

FITOPLANCTON DE LOS PRINCIPALES CAUCES Y TRIBUTARIOS  
DEL VALLE ALUVIAL DEL RIO PARANA: TRAMO  
GOYA-DIAMANTE, II(\*)

María O. García de Emiliani (\*\*\*) y Mónica I. Anselmi de Manavella (\*\*\*)

Instituto Nacional de Limnología  
J. Maciá 1933  
3016 Santo Tomé (S. Fe)  
Argentina

RESUMEN

Se analizó la biomasa, diversidad específica y su componente de equitatividad (sobre la base de la biomasa) del fitoplancton del cauce principal del Paraná y de los más importantes cauces secundarios y tributarios. Se estudiaron 25 muestras extraídas entre Goya y Diamante durante un período de aguas medias (diciembre/1981, nivel hidrométrico en Diamante= 2,3 – 3,2 m).

Se detectó un elevado número de especies de algas (86) de pequeño volumen ( $< 2.000 \mu\text{m}^3$ ) y pocas (25) de volumen comparativamente grande (2.000 – 13.500  $\mu\text{m}^3$ ).

La biomasa del fitoplancton fue relativamente baja (0,67 – 5,26 mg/l), similar a la de los ríos Volga y Nilo Blanco, y estuvo significativamente correlacionada con la numerosidad ( $r = 0,77$ ;  $p < 0,001$ ). Los cauces secundarios presentaron la mayor biomasa promedio (1,95 mg/l) y el cauce principal, la menor ( $x = 0,81$  mg/l). En ambos tipos de cauces dominaron las Bacillariophyceae (principalmente *Melosira granulata* y *Cyclotella striata*), en tanto que los tributarios fueron cualitativamente más heterogéneos (dominancia de Eucchlorophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae o Cyanophyceae).

La diversidad específica por unidad de biomasa fue, en promedio, menor en el cauce principal y en los secundarios (2,4 y 2,6 bits/ u.b., respectivamente) que en los tributarios (3,2 bits/u.b.). El componente de equitatividad presentó escasa variación y no permitió caracterizar grupos de ambientes.

---

(\*) Presentado en la Reunión de Comunicaciones de la Asoc. Cienc. Nat. Litoral, Rosario, 8/V/ 1982. La primera parte fue publicada en Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, 12: 112-125 (1981).

(\*\*) Miembro de la Carrera del Investigador del CONICET.

(\*\*\*) Becaria del CONICET.

Los valores de biomasa promedio por célula o unidad algal (rango = 0,5 – 2,2 mg/10<sup>6</sup> cél.;  $\bar{x}$  = 1,2 mg/10<sup>6</sup> cél.) fueron similares a los obtenidos en otros ambientes de características limnológicas diferentes.

El análisis de similitud sobre la base de la biomasa del fitoplancton permitió separar, en general, los 3 grupos de ambientes de la clasificación geomorfológica: cauce principal, secundarios y tributarios.

## ABSTRACT

### **Phytoplankton in the main water courses and tributaries of the alluvial valley of the Middle Paraná river: Stretch between Goya and Diamante, II.**

Biomass, specific diversity and equitability component (on the basis of biomass) of phytoplankton of the main and secondary water courses and tributaries of the Paraná river, were analyzed. Twenty-five samples taken between Goya and Diamante during a period of average flood level (December/1981, the hydrometric level at Diamante being 2.3 – 3.2 m) were studied.

Eighty six species of algae of small volume ( $< 2,000 \mu\text{m}^3$ ), and a few (25) of a comparatively large volume (2,000 – 13,500  $\mu\text{m}^3$ ) were detected.

Phytoplankton biomass was relatively low (0.57 – 5.25 mg/l), comparable that of the Volga and White Nile. Biomass was significantly correlated with algal abundance ( $r = 0.77$ ;  $p < 0.001$ ). The secondary water bodies showed the greatest average biomass (1.95 mg/l), and the main stream showed the lowest ( $\bar{x} = 0.81$  mg/l). Bacillariophyceae (principally *Melosira granulata* and *Cyclotella striata*), prevailed in both, even though tributaries were more heterogeneous (dominance of Euchlorophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae or Cyanophyceae).

The specific diversity per biomass unit was on average lower in the main course and the secondary ones (2.4 y 2.6 bits/b.u., respectively) than in the tributaries (3.2 bits/b.u.). The equitability component showed little variation.

The average value of biomass per cell (range = 0.5 – 2.2 mg/10<sup>6</sup> cell) were similar to those obtained from other environments with different limnologic characteristics.

The analysis of similarity permitted the separation of three types of environments of geomorphological classification: main course, secondary courses and tributaries.

## INTRODUCCION

La estimación de las concentraciones de cada especie de alga constituye un dato cuantitativo importante. No obstante, debido a la diversidad de estructuras del fitoplancton dulceacuático, a la variabilidad en las dimensiones de cada especie y a la falta de uniformidad de criterio en las esti-

maciones numéricas (se consideran como unidad: células, cenobios, colonias, filamentos o porciones de estos dos últimos), consideramos que la evaluación de la biomasa proporciona una información de mayor valor comparativo.

La biomasa, sobre la base del volumen celular, deberá ser estimada con criterio similar por parte de los investigadores para que subsista como dato confiable. Su importancia y la de los parámetros derivados de tal determinación (diversidad específica y equitatividad), aumentará, seguramente, si se efectúan evaluaciones simultáneas del número, concentración de pigmentos y productividad primaria.

Como antecedentes en la Argentina sólo se conoce una prospección sobre la biomasa algal de 20 lagunas del valle aluvial del Paraná y el análisis de la variación anual en una laguna dependiente del sistema <sup>6</sup>.

El objetivo general del trabajo es el estudio limnológico de los ambientes mencionados bajo distintas condiciones hidrológicas.

