



Palabras clave: biovolumen, fitoplancton, Argentina.

Key words: biovolume, phytoplankton, Argentina.

Estimación de la biomasa (biovolumen) de algas planctónicas de la laguna Vitel, Buenos Aires, Argentina

Ricardo Omar Echenique* y José Manuel Estevez**

* - Departamento Científico Ficología; Fac. Cs. Nat. y Museo (UNLP), Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina.

e-mail: rechen@museo.fcnym.unlp.edu.ar

** - Departamento de Química Orgánica; Fac. Cs. Ex. y Nat. (UBA), Pab. II, Ciudad Universitaria,

1428 Buenos Aires

E-mail:cerlab@qo.fcen.uba.ar

RESUMEN

En el presente trabajo, se da a conocer la estimación de la biomasa, expresada como volumen celular de 60 taxa fitoplanctónicos (48 Chlorophyta, 11 Cyanophyta y 1 Euglenophyta) de la laguna Vitel (Provincia de Buenos Aires). *Scenedesmus* con 13 taxa infragenéricos, es el género mejor representado. Los biovolúmenes fueron calculados aproximando cada taxón a una forma geométrica simple (esfera, cilindro, cubo, etc). En el caso de formas complejas, los cálculos se efectuaron mediante la combinación de formas simples. Los resultados obtenidos, son comparados con los existentes en la literatura. La estimación de la biomasa y de la densidad celular, a través de recuentos, resulta indispensable a fin de determinar la importancia relativa de cada taxón dentro de la taxocenosis, fundamentalmente para la interpretación de la dinámica fitoplanctónica.

ABSTRACT

Biomass (biovolume) estimates of planktonic algae from Vitel Lagoon (Buenos Aires, Argentina).

Average biomass estimates -expressed as cell volume (μm^3)- of 60 phytoplanktonic taxa (48 Chlorophyta, 11 Cyanophyta and one Euglenophyta) from Vitel Lagoon (Province of Buenos Aires) are presented. Scenedesmus, with 13 infrageneric taxa, is the best represented genus. Biovolumes were calculated by approximating each taxon to a simple geometrical shape (sphere, cylinder, cube, etc.). In the case of more complex shapes, composed formulae resulting from combining the basic forms were used. The results obtained for some taxa are compared with those given in the literature. We conclude that the use of both own biomass data and algae abundance (cell counts) allows a more accurate estimation of the importance of each taxon within the taxocenosis, thus improving the studies of phytoplankton dynamics.



INTRODUCCION

La evaluación cuantitativa del fitoplancton a través de métodos directos de recuento de células ha sido muy utilizada por numerosos autores (Lund *et al.* 1958; Nakanishi *et al.*, 1985; Mariazzi *et al.*, 1991, etc.), como parámetro para estimar la biomasa algal. El método es rápido, con un buen nivel de resolución, con un bajo límite de detección y no necesita grandes volúmenes de muestra (Butterwick *et al.*, 1982). No obstante, el amplio rango que presentan los tamaños celulares, dentro de una misma población (variabilidad intraespecífica) o comunidad (variabilidad interespecífica), pueden llevar a estimaciones erróneas de la biomasa presente si los resultados son expresados exclusivamente como densidad celular (cél. ml⁻¹).

Los métodos químicos para determinación de la biomasa algal, son relativamente lentos y/o no específicos por lo cual no pueden ser expresados para cada taxa en particular y con excepción de la determinación por espectrofotometría de la clorofila-*a*, requieren grandes volúmenes de muestra. El carbono es normalmente el principal componente de la biomasa, presenta ventajas como índice, aunque ha sido criticado por llevar un gran error (>50 ug C). Estudios aún más específicos como son la utilización de RNA, DNA, proteínas y ATP son más costosos y menos aplicados que los anteriores (Butterwick *et al.*, *op.cit.*).

El cálculo del biovolumen celular es uno de los métodos más precisos para la estimación de la biomasa del fitoplancton (Senichkin, 1979) y puede ser utilizado para calcular y obtener otro tipo de información como concentración de carbono (Mullin *et al.*, 1966). La utilización del biovolumen para estimar la biomasa fitoplanctónica, asimilando la morfología celular a formas geométricas, sirve para compensar errores introducidos por otros parámetros como los anteriormente mencionados y, además, no conlleva grandes costos, por lo cual su implementación es considerada como una metodología muy válida para el cálculo de la biomasa algal (Lewis, 1976).

