

DISTRIBUCION ESTACIONAL DE PLANCTONEMA LAUTERBORNII, (ULOTRICHACEAE) EN DOS EMBALSES DE AGUAS MINERALIZADAS (CUBER Y GORG BLAU, MALLORCA).

G. Ramón (1) y G. Moyá (2)

(1) Departamento de Microbiología

(2) Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Palma de Mallorca

Palabras Clave: Reservoir phytoplankton. *Planctonema lauterbornii* distribution.

ABSTRACT

SEASONAL DISTRIBUTION OF *PLANCTONEMA LAUTERBORNII*, (ULOTRICHACEAE) IN TWO HARD WATER RESERVOIRS (CUBER AND GORG BLAU, MAJORCA).

Cuber and Gorg Blau are two freshwater reservoirs located in the middle of the northern Serra de Tramuntana (Island of Majorca) and destined to the water supply of the city of Palma.

Studies on phytoplankton composition and dynamics show a seasonal abundance of *Planctonema lauterbornii*. The population of which is only important in autumn, showing explosive growth, without being detected in spring and early summer.

The growth of *Planctonema lauterbornii* shows important differences in both reservoirs. In Gorg Blau reservoir the population reaches and exceeds 1000 cells/ml in the three referred periods and account 40-60% of the planktonic community. The waters of Gorg Blau reservoir are transferred to Cúber, but in the last named reservoir the occurrence of that species is low and not very significant.

INTRODUCCION

El estudio limnológico de los embalses de Cúber y Gorg Blau (Mallorca) ha permitido poner de manifiesto, a lo largo de tres ciclos anuales, una clara distribución estacional de la ulotricofícea *Planctonema lauterbornii* Schmidle, componente habitual del fitoplancton de ambos embalses.

La información relativa a dicha especie, presente en la literatura, es muy escasa y exigua. Concretamente en nuestro país ha sido citada en una laguna de la mancha (Armengol *et al.*, 1975) y en un importante número de embalses peninsulares (Planas, 1975; Margalef *et al.*, 1976) habiéndose asociado a masas de agua con un elevado grado de mineralización (Margalef y Mir, 1979; Margalef *et al.* 1982).

Los datos que se presentan suponen dos nuevas

citadas para la especie referida, en embalses de aguas mineralizadas; además plantean algunos interrogantes de interés y permiten establecer de forma clara la estacionalidad de la especie, no totalmente coincidente con la inicialmente supuesta a partir del estudio de un elevado número de embalses peninsulares (Margalef *et al.* 1976 y 1982).

AREA DE ESTUDIO

Los embalses estudiados se hallan ubicados en la zona media de la Serra de Tramuntana de Mallorca (figura 1), sobre materiales Triásicos y Jurásicos fuertemente contraídos y plegados. La vegetación típica de la zona es el encinar mediterráneo, relativamente bien conservado en las proximidades del em-

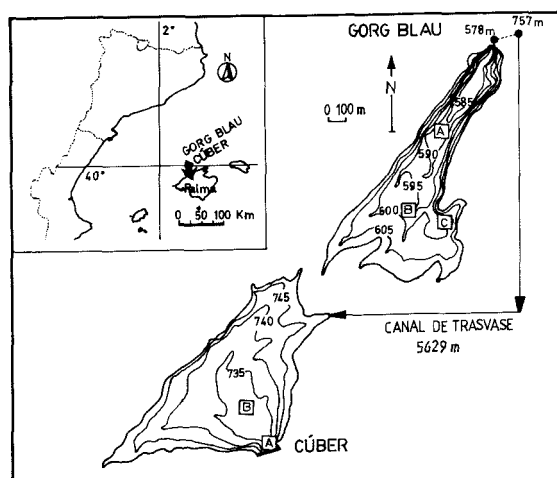


Figura 1.- Localización y características del área de estudio. Se señalan las estaciones de muestreo.

Location and characteristics of the study area. Collection sites are indicated.

balse de Gorg Blau y muy degradado en el entorno del embalse de Cúber.

Cúber y Gorg Blau constituyen un sistema de dos embalses en cadena o cascada, construidos con el fin de ser utilizados para el abastecimiento de agua a la ciudad de Palma de Mallorca. El embalse de Gorg Blau, principal reserva del sistema, recoge las aguas procedentes de su cuenca -6'5 Km²- y de otras menores próximas -2'0 Km²-. Dichas aguas son elevadas mediante bombeo hasta un canal de trasvase que las conduce, por descenso gravitacional, al embalse de Cúber. Desde este último embalse, en el que vierten también las aguas de escorrentía de su propia cuenca -7'4 Km²-, las aguas son suministradas, previo tratamiento, a la ciudad de Palma.