El objetivo específico de esta contribución fue el conocimiento de la biomasa, diversidad específica y equitatividad (sobre la base de la biomasa) del fitoplancton y la comparación de dichos parámetros con las respectivas determinaciones numéricas <sup>8</sup>. Los datos de biomasa se utilizaron además, para discriminar grupos de muestras de características similares que se compararon con los correspondientes a la clasificación geomorfológica.

## MATERIAL Y METODOS

Analizamos 25 muestras provenientes del cauce principal y de los más importantes cauces secundarios y tributarios (fig. 1), recolectadas durante un período de aguas medias del ciclo hidrológico del río Paraná (diciembre/1981). El nivel hidrométrico en Diamante varió entre 2,3 y 3,2 m, siendo el rango para ese año = 1,9 – 5,2 m; en Goya fluctuó entre 3 y 4,6 m, siendo el rango = 2,5 – 5,6 m.

Las principales características ambientales y las determinaciones cualitativas y cuantitativas del fitoplancton, ya fueron publicadas<sup>8</sup>.

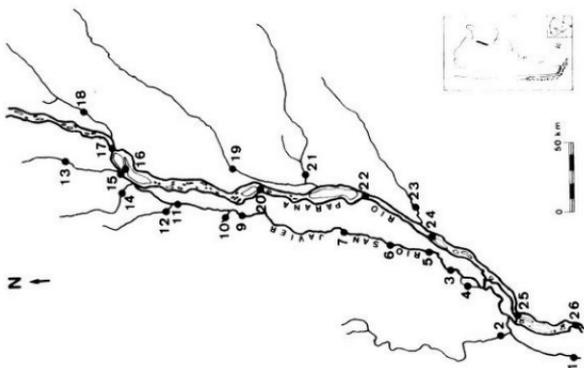
Estimamos la biomasa de las distintas entidades taxonómicas aplicando la fórmula de volumen de una forma geométrica adecuada a 10 ejemplares de diferentes dimensiones; luego calculamos el volumen promedio. Estos cálculos se simplificaron mediante el uso de las tablas de volumen de Senichkin<sup>26</sup>.

Calculamos la biomasa de los grupos componentes y la total del fitoplancton multiplicando el volumen promedio de cada unidad algal por su concentración en cada una de las muestras. Los resultados se expresan en unidades de peso (peso fresco), considerando el peso específico igual a uno, debido a que ésta es la forma de expresión más común en la literatura.

Para calcular la diversidad específica utilizamos la fórmula de Shannon y Weaver<sup>27</sup>, modificada por Dickman<sup>3</sup> y Wilhm<sup>33</sup>. Para este cálculo y el de su componente de equitatividad (Lloyd y Ghelardi) usamos los valores de biomasa de cada muestra.

Para comprobar si las medias eran estadísticamente distintas se utilizó la *t* de Student.

Calculamos la biomasa promedio por unidad algal para el fitoplancton total y cada



**Cauces secundarios**

1. Río Coronda (Coronda)
3. Río San Javier (Santa Rosa)
4. Río Santa Rosa (Santa Rosa)
5. Río San Javier (Heivécia)
6. Río San Javier (Saladero Cabal)
7. Río San Javier (San Javier)
9. Río San Javier (Alejandra)
11. Río San Javier (Romang)
15. Río San Javier (Reconquista)
16. Río San Jerónimo (Reconquista)

**Tributarios de la margen derecha**

2. Río Salado (Santo Tomé)
10. Arroyo del Ombú (al N. de Alejandra)
12. Arroyo Mal Abrigo (al N. de Romang)
13. Río Los Amores (Las Garzas)
14. Arroyo del Rey (Reconquista)

**Tributarios de la margen izquierda**

18. Río Santa Lucía (Paso Rubio)
19. Río Corriente (Paso Santa Rosa)
21. Río Guayquiraró (Paso Telégrafo)
23. Río Feliciano (Paso Quebracho)

**Cauce principal**

17. Río Paraná (Goya)
20. Río Paraná (Esquina)
22. Río Paraná (La Paz)
24. Río Paraná (Hernandarias)
25. Río Paraná (Paraná)
26. Río Paraná (Diamante)

una de las Clases más importantes.

Determinamos el coeficiente de similitud de Steinhaus<sup>16</sup> sobre la base de la biomasa de las distintas especies. Procesamos los datos por el método de los grupos pares no ponderados, usando promedios aritméticos (UPGMA, de Sneath y Sokal<sup>28</sup>) y los representamos en un dendrograma.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Biomasa de las unidades algales.

En el cuadro 1 proporcionamos los volúmenes de cada una de las unidades algales. En la mayor parte de los casos corresponden a los de 1 célula, en otros a cenobios, porciones de colonias o filamentos.

Comparando nuestras estimaciones con las de otros autores<sup>10,32</sup>, notamos que las principales diferencias se presentan en las algas filamentosas, debido a que se consideran como unidades, células o distintas longitudes de filamento (por ej. *Anabaenopsis arnoldii*, *Melosira granulata* y *M. g. var. angustissima*). También en las coloniales, debido al variable número de células (por ej. *Microcystis aeruginosa* y *Pandorina morum*). Nesterova<sup>19</sup> atribuye las diferencias entre distintas determinaciones a variaciones en las dimensiones de las algas, a que los cálculos fueron hechos asemejando las formas a figuras geométricas diferentes y/o a que no se tuvieron en cuenta el volumen de las protuberancias o el mucílago. Oksiyuk y Yurchenko<sup>20</sup> observaron diferentes desarrollos del mucílago en algunas especies de diatomeas bajo distintas condiciones ambientales.

Los valores del cuadro 1 nos permiten concluir que el fitoplancton está constituido por un elevado número (86) de especies pequeñas (menos de 2000  $\mu\text{m}^3$ ) y pocas (25) de volumen comparativamente grande (2000–13500  $\mu\text{m}^3$ ).