Por otra parte, es posible relacionar las dimensiones celulares de los taxa (Ej: superficie/volumen) con las condiciones ambientales, tratando de explicar diferentes estrategias adaptativas para lograr una mayor eficiencia en la asimilación de nutrientes, flotabilidad, etc. (Lewis, *op. cit.*).

El presente trabajo constituye el primer aporte al

estudio de la biomasa fitoplanctónica de la laguna Vitel (Prov. Bs.As.), expresada en unidades de biovolumen celular (μm³). Los resultados obtenidos serán utilizados como base para la realización de estudios posteriores sobre la dinámica de la taxocenosis en dicho limnótopo.

MATERIAL Y METODOS

La laguna Vitel se encuentra situada en la Provincia de Buenos Aires, Argentina, entre las coordenadas 35° 30' 49" y 35° 32' 47" S y 58° 04' 30" y 58° 09' 10" W (Fig. 1). Las principales características morfológicas, a cota 7 msnm, son las siguientes: superficie: 14,6 km², prof. máxima: 1,74 m, p. f. media: 1,17 m y cuenca hidrográfica: 571 km² (Echenique & Arenas, 1984).

El presente trabajo se realizó sobre un total de 60 taxa de algas planctónicas de la laguna Vitel, de los cuales 48 pertenecen a las Chlorophyta, 11 a las Cyanophyta y 1 a las Euglenophyta. El orden mejor representado fue el de las Chlorococcales con 43 taxa, de las cuales el género *Scenedesmus* Meyen presentó 13.

Las mediciones del volumen celular se realizaron empleando un microscopio óptico Wild M20, sobre material *in vivo* y/o de herbario (Departamento Científico Ficología - Facultad de Ciencias Naturales y Museo), sobre muestras obtenidas mensualmente y en diferentes sitios de la laguna, desde junio/93 hasta julio/94.

Las estimaciones se realizaron siempre a nivel celular, aún en aquellos taxa de un nivel de organización no unicelular, tales como filamentosos, colonial, cenobial, etc. Los cálculos del biovolumen celular se basaron en formas estereométricas simples, adecuadas para cada taxón (esfera, elipse, cono recto, cono truncado, cubo, cilindro, etc.), utilizando formas derivadas compuestas (unión de formas simples) para aquellas morfologías celulares "complejas" (Fig. 2 y 3). En el caso de aquellos taxa cuya organización geométrica resulta intermedia entre dos o más tipos simples, se estimó su valor promedio.

Las formas geométricas asignadas y las fórmulas aplicadas para el cálculo de biovolúmenes, para cada uno de los taxa considerados, fueron los siguientes: Cilindro (Ci) = R².Lh; Cono Recto (CoR) = 0,33.(D/2)².L2; Cono Truncado (CoT) = (Lh/3).(R1²+R1.R2+R2²); Cono Rectangular (CRec) = H.L.A; Elipse (El) = 1,33.Sma.Sme²; Esfera (Es) = (D³)/6; Prisma (Pr) = 0,5.A.H.h. Los parámetros morfológicos considerados en cada caso son los siguientes: A: largo de base del prisma; D: diámetro;

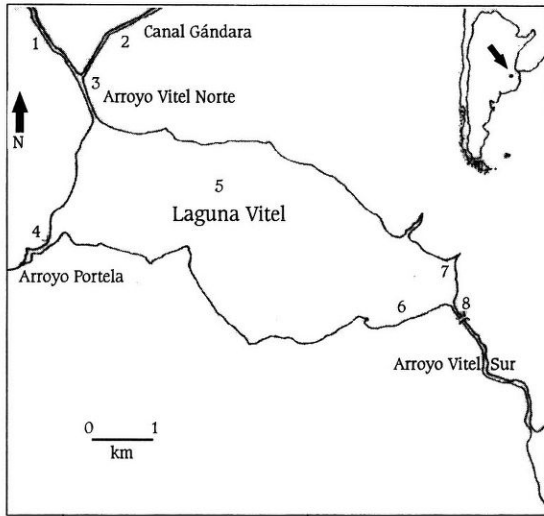


Figura 1

Laguna Vitel, Buenos Aires-Argentina. Ubicación geográfica

RESULTADOS Y DISCUSION

H: ancho de la base del prisma; h: altura del prisma; Lh: altura; L2: altura del cono recto; R: radio; R1: radio mayor; R2: radio menor; R3: radio de las espigas; Sma: semieje mayor; Sme: semieje menor. Los valores de biovolumen celular obtenidos para cada taxón, resultaron de efectuar la media aritmética de las dimensiones celulares de entre 5 y 30 individuos, según el organismo considerado, teniendo en cuenta la abundancia y variabilidad de la población en cada muestra. Cabe aclarar que por convención, en ningún caso se consideraron las envolturas gelatinosas o proyecciones espiniformes menores.