En la Tabla I se han recogido los parámetros morfométricos más significativos de los dos embalses. Los datos se han obtenido sobre un mapa topográfico realizado a escala 1:5000; las coordenadas de situación y la elevación se han referido al nivel de aliviadero de la presa. Cabe destacar las reducidas dimensiones de estos embalses y la similitud en algunos de los parámetros registrados; las diferencias existentes en otros parámetros son atribuibles a la distinta topografía de la zona inundada en cada caso y, consecuentemente, dependientes de la batimetría de cada embalse (figura 1).

Tabla I.- Situación y parámetros morfométricos más significativos de los embalses de Cúber y Gorg Blau.

Location and Selected Morphometric parameters of Cúber and Gorg Blau reservoirs.

PARAMETRO	GORG BLAU	CUBER
SITUACION	39° 49' N 2° 50' E	39° 47' N 2° 5' E
ELEVACION (m)	610,00	747,30
AREA (Ha)	59,90	59,30
VOLUMEN (Hm ³)	6,90	4,60
PROFUNDIDAD MAXIMA (m)	35,00	17,30
PROFUNDIDAD MEDIA (m)	11,55	7,76
PROFUNDIDAD RELATIVA (%)	4,01	1,99
DESARROLLO VOLUMEN	0,99	1,35

MATERIAL Y METODOS

La información referida corresponde a muestreos realizados con una periodicidad mensual desde agosto de 1976 a octubre de 1978.

Las muestras se obtuvieron en diferentes estaciones (figura 1), completando en cada una de ellas un perfil vertical. La extracción se llevó a cabo, normalmente, entre las 10 y las 14 horas. En cada una de las estaciones y para cada uno de los niveles seleccionados se extrajo, mediante un tomamuestras Hydro-Bios, un volumen de 5 litros de agua que se dividió en una serie de fracciones sobre las que se procedió a realizar las diferentes determinaciones. El fraccionamiento establecido, junto al método de conservación utilizado, en cada caso, se halla especificado en Moyá (1981).

Los métodos utilizados para la determinación de los parámetros que se comentan fueron los siguientes: Temperatura (Termistor); Conductividad (Conductímetro); Alcalinidad (Golterman y Clymo, 1969); pH (pH-metro); Calcio (Golterman y Clymo, 1969); Sulfatos (Fritz y Yamamura, 1955); Cloruros (Knudsen, mod. Estrada *et al.*, 1975); Amonio (Korolef, 1970); Nitratos (Strickland y Parsons, 1972); Fósforo soluble y reactivo (Murphy y Riley, 1962).

Las modificaciones y particularidades seguidas en cada uno de los métodos; así como las técnicas específicas de tratamiento y conservación aparecen recogidas en Moyá (1981).

Los estudios del fitoplancton se llevaron a cabo sobre fracciones de las muestras de agua obtenidas, preservadas con solución de lugol. Los recuentos se realizaron utilizando la técnica del microscopio invertido (Lund *et al.*, 1958; Utermohl, 1958) sobre volúmenes de 100 ml sedimentados durante un tiempo de 72 horas. En los casos de máxima densidad del fitoplancton sólo se procedió a la sedimentación de volúmenes de 10 ml de agua para el recuento del fitoplancton.

La densidad de las poblaciones fitoplanctónicas fué estimada a partir de los resultados de los recuentos para las diferentes especies, realizados a mediano aumento del microscopio (x 400), presentes en un número estadísticamente significativo de campos del microscopio (Nauwerck, 1963).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en las diferentes estaciones de muestreo (figura 1) son perfectamente comparables tanto en uno como en otro embalse. Diferencias mínimas y poco significativas entre las distintas estaciones se han detectado en determinados momentos, siendo esencialmente atribuibles a las diferencias morfométricas. Por esta razón se incide fundamentalmente en los resultados obtenidos en la estación localizada en la zona central de cada embalse: Estación A en Gorg Blau y estación B en Cúber, las más significativas puesto que se hallan menos

influidas por el efecto de las orillas.

La representación gráfica de los resultados se ha realizado conforme a lo señalado en Moyá y Ramón (1985, en este mismo volumen).