### 2. Variación de la biomasa total y de los grupos componentes.

En las figuras 2–4 representamos la biomasa total del fitoplancton y la de cada uno de los grupos (Clases) componentes en las distintas muestras. En el cuadro 2 indicamos los valores promedios ( $\bar{x}$ ) y los coeficientes de variación (CV) de la biomasa total y de las Clases en la totalidad de las muestras y en cada tipo de ambiente. De la misma forma, presentamos los porcentajes de participación de cada grupo (cuadro 3).

La biomasa total del fitoplancton varió en un rango estrecho (0,67 – 5,26 mg/l) y estuvo significativamente correlacionada con la concentración de células ( $r = 0,77$ ;  $p < 0,001$ ).

Los resultados de una revisión de la literatura mundial (cuadro 4) muestran un amplio rango de variación de este parámetro (0,001 – 1500 mg/l). Limitándonos a los escasos registros en río (identificados específicamente), notamos que nuestros datos de biomasa son similares a los de los ríos Volga y Nilo Blanco<sup>13,22,31</sup>.

## Cuadro 1:

Volumen de cada unidad algal (generalmente una célula), expresada en  $\mu\text{m}^3$ .

CYANOPHYCEAE		XANTHOPHYCEAE	
<u>Merismopedia tenuissima</u> (10 c)	800	<u>Goniocloris mutica</u>	200
<u>Microcystis aeruginosa</u> (20 c)	283	<u>Ophiocytium capitatum</u>	491
<u>Gomphosphaeria</u> sp. (30 c)	126	CHRYSOPHYCEAE	
<u>Oscillatoria</u> sp.1 (100 $\mu\text{m}$ l)	1521	<u>Mallomonas</u> sp.	524
<u>O.</u> sp.2 (100 $\mu\text{m}$ l)	908	<u>Synura echinulata</u>	905
<u>Raphidiopsis mediterranea</u> (100 $\mu\text{m}$ l)	181	CRYPTOPHYCEAE	
<u>Anabaena spiroides</u> (100 $\mu\text{m}$ l)	565	<u>Chroomonas minuta</u>	47
<u>A.</u> sp.1 (30 $\mu\text{m}$ l.)	1508	<u>Cryptomonas erosa</u>	208
<u>A. recta</u> (30 $\mu\text{m}$ l.)	377	<u>C. marsonii</u>	1152
<u>Anabaenopsis arnoldii</u> (100 $\mu\text{m}$ l)	2895	<u>C. curvata</u>	2483
<u>A. circularis</u> (140 $\mu\text{m}$ l)	8906	<u>Nephrocytium agardhianum</u> (4 c)	503
<u>A. raciborskii</u> (100 $\mu\text{m}$ l)	636	<u>Monoraphidium setiforme</u>	314
EUCHLOROPHYCEAE		<u>M. irregulare</u>	157
<u>Clamydomonas</u> sp.1	524	<u>M. minutum</u>	188
<u>C.</u> sp.2	180	<u>Kirchneriella</u> sp.	151
<u>C.</u> sp.3	65	<u>Ankistrodesmus falcatus</u> (4 c)	318
<u>C.</u> sp.4	382	<u>Closteriopsis</u> sp.	636
<u>Zoosporos</u>	15	<u>Pediastrum duplex</u> (8 c)	2304
<u>Pandorina morum</u> (16 c)	4289	<u>Treubaria triappendiculata</u>	784
<u>Eudorina elegans</u> (16 c)	1047	<u>Chlorococcal</u> n.i.	113
<u>Pteromonas</u> sp.	65	ULOTHRICOPHYCEAE	
<u>Crucigenia tetrapedia</u> (4 c)	122	<u>Planctonema lauterbornii</u>	283
<u>C. fenestrata</u> (4 c)	243	ZYGOPHYCEAE	
<u>C. quadrata</u> (4 c)	48	<u>Mougeotia</u> sp. (50 $\mu\text{m}$ l)	628
<u>C. rectangularis</u> (4 c)	144	<u>Closterium gracile</u>	495
<u>Oocystis</u> sp.1	268	<u>Staurodesmus</u> sp.	13500
<u>Oocystis</u> sp.2	905	<u>Staurastrum</u> sp.	8000
<u>Scenedesmus quadricauda</u> (4 c)	1357	<u>Euastrum gayanum</u>	700
<u>S. intermedius</u> var. <u>bicaudatus</u> (4 c)	302	BACILLARIOPHYCEAE	
<u>S. i.</u> var. <u>acaudatus</u> (4 c)	302	<u>Cyclotella meneghiniana</u>	2199
<u>S. ecornis</u> (4 c)	201	<u>C. striata</u> 1	1005
<u>S. acuminatus</u> (4 c)	754	<u>C. striata</u> 2	5655
<u>S. brevispina</u> (4 c)	603	<u>Chaetoceros muelleri</u>	100
<u>Golenkinia</u> sp.	113	<u>Rhizosolenia</u> sp.	880
<u>Dictyosphaerium ehrenberghianum</u> (16 c)	1810	<u>Melosira distans</u>	352
<u>Coplastrum sphaericum</u> (16 c)	1810	<u>M. granulata</u>	4618
<u>Coronastrum aestivale</u> (16 c)	536	<u>M. g.</u> var. <u>angustissima</u>	393
<u>Gloeoaetinium limneticum</u> (16 c)	251	<u>M. g.</u> var. <u>jenensis</u>	1005
<u>Elakatohris gelatinosa</u> (2 c)	503	<u>M. g.</u> var. <u>valida</u> fa. <u>curvata</u>	565
<u>Schroederia setigera</u>	251	<u>M. herzogii</u>	770
<u>Tetraedron minimum</u>	162	<u>Diatomeas pennadas</u> n.i.	226
<u>Tetrastrum staurongeniaeforme</u> (4 c)	800	<u>Fragilaria construens</u>	456
<u>Actinastrum hantzschii</u> (8 c)	735	<u>Navicula</u> sp.1	500
<u>G. macrum</u>	1020	<u>Navicula</u> sp.2	1536
<u>G. sp.</u>	2992		
<u>Gomphonema</u> sp.	500		
<u>Cynatopleura solea</u>	3220		
<u>Amphora</u> sp.	2000		
<u>Caloneis</u> sp.	630		