Los resultados promedio de la estimación de la biomasa, expresados en unidades de biovolumen celular (μm^3) obtenidos para cada taxón, se presentan en el Cuadro 1. En cada caso, se indica el número de individuos medidos, la dimensión axial mayor (GALD) (Lewis, 1976), junto a la correspondiente forma geométrica y el nivel de organización. Algunos de los biovolúmenes calculados en este trabajo fueron comparados con los obtenidos por otros autores (Cuadro 2), observándose algunas diferencias significativas. Estas pueden deberse a la variabilidad de los tamaños celulares encontrados

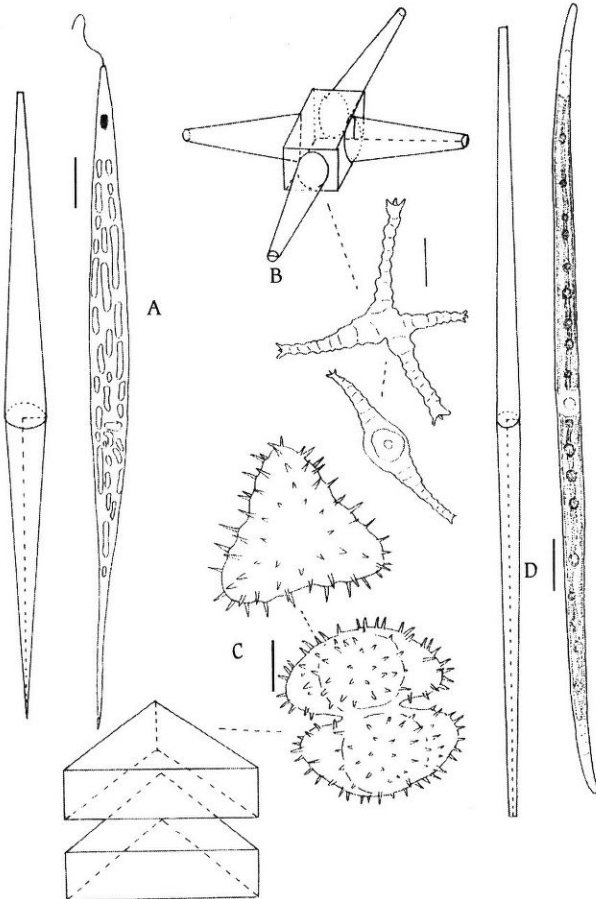


Figura 2

Esquematzación de las principales formas geométricas, simples o compuestas, aplicadas para la estimación de la biomasa algal, junto al dibujo del taxón correspondiente: A. *Euglena acus* Ehrenberg; B. *Staurastrum tetracerum* (Kützing) Ralfs var. *validum* West W. & G. S. West; C. *C. S. polytrichum* (Perty) Rabenhorst; D. *Closterium gracile* Brébison, la escala gráfica equivale a 10 μm .

