cladocerans. The community was characterized by a markedly vertical zonation. Three species dominant (*Ceriodaphnia dubia*, *Bosmina huaronensis* and *Diaphanosoma birgei*) and four sporadic, (*Ceriodaphnia cornuta*, *Daphnia ambigua, parvula* and *Chydorus sphaericus*). Temperature played a significant but not a determinant role in the distribu-

tion. Oxygen with exception of February (anoxic bottom) was poorly correlated to the distribution. Probably, distribution of organisms is not only affected by temperature and oxygen, but also by the interaction of food availability, hydrologic regime, climatic conditions, predation and competition.

INTRODUCCION

Los factores que inciden en el comportamiento migratorio de los cladóceros son varios, pudiendo ser tanto abióticos como bióticos. En general, no ocurre solamente debido a un único factor, sino a la interacción de un conjunto de factores (Wetzel, 1975).

Varios autores, entre ellos Hutchinson, 1967; Hart & Allanson, 1976, han considerado la intensidad de la luz como uno de los factores principales de las diferencias en la distribución vertical de los organismos. Otros factores biológicos tales como la competición entre especies (Dumont, 1972) y la predación (Zaret y Suffern, 1976) también afectan la distribución vertical. Más recientemente, Geller 1986, describe la disponibilidad de alimento como el factor principal de la migración en profundidad del zooplancton.

Sin embargo, en ambientes donde la temperatura y el oxígeno causan capas discontinuas, estos dos factores pueden también ser considerados responsables de la distribución heterogénea de los organismos, Matsumura- Tundisi *et al.*, 1984.

El presente trabajo examina la influencia de las variaciones de temperatura y oxígeno en la distribución vertical de los crustáceos zooplanctónicos en el lago Ton-Ton. Considerando la clasificación de lagos desde el punto de vista térmico de Lewis 1983, este sistema es monomítico de tipo cálido, donde se presenta estratificación a partir de la primavera avanzada hasta el período de mezcla único que se inicia en el otoño. Durante el período de estratificación el fondo es anóxico.

Hasta el momento el estudio de la distribución vertical del zooplancton ha sido poco estudiada en la región, por lo que con este trabajo se pretende, además, aportar información de base que pueda ser utilizada en posteriores estudios avanzados.

DESCRIPCION DEL AMBIENTE

El lago Ton-Ton, ubicado a nivel del mar en el Departamento de Canelones (34° 51' S, 56° 02' W) (Fig. 1) es de reducidas dimensiones, 136.775 metros cuadrados y superficial, profundidad máxima 8 m. Su origen es artificial, formado de una cantera para extracción de arena y reciente(1942). Se encuentra ro-

deado por bosques en los sectores SW y E-NE. El desarrollo de las macrófitas es escaso debido a la gran pendiente, encontrándose *Typha* sp. y *Scirpus californicus*. No posee sistemas fluviales de entrada o salida de agua. Para el período estudiado los valores de pH han oscilado entre 6,8 y 8 con una media de 7,5. La conductividad no es excesivamente elevada con valores medios de 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un rango de variación entre 120 y 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente.

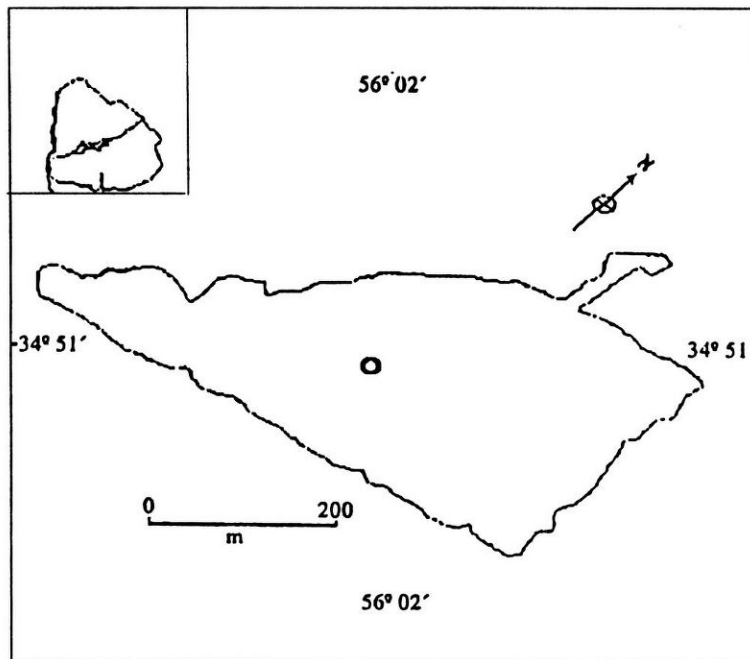


Fig. 1. Mapa de Uruguay, con la ubicación del lago Ton-Ton y ampliación de éste, mostrando el lugar de muestreo.