n.i.: no identificadas

c.: células

l.: longitud

**Cuadro 1 (continuación)**

<i>Synedra</i> sp.1	288	<i>E.</i> sp.2	4712
<i>S.</i> sp.2	240	<i>E.</i> sp.3	4750
<i>S.</i> sp.3	640	<i>E.</i> sp.4	2714
<i>S.</i> sp.4	1440	<i>E.</i> sp.5	2000
<i>Nitzschia</i> sp.	270	<i>Phacus pyrum</i>	1728
<i>N. navicularis</i>	1666	<i>P. agilis</i>	654
<i>Gyrosigma</i> cf. <i>acuminatum</i>	5600	<i>P. acuminatus</i>	1571
		<i>P. longicauda</i>	12730
DINOPHYCEAE		<i>Lepocinclis ovum</i>	3054
<i>Peridinium</i> sp.1	3054	<i>Strombomonas fluviatilis</i>	2243
<i>Peridinium</i> sp.2	905	<i>S. ovalis</i>	4189
		<i>S. verrucosa</i> var. <i>zmiewika</i>	13200
EUGLENOPHYCEAE		<i>Trachelomonas atomaria</i>	3054
<i>Euglena</i> sp.1	678	<i>T. bernardii</i>	1437

Observamos la presencia de Bacillariophyceae en todas las muestras con valores que oscilaron entre 0,07 y 5,2 mg/l. Esta Clase es la que más contribuyó a la biomasa promedio del fitoplancton ( $\bar{x} = 66,5$  ‰, cuadro 3). Los otros grupos de algas tuvieron una biomasa generalmente menor (figuras 2–4). Euchlorophyceae: 0,004–0,78 mg/l; Cyanophyceae: 0–1,06 mg/l; Cryptophyceae: 0–0,25 mg/l; Euglenophyceae: 0–1,87 mg/l y Dinophyceae: 0–0,33 mg/l. Las restantes Clases de algas estuvieron escasamente representadas en unas pocas muestras por lo que sus valores no se mencionan.

La dominancia en la biomasa de diatomeas (Bacillariophyceae), por lo menos en algún período del año, ha sido señalada para la mayor parte de los ríos del mundo, por ej.: Nilo Blanco, Nilo Azul y Volga<sup>13,22,30,31</sup>.

Los trabajos sobre fitoplancton de ambientes lóticos del Paraná medio, coinciden en señalar la marcada dominancia numérica de diatomeas<sup>9,24,25</sup>. La correlación de la abundancia numérica de diatomeas y su biomasa en los ambientes que analizamos en este trabajo fue altamente significativa ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,001$ ). En consecuencia, probablemente en los ambientes antes mencionados también dominó la biomasa de esta Clase.

La diversidad específica (fig. 4) varió entre 1,22 y 3,68 bits/unidad de biomasa (bits/u.b.), siendo  $\bar{x} = 2,78$  bits/u.b. y CV = 23 ‰.

Como único dato comparativo citamos los valores dados por Ilitis<sup>10,11</sup> para el lago Chad, en el que la diversidad específica sobre la base de la biomasa varió entre 0,38 y 4,18 bits/u.b.. La diversidad específica así estimada se correlacionó significativamente con la calculada sobre la base de la abundancia numérica ( $r = 0,74$ ;  $p < 0,001$ ). Leighton<sup>17</sup> obtuvo una correlación similar ( $r = 0,756$ ) entre ambas variables a partir de 20 datos obtenidos en un embalse de España.

El componente de equitatividad (fig. 4) osciló entre 0,3 y 0,7 ( $\bar{x} = 0,48$  y CV = 21,5 ‰). Como dato comparativo sólo encontramos los valores dados por Ilitis<sup>10,11</sup> para el lago Chad, cuyo rango fue algo más amplio (0,16 –

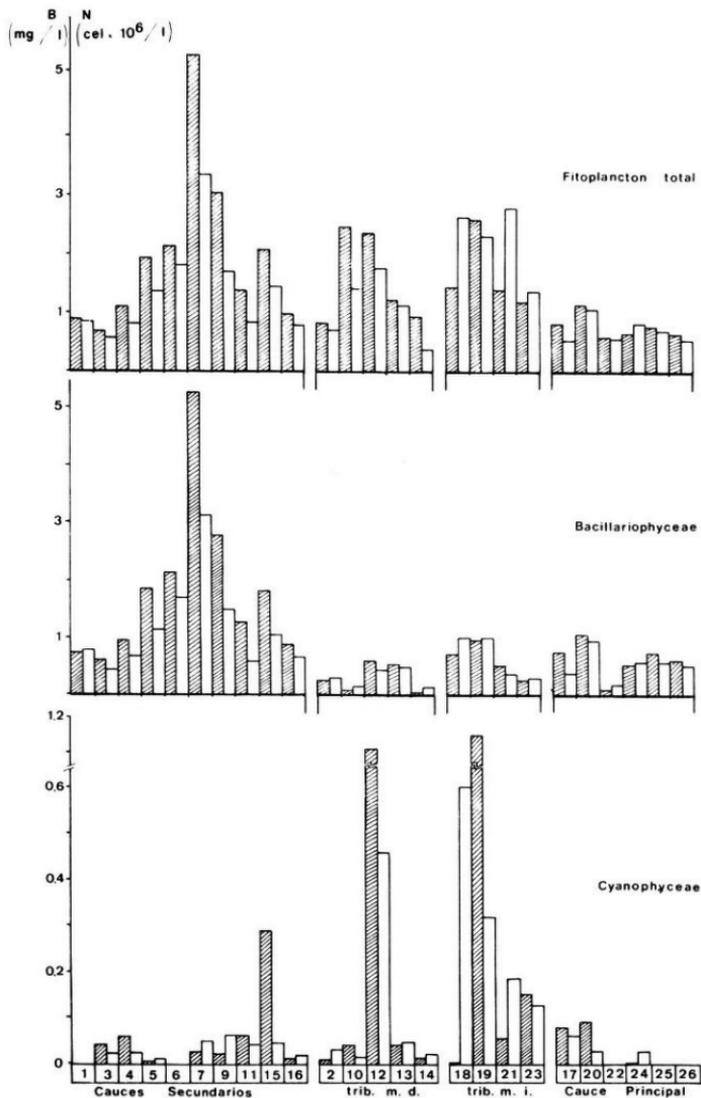


Fig. 2. Variación de la biomasa (B, barras rayadas) y del número de células (N, barras blancas) del fitoplancton total, Bacillariophyceae y Cyanophyceae.