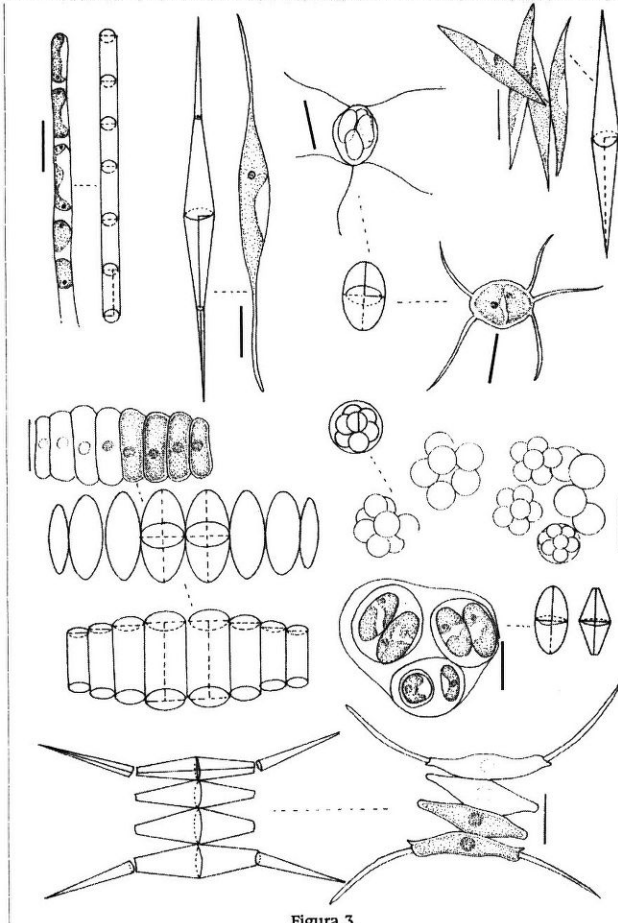


Figura 3

Esquematación de las principales formas geométricas, simples o compuestas, aplicadas para la estimación de la biomasa algal, junto al dibujo del taxón correspondiente A. *Planctonema lauterborni* Schmidle; B. *Schroederia setigera* (Schroeder) Lemmermann; C. *Lagerheimia quadriseta* (Lemmermann) G.M. Smith; D. *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs; E. *Eutetramorus fottii* (Hindák) Komárek; F. *Oocystis pusilla* Hansgörg; G. *Scenedesmus ecornis* (Ehrenberg) Chodat; H. *S. opoliensis* Richter, la escala gráfica equivale a 10 μ m.



Cuadro 1

Biomasa de los organismos del fitoplancton de la laguna Vitel. Forma geométrica considerada para cada taxa analizado, GALD (dimensión axial máxima), biomasa (biovolumen celular) y número de ejemplares medidos. Los taxa con asterisco, se presentan en las figs. 2 y 3. Ci (cilindro); CoR: cono recto; CoT: cono truncado; Crec: cono rectangular; El: Elipse; Es: esfera; Pr: prisma.