MATERIALES Y METODOS

Se tomaron muestras en diferentes fechas (5 de setiembre y 1 de diciembre de 1987; 27 de febrero y 16 de abril de 1988) en la parte central del lago en que la profundidad es máxima, 8 metros aproximadamente. Las muestras sin réplicas se tomaron a: 1 m (superficie), 4m (profundidad de inicio de la termoclina), 6m (profundidad final de la termoclina) y a 8 m (fondo). Estas profundidades, al igual que la definición de los períodos: setiembre (inicio de estratificación), diciembre (estratificación), febrero (fase final de estratificación) y abril (inicio de mezcla), fueron establecidos de acuerdo al ciclo térmico descrito por Sommaruga en 1987.

Las muestras fueron colectadas al mediodía mediante una trampa tipo Schindler de 28 l. Paralelamente, se midió la concentración de oxígeno y la temperatura con un oxímetro YSI Mod. 57. Además de los muestreos cuantitativos, se realizaron pescas cualitativas mediante una red de 120 μm de paso de malla con el objeto de disponer de material abundante para complementar la identificación taxonómica de las especies. Las muestras fueron filtradas a través de una malla de 80 μm y posteriormente, fijadas con formaldehído al 10%.

En el laboratorio, cada muestra se llevó a un volumen de 100 ml. Para realizar el recuento se tomaron 10 alícuotas de 2ml, utilizando un submuestreador tipo Stempel. Para el recuento se utilizó una cámara de tipo Bogorov.

En cada muestra se realizaron las siguientes determinaciones: abundancia total de microcrustáceos expresada en cantidad de individuos en 28 l, abundancia de Copépodos y Cladóceros en individuos por litro y abundancia de cada especie de Cladóceros. A partir de estos resultados se realizaron los siguientes cálculos: profundidad de máxima concentración de organismos, abundancia por ciento de cada grupo por estrato, profundidad del promedio de individuos por litro para la columna de agua, utilizando la fórmula modificada de Avaira (1975), según Zúñiga y Domínguez (1977). El índice de diversidad específica H (Shannon - Weaver), y el coeficiente de correlación de Spearman entre la abundancia de los organismos y la temperatura y el oxígeno. Este coeficiente se eligió debido a que el reducido número total de muestras no permite comprobar el grado de ajuste de los datos a una distribución normal y en caso negativo hallar la transformación adecuada de cada variable.

RESULTADOS Y DISCUSION

A) Comportamiento de la temperatura y el oxígeno: El lago fue caracterizado en base a la temperatura y concentración de oxígeno en las cuatro fe-

chas indicadas, resultando: setiembre de mezcla moderada, tomando en cuenta el gradiente de oxígeno; diciembre, inicio de estratificación; febrero, estratificación relativa, en este muestreo los fuertes vientos, la alta pluviosidad y las bajas temperaturas convergen para generar un cuadro atípico; y abril, de mezcla, en base a la uniformidad de la temperatura y el oxígeno en toda la columna de agua (Fig. 2). Esta caracterización, en lo que se refiere a la temperatura, no se correspondió con el ciclo térmico descrito por Sommaruga *op. cit.*

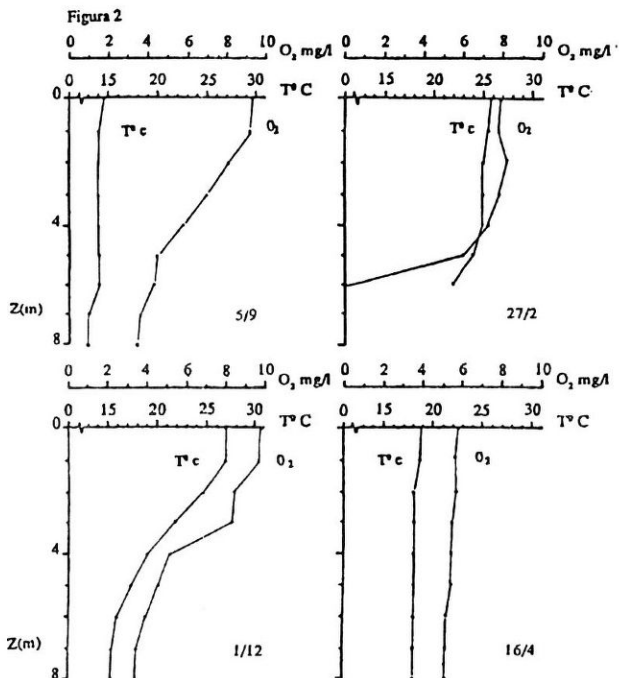


Fig. 2. Temperatura y oxígeno en las fechas muestreadas. En febrero, la profundidad máxima registrada fue de 6,5 metros.