Abreviaturas: trib. = tributarios, m. = margen, d. = derecha; i. = izquierda

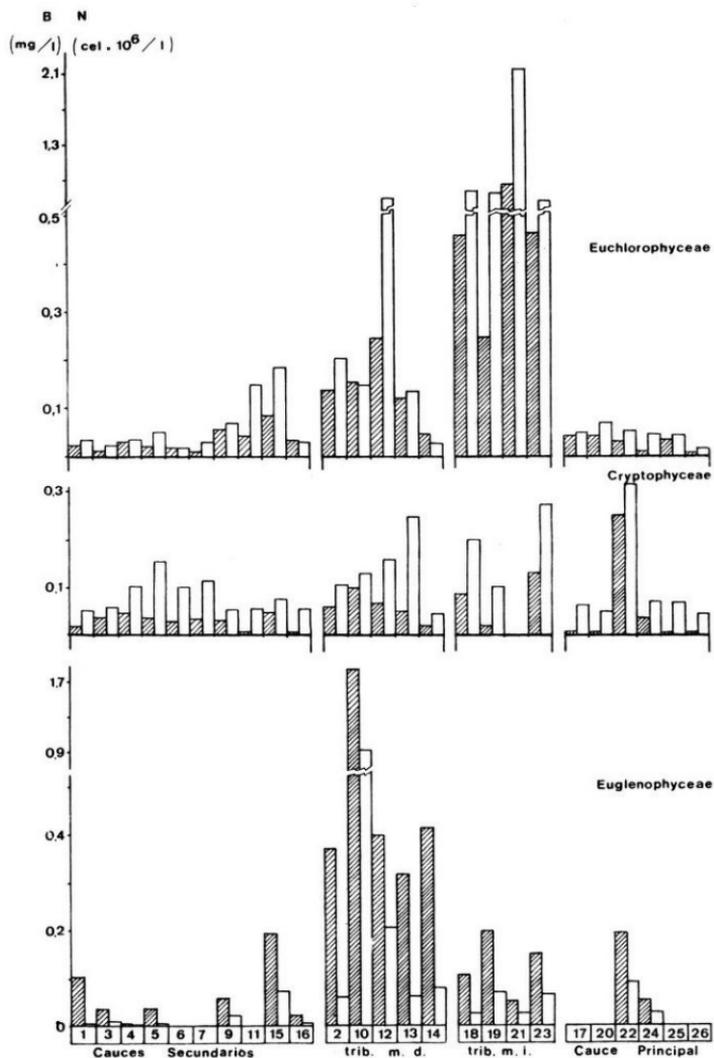


Fig. 3. Variación de la biomasa (B, barras rayadas) y del número de células (N, barras blancas) de las Euchlorophyceae, Cryptophyceae y Euglenophyceae. Abreviaturas: idem fig. 2.

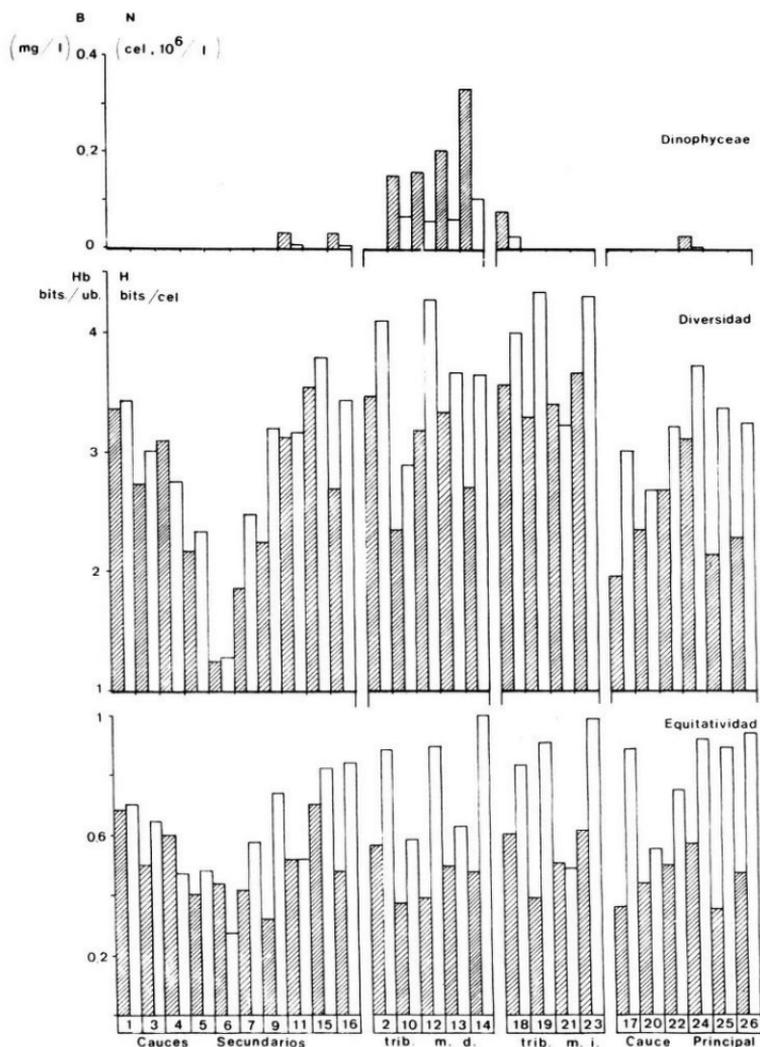


Fig. 4. Variación de la biomasa (B, barras rayadas) y del número de células (N, barras blancas) de las Dinophyceae, del índice de diversidad específica por unidad de biomasa (Hb, barras rayadas) y por unidad numérica (H, barras blancas) y de la equitatividad a partir de la biomasa (barras rayadas) y del número (barras blancas).