Condiciones ambientales:

Los embalses de Cúber y Gorg Blau presentan un comportamiento térmico que permite su catalogación como monomícticos cálidos, con un período de mezcla y temperaturas uniformes durante los meses de invierno y un período de estratificación térmica esencialmente estival (Moyá y Ramón, 1984). En estas condiciones, durante los meses de verano se desarrolla una termoclina, si bien poco persistente, que tiende a situarse en torno a los 6 metros de profundidad en el embalse de Cúber y alrededor de los 11 metros de profundidad en el embalse de Gorg Blau.

Las características químicas de las aguas de ambos embalses (tabla 11) muestran claramente que se trata de dos masas de agua con un importante grado de mineralización, en concordancia con los principales tipos litológicos presentes en la cuenca hidrográfica en que se hallan ubicados los dos embalses .

La concentración de nutrientes en las aguas de los dos embalses presenta valores muy similares, pudiendo ser considerada como relativamente baja. Los resultados obtenidos son equiparables y prácticamente coincidentes con los que se registran en embalses peninsulares comparables a los estudiados (Margalef *et al.*, 1976; Margalef y Mir, 1979) para el fósforo; mientras que los valores de nitrógeno son sensiblemente inferiores. De ahí los bajos valores encontrados para la relación N:P.

En conjunto, el nivel trófico de ambos embalses puede ser tipificado como ligeramente mesotrófico.

Tabla II - Principales características químicas de las aguas de los embalses. Se indican los valores medios, mínimos y máximos promediode toda la columna de agua.

Some selected chemical parameters in the reservoirs waters. Average values, maximum and minimum for the whole water mass are indicated.

PARAMETRO	GORG BLAU			CUBER		
	Mín.	Máx	Med	Mín.	Máx.	Med.
CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S}/\text{cm}(20^\circ\text{C})$	254	395	286	262	391	297
ALCALINIDAD meq/l	1,93	4,31	2,72	1,18	3,12	2,40
pH	7,3	8,0	7,7	7,2	8,5	7,8
CALCIO mg/l	48,0	120,0	77,0	28,0	112,0	74,4
SULFATOS mg/l	10,0	73,2	27,2	10,0	68,8	30,5
CLORUROS mg/l	20,2	38,5	26,7	18,3	33,7	25,4
AMONIO $\mu\text{g-at N-NH}_4/\text{l}$	0,13	4,07	1,19	0,1	7,23	1,70
NITRATOS $\text{pg-at N-NO}_3/\text{l}$	0,05	11,47	2,25	0,54	15,04	4,53
FOSFATOS $\mu\text{g-at P-PO}_4/\text{l}$	0,03	1,63	0,40	0,03	2,21	0,38
RELACION N:P	3,3	181,7	31,4	0,7	454,3	57

Las comunidades fitoplanctónicas de ambos embalses presentan notorias diferencias. En el embalse de Gorg Blau se constató una colonización masiva de la cianofícea *Oscillatoria rubescens* D.C., cuya población ha supuesto, durante la mayor parte del período reseñado (figura 2), más del 90% de la comunidad fitoplanctónica presente en las aguas del embalse. Contribuciones inferiores a la reseñada se registraron en los primeros meses del estudio, hasta noviembre de 1976, y en los últimos meses incluidos, septiembre y octubre de 1978, en los que la participación osciló en torno al 50% de la comunidad fitoplanctónica. Igualmente cabe reseñar la desigual distribución de la especie durante los meses de verano; en esta época escasea en superficie y se acumula a partir del metalimnion (figura 2).

En el embalse de Cúber se presenta una comunidad fitoplanctónica más diversa y cambiante, con un ciclo anual muy regular (Moyá y Ramón, 1983)