B) Composición taxonómica: En conjunto, los cuatro meses muestreados reúnen un total de 7 especies de Cladóceros, *Ceriodaphnia dubia*, Richard 1895; *Ceriodaphnia cornuta* Sars 1886; *Daphnia ambigua* Scourfield, 1947; *Daphnia parvula* Fordyce 1901; *Diaphanosoma birgei* Korinek 1981; *Bosmina huaronensis* Delachaux, 1918; *Chydorus sphaericus* (P.F. Muller 1785). En lo que se refiere a su abundancia relativa, el 43% pertenece a Cladóceros y el 57% a Copépodos.

C) Distribución vertical cuantitativa: De los datos cuantitativos extraídos, pueden inferirse algunos aspectos de la estructura comunitaria. Esta se pone de manifiesto en una visión más global a través del cálculo de individuos por litro, que nos permite observar los cambios de la comunidad en diferentes fechas y estratos (Cuadro 1).

Cuadro 1

Individuos por litro a distintas profundidades y promedios (\bar{x}) en diferentes fechas.

| | 5/9/87 | 1/12/87 | 27/2/88 | 16/4/88 |
|-----------|--------|---------|---------|---------|
| 1 m | 76 | 7 | 43 | 87 |
| 4 m | 53 | 21 | 70 | 111 |
| 6 m | 33 | 13 | 0 | 142 |
| 8 m | 16 | 3 | 0 | 118 |
| \bar{x} | 44 | 11 | 38 | 114 |

La correlación fue elevada entre la temperatura y el número de individuos ($r = 0,80$) y significativa ($p < 0,05$, $n = 8$), tanto durante el muestreo de mezcla como el de estratificación ($r = 0,76$, $p < 0,05$, $n = 7$). Por el contrario, la correlación no fue significativa entre el oxígeno y el número de individuos en ninguno de los muestreos.

Durante setiembre se observó una elevada concentración de microcrustáceos en el primer estrato. Este hecho coincide con el máximo primaveral de fitoplancton común en prácticamente todos los lagos templados, Esteves (1988). Los altos valores de materia orgánica encontrados en el sedimento superficial durante este mes por Sommaruga *op. cit.* apoyan también esta hipótesis.

De forma inversa, en abril, los organismos presentan una tendencia a concentrarse en los estratos profundos, posiblemente debido a la resuspensión de la capa nefeloide rica en materia orgánica. Todos los datos, junto con la infor-

mación existente: Geller, 1986 y Porter, 1977, sugieren una relación directa entre la abundancia del zooplancton y la disponibilidad de alimento (fig.3a y3d). Por el contrario, en los meses de estratificación las condiciones abióticas ejercen presión sobre dicha distribución, limitando a los organismos dentro de los estratos superior e intermedio, donde predominan las temperaturas máximas y la turbulencia propia de esa zona (Fig. 3b y 3c).

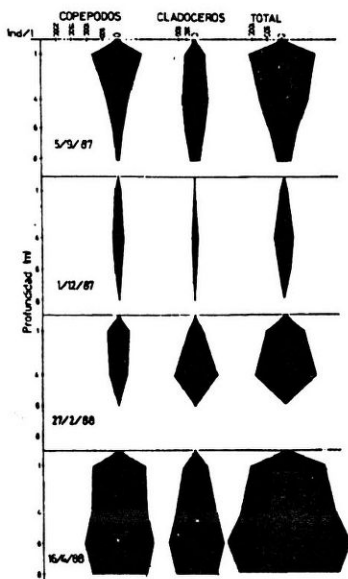


Fig. 3. Concentración de Cladóceros, Copépodos y total a distintas profundidades y en cada fecha.

D) Análisis específico: La distribución porcentual de las diferentes especies de Cladóceros en cada estrato, presentó un espectro bastante heterogéneo. *Ceriodaphnia dubia* fue una de las especies dominantes (57 %) durante los cuatro muestreos establecidos, con una distribución preferente en los estratos intermedios (4 y 6 m) durante los muestreos de abril, setiembre y diciembre, mientras que en febrero, su concentración máxima (54 %) se registró a los 4 metros.