Cuadro 2:

Valores promedios ( $\bar{x}$ , en mg/l) y coeficiente de variación (CV, en o/o) de la biomasa total y de los principales grupos componentes en la totalidad de las muestras y en los distintos tipos de ambientes. Las diferencias significativas al 5% se indican con la misma letra a continuación del valor promedio.

	Biomasa total		Bacillar.		Euchlor.		Cyanoph.		Crypto.		Eugleno.		Dinoph.	
	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV
Todas las muestras	1,55	67	1,03	105	0,12	151	0,12	225	0,04	124	0,18	205	0,04	207
Cauces secundarios	1,95x	70	1,74x	86	0,04x	80	0,06	171	0,03	51	0,06	133	0,01x	212
Trib. m. derecha	1,56	50	0,33x	68	0,10xy	49	0,14x	59	0,06	53	0,66	98	0,20xyz	70
Trib. m. izquierda	1,66	39	0,60	50	0,57xy	45	0,23 y	155	0,07	105	0,13	41	0,02 y	200
Cauce principal	0,81x	24	0,61	49	0,02 y	54	0,02xy	54	0,06	190	0,05	184	0,02 z	245

Cuadro 3:

Valores promedio de los porcentajes de participación de los principales grupos de algas ( $\bar{x}$  en o/o) y sus correspondientes coeficientes de variación (CV, en o/o) en la totalidad de las muestras y en los distintos tipos de ambientes.

	Bacillar.		Euchlor.		Cyanoph.		Crypto.		Eugleno.		Dinoph.	
	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV	$\bar{x}$	CV
Todas las muestras	66,5	51	0,0	152	7,7	179	2,8	184	11,4	150	2,6	238
Cauces secundarios	90,0	6	1,9	64	3,0	128	1,5	95	3,0	122	0,5	169
Trib. m. derecha	21,5	70	10,0	42	9,0	181	4,0	47	42,0	54	13,0	108
Trib. m. izquierda	36,0	30	34,5	58	14,0	138	4,5	118	8,0	42	1,2	200
Cauce principal	75,5	39	3,0	46	3,0	149	7,5	193	6,2	186	0,7	245

Referencias: Bacillar.: Bacillariophyceae    Cyanoph.: Cyanophyceae    Eugleno.: Euglenophyceae  
 Euchlor.: Eucalorophyceae    Crypto.: Cryptophyceae    Dinoph.: Dinophyceae

0,97). Se correlacionó significativamente con la equitatividad calculada sobre la concentración de algas ( $r = 0,59$ ;  $p < 0,001$ ).

#### Cauces secundarios

Los cauces secundarios presentaron el mayor rango de variación (0,69 – 5,27 mg/l; fig. 2) y los mayores valores en la biomasa promedio y en el coeficiente de variación (cuadro 2). El valor promedio de la biomasa sólo se diferenció significativamente del correspondiente al cauce principal.

La biomasa de las Bacillariophyceae representó entre el 84 y el 98,8 % del total ( $\bar{x} = 90\%$  y  $CV = 6\%$ , cuadro 3), indicando que estos ambientes presentaron una gran homogeneidad en cuanto a los porcentajes de participación de esta Clase.

Las especies principalmente responsables fueron *Cyclotella striata* y *Melosira granulata*. La primera contribuyó con un 70% (río San Jerónimo) a un 950% (río San Javier, Saladero Cabal). La segunda, generalmente subdominante, representó entre el 1,40% (río San Javier, San Javier) y el 740% (río San Jerónimo). Las restantes Clases tuvieron escasa representación en las muestras.

La diversidad específica varió entre 1,22 y 3,52 bits/u.b. (fig. 4) siendo  $\bar{x} = 2,6$  bits/u.b. y  $CV = 28\%$ . La diversidad específica promedio fue significativamente distinta a la estimada en el cauce principal.

El componente de equitatividad se mantuvo en el rango 0,3–0,7 (fig. 4), con un promedio de 0,5 y  $CV = 25\%$ . El valor promedio fue estadísticamente igual al de los restantes tipos de ambientes.

#### Tributarios de la margen derecha.

La biomasa fue cuantitativamente más homogénea que en los anteriores (rango = 0,86 – 2,45 mg/l) y en promedio, estadísticamente igual a los restantes ambientes (fig. 2 y cuadro 2).

Desde el punto de vista cualitativo resultó, en cambio, más variables que los anteriores, con participación relativamente más importante de Euglenophyceae, Dinophyceae, Euchlorophyceae y Cyanophyceae.

Este grupo de ambientes de elevada conductividad se diferenció principalmente por la notable participación, en promedio, de Euglenophyceae y Dinophyceae (figs. 3 y 4). Las Euglenophyceae fueron dominantes en el río Salado (43,5 %); y en los arroyos del ombú (76,5 %) y del Rey (46,5 %) las Bacillariophyceae en el río Los Amores (40 %) y las Cyanophyceae en el Mal Abrigo (40 %).