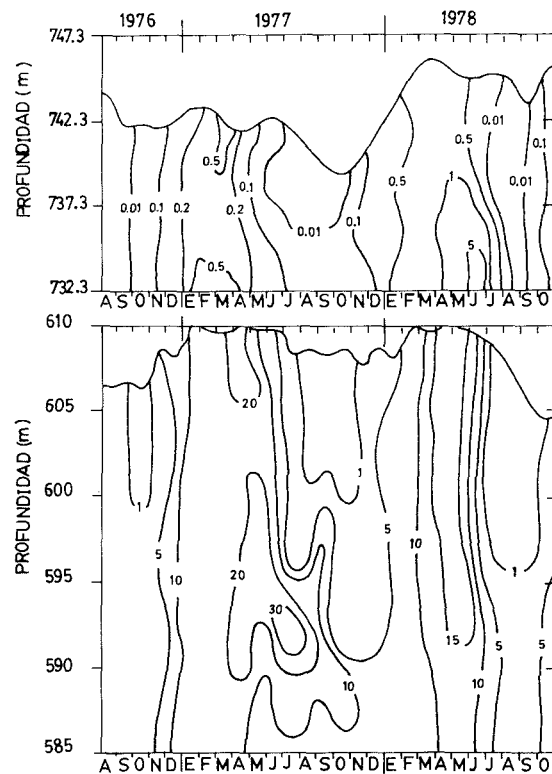


Figura 2.- Variación espacio-temporal de la población de *Oscillatoria rubescens*, expresada en miles de células por mililitro en los embalses de Cúber (arriba) y Gorg Blau (abajo).

Depth-time diagrams of *Oscillatoria rubescens* population (10^3 cells/ml) in Cúber (upper) and Gorg Blau (lower) reservoirs.

Distribución estacional de *planctonema lauterbornii*.

La representación gráfica de los resultados, expresados en número de células por mililitro, de la evolución de la población de *Planctonema lauterbornii* durante el período de tiempo referido (Figura 3) muestra claramente la distribución estacional de dicha ulotricofícea.

La especie no se detecta en las aguas de los dos embalses durante los meses de primavera y primera mitad del verano. En los meses de invierno la población presente en las aguas es muy reducida y su contribución al total de la comunidad fitoplanctónica es exigua y prácticamente insignificante, ya que raramente alcanza el 1% del total de células. Así pues, la participación de esta ulotricofícea en las comunidades del fitoplancton de los dos embalses estudiados queda restringida esencialmente a los meses comprendidos entre la segunda mitad de verano y la primera mitad

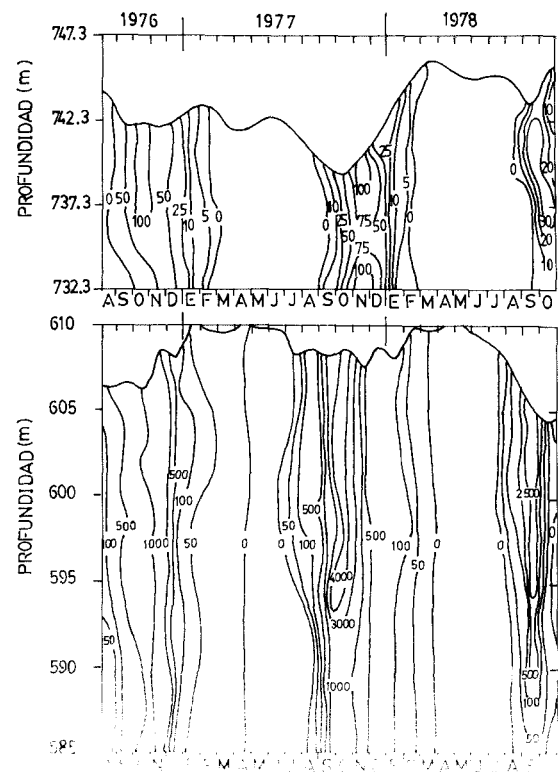


Figura 3.- Distribución espacio-temporal de *Planctonema lauterbornii* en los embalses de Cúber (arriba) y Gorg Blau (abajo), valores expresados en células por mililitro.

Depth-time distribution of *Planctonema lauterbornii* (cells/ml) in Cúber (upper) and Gorg Blau (lower) reservoirs.

de otoño; no apareciendo antes de agosto y pudiendo persistir hasta noviembre.

Esta regularidad en la distribución de la especie ha sido constante a lo largo de los tres ciclos consecutivos que se refieren y para los dos embalses; sin embargo, entre ambos embalses se han manifestado algunas diferencias.