Con otras especies de la familia Daphnidae, como *C. cornuta* y *Daphnia ambigua*, el comportamiento fue diferente. La primera sólo apareció en el muestreo de abril, con valores bajos (2,5 %), pero con una distribución en toda la columna de agua. Sus concentraciones máximas se registraron en los estratos intermedios (4 y 6 m). *D. ambigua* se encontró también sólo en este mes, con una distribución similar a *C. cornuta*, con valores mayores (3,5 %). Por el contrario, *D. parvula* apareció sólo en diciembre y abril, ubicándose preferentemente a los 4 metros.

Diaphanosoma birgei se encontró en todos los muestreos, con abundancias menores (11 %) y con una localización preferente en los estratos superiores (1 m). Tan sólo durante abril se halló a la profundidad de 6 m.

Bosmina huaronensis estuvo presente en todos los períodos constituyendo junto a *C. dubia* y *D. birgei* las especies dominantes. En abril, su distribución fue bastante uniforme a lo largo de la columna de agua, presentando su máxima abundancia relativa (78 %).

De las especies dominantes, *Ceriodaphnia dubia* y *Bosmina huaronensis* presentaron picos alternados de abundancia en los meses de febrero y abril, al igual que lo encontrado por Burns y Mitchell (1980) quienes describen una relación inversa entre estos dos géneros para el lago Johnson, presumiblemente debido a la competencia por el alimento. Por el contrario, no se observa en este sistema una tendencia a ocupar diferentes estratos como mecanismo para minimizar la competición interespecífica, tal como fue descrito por Matsumura-Tundisi (1985) para estos géneros.

El macrobentos está compuesto principalmente por larvas de Díptera, *Chaoborus* (S.) sp. Sommaruga, (*op. cit.*). Este es uno de los más importantes predadores de la comunidad zooplanctónica, siendo sus presas preferidas Copepodos, Cladóceros y algunos animales bentónicos (Esteves, *op. cit.*). De acuerdo con Fedorenko (1975), las larvas de *Chaoborus* en el lago Eunice (Canadá), pueden remover, por día, el 10 % del zooplancton. Seguramente este efecto debe ser importante en la distribución heterogénea que presentaron los organismos en el lago Ton-Ton.

Por último, en el muestreo de setiembre, apareció como componente del plancton una especie del género *Chydorus*, de origen pleustónico. Posiblemente, individuos de este grupo fueron arrastrados de su hábitat debido a las condiciones hidrológicas existentes durante ese período.

En lo referente a la diversidad específica, los valores registrados fueron muy bajos, típicos de sistemas con características eutróficas avanzadas, donde los valores se encuentran por debajo de un bits en las poblaciones del plancton (Margalef, 1983). En términos generales, estos valores reflejan un grado de complejidad bajo (Cuadro 2).

Cuadro 2

Indice de Diversidad de Shannon-Weaver.
Valores de diversidad específica de los Cladóceros (bits/ind.)
por fecha y profundidad.

| | 5/9/87 | 1/12/87 | 27/2/88 | 16/4/88 | Prom. total |
|-----|--------|---------|---------|---------|-------------|
| 1m | 1,17 | 1,59 | 1,07 | 0,86 | 1,17 |
| 4 m | 0,84 | 0,84 | 0,85 | 1,17 | 0,92 |
| 6 m | 0,61 | 0,97 | -- | 1,14 | 0,69 |
| 8 m | 0,90 | -- | -- | 0,89 | 0,45 |

CONCLUSIONES

Dentro de la taxocenosis observada se hicieron presentes 7 especies, de las cuales algunas resultaron esporádicas, en tanto que otras tuvieron una presencia constante a lo largo del período de estudio.

Ceriodaphnia dubia resultó una especie constante registrándose en todas las muestras (a excepción de las profundidades de 6 y 8 m en el mes de febrero).

Diaphanosoma birgei y *Bosmina huaronensis* estuvieron presentes en forma prácticamente constante, coincidiendo ambas en su ausencia, tanto en febrero, donde el fondo es anóxico, como en diciembre. Estas especies estuvieron presentes durante los cuatro muestreos preferentemente en los estratos superiores.