Las especies responsables de las dominancias de las Clases en los distintos ambientes fueron: *Strombonas verrucosa* var. *zmiewika*, *S. fluviatilis* y *Trachelomonas atomaria* (36% del total en el río Salado y 46% en el A° del Rey); 4 especies del género *Euglena* (76% en A° del Ombú); *Cyclotella striata* (39% en el río Los Amores) y *Anabaenopsis arnoldii* (39% en el A° Mal Abrigo). La diversidad específica, que varió entre 2,37 y 3,47 bits/u.b. ( $\bar{x}$  = 3,02 bits/u.b. y CV = 15%), presentó un valor promedio solamente significativamente distinto al del cauce principal. El componente de equitatividad tuvo valores similares (rango = 0,37–0,57;  $\bar{x}$  = 0,46 y CV = 18%), con una media estadísticamente igual a la de los restantes ambientes.

#### Tributarios de la margen izquierda

Presentaron valores similares de biomasa total (1,18 – 2,61 mg/l, fig. 2), siendo el valor promedio estadísticamente igual al de los restantes grupos de ambientes.

La diferencia fundamental radica en la mayor participación de Euclorophyceae y Cyanophyceae (figs. 2 y 3).

Las Bacillariophyceae resultaron dominantes en el río Santa Lucía (49% del total) y subdominantes en el río Corriente (38%). Las Euclorophyceae fueron dominantes en los ríos Guayquiraró y Feliciano (58 y 39%, respectivamente). Las Cyanophyceae dominaron en el río Corriente (40%).

Las especies dominantes fueron *Cyclotella striata* (29,5% en el río Santa Lucía), *Anabaenopsis circularis* (40,5% en el río Corriente), *Chlamydomonas* sp<sub>4</sub> (32,6% en el Guayquiraró) y *Dictyosphaerium ehrenbergianum* (28,6% en el Feliciano).

Presentaron la mayor diversidad específica (rango = 3,31–3,6 bits/u.b.  $\bar{x}$  = 3,5 bits/u.b. y CV = 4,7%), siendo el promedio estadísticamente distinto a los del cauce principal y secundarios. El componente de equitatividad varió en un rango similar al de los ambientes anteriores (rango = 0,39–0,61;  $\bar{x}$  = 0,52; CV = 19%), con un promedio estadísticamente igual al de los restantes grupos de ambientes.

#### Cauce principal.

La biomasa del fitoplancton de las distintas muestras de este cauce varió en un rango menor que el de los otros grupos de ambientes (rango = 0,66 – 1,17 mg/l). La biomasa promedio fue la más baja ( $\bar{x}$  = 0,81 mg/l) y resultó diferente estadísticamente solamente con respecto a la de los cauces secundarios. El coeficiente de variación también fue el de menor valor (CV = 24%, cuadro 2).

La Clase dominante fue Bacillariophyceae (78–94% del total); escepto a la altura de La Paz en que dominaron Cryptophyceae (37,5%).

*Melosira granulata* representó entre el 60 y el 86 % de la biomasa total del fitoplancton; excepto en La Paz donde las especies mejor representadas fueron *Cryptomonas marsonii* (35%) y *Strombomonas fluvialitis* (28,5%).

La diversidad específica fue comparativamente baja (rango = 1,95–3,12 bits/u.b.). El valor promedio de biomasa fue estadísticamente igual al de los cauces secundarios y distinto al de los otros grupos de ambientes. El componente de equitatividad presentó valores muy semejantes a los de los tributarios de la margen derecha (rango = 0,35–0,57); el valor promedio ( $\bar{x} = 0,44$ ) fue estadísticamente igual a lo de los restantes grupos de ambientes.

De lo expuesto se destaca que el cauce principal y los secundarios poseen características más afines: dominancia de Bacillariophyceae (principalmente céntricas) y bajos índices de diversidad. Los tributarios de la margen derecha se diferenciaron fundamentalmente por la mayor participación de Euglenophyceae y Dinophyceae y los de la izquierda por la de Cyanophyceae y Euchlorophyceae. La dominancia numérica de las formas céntricas de Bacillariophyceae en el cauce principal fue señalada por Schiaffino de Marta<sup>25</sup>.

### 3. Biomasa por célula

En el cuadro 5 resumimos el rango de variación de la biomasa total y de las Clases más importantes (expresada en mg/10<sup>6</sup> cél.), junto con los promedios y los coeficientes de variación.

El mayor rango de variación correspondió a las Cyanophyceae, representadas principalmente por algas muy pequeñas en algunas muestras (por ej. *Merismopedia tenuissima*, cuadro 1) y, en otras, por ejemplares de gran biomasa (por ej. *Anabaenopsis circularis*, cuadro 1).

El menor coeficiente de variación correspondió a las Dinophyceae ya que estuvo representada en unas pocas muestras por 1 o 2 especies de *Peridinium*. Los valores más altos se observaron en Euglenophyceae.

El rango de variación de la biomasa promedio por célula fue similar al hallado por Prowse y Talling<sup>22</sup> para el río Nilo Blanco (0,11 – 2 mg/10<sup>6</sup> cél.). También es comparable al registrado por Zhukinskiy, et al.<sup>36</sup> en cuerpos de agua de Rusia (0,1 – 1 mg/10<sup>6</sup> cél.). Los valores calculados por nosotros a partir de los datos de García de Emiliani<sup>6</sup> para la laguna eutrófica del Vilá (España), son algo menores (rango = 0,002 – 1,02 mg/10<sup>6</sup> cél.;  $\bar{x} = 0,15$  mg/10<sup>6</sup> cél.; CV = 149%). Los hallados para la laguna eutrófica poluída del Parque Gral. Belgrano a partir de los registros de García de Emiliani<sup>6</sup> presentan un rango de variación mayor (0,05 – 15,3 mg/10<sup>6</sup> cél.;  $\bar{x} = 2,17$  mg/10<sup>6</sup> cél. y CV = 175%).

La biomasa promedio por célula oscila generalmente entre 0,1 y 2 mg/10<sup>6</sup> cél. Sólo se registran valores bajos (< 0,1) en ambientes con baja diversidad específica y dominancia de algas muy pequeñas. Por el contrario,

Cuadro 4:  
 Datos de biomasa en distintos ambientes de l mundo.