Una de ellas es el ligero retraso en la población del embalse de Cúber respecto a la del Gorg Blau. Ello probablemente vendría condicionado fundamentalmente por la disponibilidad de nutrientes si bien no es posible descartar de entrada otros factores más difíciles de analizar. En efecto, la primera presencia de *Planctonema lauterbornii* en las aguas de los embalses coincide con el momento en que se inicia un aumento de la relación N:P, existiendo una buena disponibilidad de nutrientes tras los mínimos registrados durante el principio del verano (figura 4). Esta regeneración de nutrientes, típicamente centrada en el otoño (Wetzel, 1975), se presenta algo desfasada en el embalse de Cúber respecto al de Gorg Blau como consecuencia de un agotamiento de los mismos durante el verano en aquel embalse (Moyá y Ramón, 1983 y figura 4). Este desfase coincide con el que se registra en las poblaciones de *Planctonema lauterbornii* (figura 3).

Otra diferencia, sin duda la más significativa, es la referente a la magnitud de la población de dicha especie y su participación relativa en la comunidad fitoplanctónica de ambos embalses. Así, en el embalse de Gorg Blau la población de *Planctonema lauterbornii* alcanzó, prácticamente, las 2000 cel/ml en toda la columna de agua, con un máximo superior a las 4000 cel/ml. en el epilimnion del embalse durante 1977. En el momento de mayor desarrollo de su población la especie constituyó alrededor del 40% de la comunidad fitoplanctónica, llegando a suponer el 60% en 1977.

Por contra el embalse de Cúber la población de esta especie apenas alcanza las 100 cel/ml en toda la columna de agua, con una contribución relativa en la comunidad fitoplanctónica del orden de un 5% y que sólo en contadas ocasiones y para determinados niveles de la columna de agua ha llegado al 10%.

Esta diferencia en la densidad de las poblaciones de la especie en los dos embalses no parece atribuible a factores químicos ni a disponibilidad de nutrientes, ya que las características de ambos embalses son, en este sentido, muy similares (tabla II). Por ello se puede pensar que en el embalse de Cúber se hallarían impli-

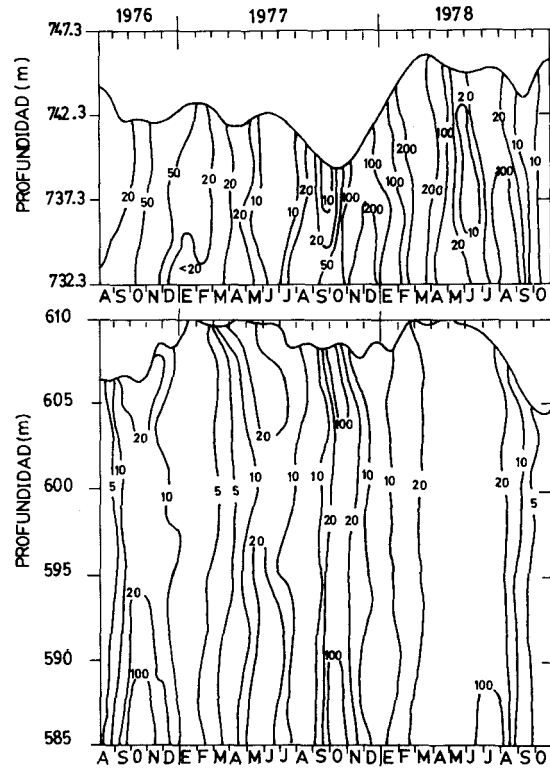


Figura 4. Variación espacio-temporal de la relación N:P en los embalses de Cúber (arriba) y Gorg Blau (abajo).
Depth-time diagrams of the Nitrogen- Phosphorus relationship in Cúber (upper) and Gorg Blau (lower) reservoirs.

cados fenómenos de competencia o de otro tipo, condicionantes del escaso e incluso en algunos momentos nulo desarrollo de la especie en el mismo, pues no debe olvidarse que una buena parte de la población de *Planctonema lauterbornii* en el embalse de Cúber llega al mismo a través de las aguas transvasadas desde el embalse de Gorg Blau.

El desarrollo de la especie en el embalse de Gorg Blau es muy rápido, lo que permite apuntar la existencia de un "bloom" de *Planctonema lauterbornii* al iniciarse el otoño, coincidiendo con la destrucción de la termoclina. Este crecimiento explosivo se corresponde, en general, con un progresivo incremento en los valores de la relación N:P (figura 4), cuyo máximo coincide con el de la población de la especie en cuestión (figura 3). Así mismo se ha encontrado una mayor dependencia de los incrementos de la población de la especie respecto a la presencia de amonio en las aguas que respecto a la presencia de nitratos. Ello permitiría apuntar la posibilidad de una más rápida y ventajosa utilización

del nitrógeno amoniacal por parte de *Planctonema lauterbornii*; si bien la no constatación de dicha dependencia en el embalse de Cúber hace necesario proceder a la comprobación de tal supuesto.