La comunidad de microcrustáceos, en general, se caracterizó por presentar una distribución vertical muy variada. Esta no sólo se refleja en su abundancia a través de las diferentes profundidades, sino también en la integración específica de su taxocenosis, que en general fue bastante pobre, presentando un gradiente de diversidad que aumenta hacia la superficie. Al estudiar la distribución de los organismos en relación con la temperatura, se vió que ésta presenta un papel significativo, pero no determinante. Con excepción del mes de febrero, que presentó anoxia en el fondo, en los restantes casos el oxígeno no tuvo una clara incidencia, presentando valores con una baja correlación.

De lo afirmado anteriormente, se infiere que los factores que afectan dicha dispersión, no son únicamente estos dos parámetros. Cabría suponer que la heterogeneidad en la distribución vertical de los organismos podría haber sido

afectada además por: disponibilidad de alimento, condiciones climáticas (lluvia, viento), así como la predación y la competencia.

AGRADECIMIENTOS

Al encargado de la Sección Limnología del Dpto. de Hidrobiología, Lic. Wilson Pintos, al Lic. Rúben Sommaruga, al Lic. Rafael Arocena y al Prof. César Paggi por la corrección crítica del presente trabajo y por el apoyo prestado para la realización del mismo. A Jorge Elissalde, programador de la Fundación Braille del Uruguay, por la realización de los programas necesarios para procesar los datos obtenidos.

REFERENCIAS

- Burns, C.W. y S.F. Mitchell. 1980. Seasonal succession and vertical distribution of zooplankton in Lake Hayes and Lake Johnson. South Island, New Zealand. *N.Z. Journal of Marine & Freshwater Research* 14 (2): 189-204.
- Dumont, H.J. 1972. A competition-based approach of the reverse vertical migration in zooplankton and its implication, chiefly based on a study of the interactions of the Rotifer *Asplanchna priodonta* (Gosse) with several Crustacea Entomostraca. *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.* 57: 1-38.
- Esteves, F.A. 1988. Fundamentos de Limnología. Río de Janeiro: Interciencia *FINEP*, 575p.
- Fedorenko, A.Y. 1975. Instar and species-specific diet in two species of *Chaoborus*. *Limnol. Oceanogr.* 20: 238-249.
- Geller, W. 1986. Diurnal vertical migration of zooplankton in a temperate great lake (L. Constance): starvation avoidance mechanism?. *Arch. Hydrobiol./suppl.* 74: 1-60
- Hart, R.C. y B.R. Allanson, 1976. The distribution and diel vertical migration of *Pseudodiaptomus hessei* (Mrázek) (Calanoida:Copepoda) in a subtropical lake in Southern Africa. *Freshw. Biol.* 6: 183-198.
- Hutchinson, G.E. 1967. A treatise on limnology. Vol II: Introduction to lake biology and the limnoplankton. *J. Wiley*, New York, 1115p.

- Lewis, W.M. Jr. 1983. A revised classification of lakes based on mixing. *Com. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 1779-1787.
- Margalef, R. 1983. Limnología. *Omega*, Barcelona, 1010p.
- Matsumura-Tundisi, T. 1985. Composition and vertical distribution of zooplankton in lake D. Helvecio (Minais Gerais-Brasil). In: Saijo, J.G. (eds). Limnological studies in Central Brazil (1st. Report). *Water.Res. Inst., Nagoya University Publ.*: 129-140.
- Matsumura-Tundisi, T., J.G. Tundisi y L.S. Tavares. 1984. Diel migration and vertical distribution of Cladocera in lake D. Helvecio (Minais Gerais, Brasil). *Hidrobiologia* 113: 299-306.
- Porter, K.G. 1977. The plant-animal interface in freshwater ecosystem. *Am. Sci.* 65 (2): 159-170.
- Sommaruga, R. 1987. Dinámica de la interfase agua-sedimento en un sistema eutrófico, lago Ton-Ton (Canelones-Uruguay) con una caracterización físico-química y biológica del sedimento. Tesis de licenciatura, *Fac. de Humanidades y Ciencias*, Univ. de la República (Montevideo, R.O. Uruguay). 93p.
- Wetzel, R.G. 1975. Limnology. *Sanders*, Philadelphia. 743p.
- Zaret, T.M. y J.S. Suffern. 1976. Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism. *Limnol. Oceanogr.* 21: 804-813.
- Zúñiga, L.R. y P. Domínguez. 1977. Observaciones sobre el zooplancton de lagos chilenos. *An. Mus. Hist. Nat.* (30) 10: 107-120.

Recibido / Received: 1 de marzo de 1990.

Aceptado/Accepted: 10 de mayo de 1991.