TAXA	FORMA GEOMETRICA	GALD (μm)	BIOMASA (μm^3)	OBSERV
CYANOPHYTA				
<i>Chroococcus limneticus</i> var. <i>subsalsus</i>	El	9,32	78,1	10
<i>Coelosphaerium kutzingianum</i>	Es	3,85	46,3	20
<i>C. naegelianum</i>	El	6	28,3	20
<i>Gomphosphacia lacustris</i>	El	2,4	7,8	20
<i>Merismopedia convoluta</i>	Es	3	9,1	20
<i>M. glauca</i>	Es	4,1	48,7	20
<i>M. tenuisima</i>	Es	1,75	2,6	30
<i>Microcystis pulvacea</i>	Es	1,85	5,3	30
<i>Lyngbya limnetica</i>	Ci	3	6,0	30
<i>Raphidiopsis curvata</i>	Ci	10	307	5
<i>R. mediterranea</i>	Ci	6,66	62,4	10
EUGLENOPHYTA				
<i>Euglena acus</i> *	CoR + CoT	74	3499,7	10
CHLOROPHYTA				
<i>Eudorina clengans</i>	Es	14	1436,7	30
<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>subtile</i>	El	14	22,4	5
<i>Ankistrodermus bibrarianus</i>	2 CoR	23,5	139,9	10
<i>A. falcatus</i> *	2 CoR	31	784,4	30
<i>Coelastrum microporum</i>	Es	5	73,2	12
<i>Crucigenia quadrata</i>	El	6,25	117,8	12
<i>C. rectangularis</i>	El	10,5	231,3	10
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	Es	6,5	157,8	20
<i>Eutretamorus fottii</i> *	Es	7,25	225,5	5
<i>Golenkinia radiata</i>	Es	13	283,1	10
<i>Kirchneriella aperta</i>	El	10,44	114,6	10
<i>K. irregularis</i>	El	6,5	22,7	10
<i>K. obesa</i>	El	16	180,2	10
<i>K. phasoliformis</i>	El	3,75	5,1	5
<i>K. pseudoaperta</i>	El	17	225,2	5
<i>Lagarchimia quadrisetata</i> *	El	11,74	505,9	10
<i>Micractinium pusillum</i>	Es	11	89,2	10
<i>Monoraphidium intermedium</i>	2 CoR	30	40,7	5
<i>M. komarkovae</i>	2 CoR	148	784,6	10
<i>Oocystis parva</i>	El	6,75	62	10
<i>O. pusilla</i> *	(El + 2 CoT) / 2	11	215,7	10
<i>Pediastrum boryanum</i>	Ci	40	8796,4	10
<i>P. boryanum</i> var. <i>longicorne</i>	Ci	33,2	6859,8	10
<i>P. duplex</i>	Ci	51,2	14487,2	10
<i>P. tetras</i>	Ci	21,2	2471	10
<i>Quadracoccus ellipticus</i>	El	6,25	41,2	15
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	2 CoR	14,5	64,2	30
<i>S. acuminatus</i> var. <i>recta</i>	2 CoR	20,5	91,7	15
<i>S. bourtelii</i>	2 CoR	28	243,8	15
<i>S. dimorphus</i>	2 CoR	16,5	357,6	15
<i>S. ecomis</i> *	(El + Ci) / 2	14,5	188	15
<i>S. gutwinski</i>	(El + 2 CoT) / 2	7,74	27,5	15
<i>S. intermedius</i> var. <i>indicus</i>	2 CoT	6,75	24,6	15
<i>S. longispina</i>	Ci	11	121,5	15
<i>S. obliquus</i> var. <i>dimorphus</i>	2 CoR	32	311,4	15
<i>S. opoliensis</i> *	2CoT+((2CoT+2CoR)/2)	11,65	367,4	15
<i>S. opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	2CoT+((2CoT+2CoR)/2)	12,75	564,1	15
<i>S. sempervivens</i>	Ci	7,5	62,1	10
<i>S. westii</i>	El	15	182,3	5
<i>Schroederia setigera</i> *	2 CoT+ 2CoR	19,4	538,2	10
<i>Scleroderma malmecana</i>	Es	10	523,6	10
<i>Tetrastrum peteffii</i>	CoT	3	16,5	5
<i>T. staurogeniaeforme</i>	CoT	4	47,3	10
<i>Elakatothrix genevensis</i>	2 CoR	22,5	65,2	5
<i>Planctonema lauterborni</i> *	Ci	12	150,8	10
<i>Closterium gracile</i> *	2 CoT	120	3703,1	5
<i>Staurastrum polytrichum</i> *	Pr	30	8415	10
<i>S. tetraecium</i> var. <i>validum</i> *	4 CoR + Crec	30	7785	10



Cuadro 2

Análisis comparativo del biovolumen celular de algunos taxa fitoplanctónicos, según diferentes autores. (1) este trabajo (2,3,4) Bellinger, 1974. (5) Lewis, 1976. (6) Margalef, 1983. (7) Reynolds, 1983. (8) Drydeny Vincent, 1983. (9) Echemique *et al.*, 1988. (10) García de Emiliani, 1993. (11) Zucchino *et al.*, 1997.

TAXA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Microcystis pulverea</i> (Wood) Forti	3,3										1
<i>Lynbya limnetica</i> Lemm.	6,0				24						
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	1436,7	13500	3000	10240							
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh. var. <i>substile</i> Wolosz.	22,4							28			
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.	73,2	205	93,7								85
<i>Crucigenia rectangularis</i> (Näg.) Kom.	231,3					50-145					
<i>Dicopsphaerium pulchellum</i> Wood	157,8				50		22				33
<i>Eutetramorus foetii</i> (Hindák) Kom.	223,5										91
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. West) Schindler	1180,2							145			
<i>Lagerheimia quadriseta</i> (Lemm.) G.M. Smith	505,9										
<i>Microactinium pusillum</i> Fres.	89,2	180						112			268
<i>Oocystis parva</i> Wy G.S. West	62							138	258-265		37
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.	8796,4	16000					16000				
<i>P. duplex</i> Meyen	14487,2										484
<i>Quadricoccus ellipticus</i> Hortob.	41,2										16
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.	538,2	660	500		35						
<i>Scenedesmus ecorris</i> (Ehr) Chod.	188				120						
<i>S. quadricauda-westii</i> (G. M. Smith) Chod.	182,3	1000								140-1000	334
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schröd.) Lemm.	47,3	147									



por otros autores para un mismo taxón, debidas tal vez, a diferencias en las condiciones ambientales particulares (variabilidad intraespecifica) y/o a las diferentes unidades de estudio consideradas (unicelular o multicelular).