La disponibilidad de nutrientes puede explicar el crecimiento de la especie; pero, en modo alguno es el condicionante único de su distribución estacional, ya que condiciones como la descrita se presenta también durante los meses de primavera (figura 4) y la coincidencia señalada no es tan marcada en 1978. Consecuentemente, la estacionalidad de la especie vendría determinada por toda una serie de factores entre los que cabría considerar el comportamiento térmico y lumínico de los embalses y, sobre todo, fenómenos de competencia biológica. Así, en el embalse de Gorg Blau la aparición de *Plactonema lauterbornii* (figura 3) tiene lugar cuando la población de *Oscillatoria rubescens*, especie dominante en el embalse, se halla confinada a las capas profundas y desarrolla un máximo metalimnético muy marcado (figura 2).

BIBLIOGRAFIA

- Armengol, J.; Estrada, M.; Guiset, A.; Margalef, R.; Planas, D.; Toja, J. y Vallespinós, F. 1975. Observaciones limnológicas en las lagunas de La Mancha. Bol. Est. Central Ecol., 4(8): 11-27
- Estrada, M.; Flos, J.; Lavall, A.; Miracle, M.R.; Planas, D.; Riera, T.; Ros, J.D. y Vallespinós, F. 1975. Prácticas de Ecología. Departamento de Ecología. Universidad de Barcelona. 180 pp
- Fritz, J.S., y Yamamura, S.S. 1955. Rapid microtitration of sulfate Anal. Chem., 27(9): 1461-1464.
- Golterman, H.L. y Clyrno, R.S., 1969. Methods for chemical analysis of freshwaters IBP Hansdbook nº 8 Blackwell Scientific Publications. Oxford. 172 pp
- Korolef, F. 1970. Revised version of "direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue Int. Con. Explor. Sea, C.H. 1969/C: 9". I.C.E.S., Information on techniques and methods for sea waters analysis. Interlab. Rep., 3: 19-22.
- Lund, J.W.G.; Kipling, C. y Le Cren, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. Hydrobiologia, XI (2): 143-170.
- Margalef, R. y Mir, M. 1979. Phytoplankton of Spanish reservoirs as dependent from environmental factors and potencial indicator of water properties. Atti del Convegno sui bacini lacustri artificiali. Sassari, ottobre 1977. 191-206
- Margalef, R.; Mir, M. y Estrada, M. 1982. Phytoplankton composition and distribution as an expression of properties of reservoirs. Can. Water Res. J., 7(1): 26-49.
- Margalef, R.; Planas, D.; Armengol, J.; Vidal, A.; Prat, N.; Guiset, A.; Toja, J. y Estrada, M. 1976. Limnología de los embalses españoles. Dirección General de Obras Hidráulicas. Ministerio de Obras Públicas. Madrid 422 + 85 pp.
- Moyá, G. 1981. Limnología de los embalses de la Sierra Norte de Mallorca. El embalse de Cúber. Tesis Doctoral. Universidad de Palma de Mallorca. 516 pp. + Apéndice.
- Moyá, G. y Ramón, G. 1983. Características limnológicas del embalse de Cúber (Mallorca). Actas I Congreso Español de Limnología. 83-92.
- Moyá, G. y Ramón, G. 1984. Variación espacio temporal de *Ceratium hirundinella*, en los embalses de Cúber y Gorg Blau (Mallorca). En este mismo volumen.
- Murphy, J. y Riley, J.P. 1962. A modified single-solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta, 27: 31-36
- Nauwerck, A. 1963. Die Beziehungen zwischen zooplankton und phytoplankton im See Erken. Symb. Bot. Upsal., 17(5): 1-163.
- Planas, D. 1975. Distribution and productivity of the phytoplankton in Spanish reservoirs. Verhand. Internat. Verein Limnol., 19: 1860-1870.
- Strickland, J. y Parsons, T.R. 1972. A practical Handbook of Seawater Analysis. Bull. Fish. Res. Board Can., 167: 1-131.
- Utermöhl, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitative phytoplankton-metodik. Mitt. Int. Verein. Limnol., 9: 1-38.
- Wetzel, R.G. 1975. Limnology. Saunders. Philadelphia. 752 pp.