Como consecuencia de lo observado, consideramos necesario emplear estimaciones propias del biovolumen cuando se desea estimar la biomasa de los taxa del fitoplancton, realizar las mediciones a partir de un mismo nivel de complejidad (unicelular) y no emplear los datos obtenidos por otros autores, ya que de este modo, se estarían incorporando errores significativos, tal como lo indica Margalef (1983).

En ese mismo sentido, consideramos importante que en los estudios de dinámica fitoplanctónica y tal como ya lo indicaran otros autores (Butterwick *et al.* 1982, Echenique *et al.* 1988) no sólo sea utilizada la densidad celular, sino también el biovolumen celular. De este modo, será más exacta la interpretación de la dinámica de la taxocenosis y su comparación, entre diferentes ambientes.

AGRADECIMIENTOS

A la Lic. M. Sosa Schmidt por su colaboración en la obtención de medidas para la estimación del biovolumen, a la Srta. N. Malacalza por el entintado de los dibujos, al Dr. S.A. Guarrera y al Lic. J.M. Guerrero, por sus permanentes sugerencias y comentarios sobre este trabajo. Trabajo financiado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

REFERENCIAS

- Bellinger, E. G. 1974.- A note on the use of algal sizes in estimates of population standing crops. *Br. phycol. J.* 9(2): 157-161.
- Butterwick, C., S. Y. Heaney & J. F. Talling. 1982. A comparison of eight methods for estimating the biomass and growth of planktonic algae. *Br. phycol. J.* 17: 69-79.
- Dryden, S. J. & W. F. Vincent. 1986. Phytoplankton species of Lake Okaro, Central North Island. *N.Z.J. Mar. Freshwater Res.* 20: 191-198.
- Echenique, R. O., S. A. Guarrera, G. M. Alvarez & J. M. Guerrero. 1988. Estudio comparativo de tres métodos para la estimación de la biomasa fitoplanctónica en los lago-embalses E. Ramos Mexía y Arroyito (R. Argentina). *Rev. Brasil. Biol.*, 48(3): 517-522.
- Echenique, R. O. & P. M. Arenas. 1984. Fitoplancton de la laguna Vitel, Argentina. *Gayana Bot.* 51, (2): 89-104.
- García de Emiliani, M. O. 1993. Saesonal succession of phytoplankton in a lake of the Paraná River floodplain, Argentina. *Hydrobiologia* 264: 101-114.
- Lewis, Jr. W. M. 1976. Surface/Volume Ratio: Implications for Phytoplankton Morphology. *Science* 192: 885-887.
- Lund, J. W. G., C. Kipling & E. D. Le Cren. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia* 2: 143-170.
- Margalef, R. 1983. *Limnología. Ed. Omega.*: 1010p.
- Mariuzzi, A., V. Conzonno, R. Echenique & H. Labollita. 1991. Physical and chemical characters, phytoplankton and primary production of Ezequiel Ramos Mexía Reservoir (Argentina). *Hydrobiologia* 209: 107-116.
- Mullin, M. M., P. R. Sloan & R. W. Eppley. 1966. Relationship between carbon content, cell volume and area in phytoplankton. *Limnol. Oceanogr* 11: 307-311.
- Nakanishi, M., A. A. Mariuzzi, V. H. Conzonno, E. Claverie, M. A. Di Siervi & M. C. Romero. 1985. Primary Production Studies on a Reservoir Embalse del Río Tercero, Argentina. *Mem. Fac. Sc., Kyoto Univ., Ser. Biol.* 10: 49-62.
- Reynolds, C. S. 1983. The ecology of freshwater phytoplankton. *Cambridge University Press*: 334 pp.
- Senichkin, L. G. 1979. A procedure for calculating the volumes of algal cells in plankton. *Hybja* 14 (5): 87-90.
- Zucchini, B.; S. Torrusio & J.M. Guerrero. 1997. Estimación del biovolumen de algas planctónicas del embalse Paso de las Piedras. *Jor. com. cient. - Fac. Cs Nat. y Museo - (UNLP)*: 173.

Recibido/Received: 27 noviembre 2000

Aceptado/Accepted: 16 mayo 2002