LUGAR	BIOMASA (mg/l)		REFERENCIAS
<b>ARGENTINA</b>			
Ríos del Paraná medio	0,67	— 5,26	Nuestros datos
Laguna del P. Gral. Belgrano	4	— 250	G. de Emiliani <sup>6</sup>
Lagunas del Paraná medio	0,05	— 3	G. de Emiliani <sup>7</sup>
<b>PERU-BOLIVIA</b>			
Lago Titicaca	0,3	— 1,5	Lazzaro <sup>15</sup>
<b>CUBA</b>			
Laguna del Tesoro	0,29		Straskrada, <i>et al</i> <sup>29</sup>
Embalse Chalons	34,3		Straskrada, <i>et al.</i> <sup>29</sup>
<b>ESTADOS UNIDOS</b>			
Lago Washington	3,1	— 12,3	Edmonson <sup>4</sup>
Lagos de alta montaña	1,7	— 32	Larson <sup>14</sup>
Varios Lagos	0,2	— 27,5	Mikheyeva <sup>18</sup>
Lago Castle	0,1	— 1,6	de Amézaga, <i>et al.</i> <sup>1</sup>
Lagos Lewis y Clark	0,53	— 5	Benson y Cowell <sup>2</sup>
<b>CANADA</b>			
Varios Lagos	0,02	— 28	Mikheyeva <sup>18</sup>
Río Ottawa	0,001		Rosemarin <sup>23</sup>
<b>ESPAÑA</b>			
Laguna del Vilá	0,5	— 16,5	G. de Emiliani <sup>5</sup>
Pantanos del Ebro	0,57		Willén <sup>34</sup>
Lago Enol	0,24		Willén <sup>34</sup>
Lago prox. Victoria	0,59		Willén <sup>34</sup>
<b>FRANCIA</b>			
Port-Bielh	1,5		Mikheyeva <sup>18</sup>
<b>SUECIA-NORUEGA</b>			
Diversos ambientes	0,01	— 12,3	Mikheyeva <sup>18</sup>
Lagos de alta montaña	0,02	— 0,05	Willén <sup>35</sup>
Lago poluído	100		Willén <sup>35</sup>
<b>INGLATERRA</b>			
Windermere	0,1		Mikheyeva <sup>18</sup>
<b>AUSTRIA-SUIZA</b>			
Diversos ambientes	0,04	— 10	Mikheyeva <sup>18</sup>
<b>DINAMARCA</b>			
Diversos ambientes	0,3	— 91,9	Mikheyeva <sup>18</sup>
<b>HUNGRIA</b>			
Balaton	0,09	— 0,4	Mikheyeva <sup>18</sup>

NOTA: Los datos de este cuadro no corresponden a una revisión bibliográfica exhaustiva y tienen distinto origen. Algunos son promedios para un mismo ambiente; otros son rangos de variación para grupos de ambientes analizados en un momento o para un período más o menos prolongado.

Cuadro 4 (continuación)

LUGAR	BIOMASA	REFERENCIAS
<b>POLONIA</b>		
Diversos ambientes	0,75 — 7,5	Mikheveva <sup>18</sup>
Lago Mikołajskie	3 — 5,4	Kowalczewski y Pieczynska <sup>12</sup>
<b>CHECOSLOVAQUIA</b>		
Embalse Klíčava	6,5	Straskraba <i>et al.</i> <sup>29</sup>
Embalse Slapy	13,8 — 26,5	Straskraba <i>et al.</i> <sup>29</sup>
<b>RUSIA</b>		
Río Volga	3,36 — 8,79	Tarasova y Okhapkin <sup>11</sup>
Río Volga (1926-1927)	0,7 — 1,06	Kuzmin <sup>13</sup>
Río Volga (1963-1972)	0,8 — 10,4	Kuzmin <sup>13</sup>
Diversos ambientes	0,003 — 300	Mikheveva <sup>18</sup>
Varios ambientes	0,001 — 1500	Zhukinsky <i>et al.</i> <sup>36</sup>
<b>MONGOLIA</b>		
Höbso Göl	15	Mikheveva <sup>18</sup>
<b>ISRAEL</b>		
Lago Kinneret	2,4 — 5,6	Pollinger <sup>21</sup>
<b>CHAD</b>		
Lago Chad	1,8 — 300	Mikheveva <sup>18</sup>
Lago Chad	0,005 — 183	Ittis <sup>10,11</sup>
<b>TANGANICA</b>		
Lago Victoria	0,9	Straskraba <i>et al.</i> <sup>29</sup>
Pequeño Lago	72	Straskraba <i>et al.</i> <sup>29</sup>
<b>SUDAN</b>		
Río Nilo Blanco	5 — 20	Prowse y Talling <sup>22</sup>

Cuadro 5

Biomasa promedio por célula del fitoplancton total y de los principales grupos componentes (expresada en mg/ 10<sup>6</sup> cél.).

	rango	$\bar{x}$	CV (o/o)
Total	0,5 — 2,2	1,2	32
Bacillariophyceae	0,6 — 2,1	1,2	34
Euchlorophyceae	0,1 — 1,6	0,6	60
Cryptophyceae	0,1 — 0,8	0,3	63
Euglenophyceae	1,4 — 7,1	3,2	50
Cyanophyceae	0,003 — 6,4	1,5	101
Dinophyceae	2,1 — 3,0	2,8	12

el único valor alto que hallamos ( $15,3 \text{ mg}/10^6 \text{ cél.}$ ) correspondió a un momento de floración de *Glenodinium dybowskii*, especie de biomasa comparativamente grande<sup>6</sup>.

#### 4. Grupos de ambientes de biomasa similar.

Los 3 grupos de ambientes que se forman sobre la base de los coeficientes de similitud de la biomasa (fig. 5) son similares a los obtenidos sobre la base de la abundancia numérica (fig. 4, en García de Emiliani<sup>8</sup>).

Las diferencias individuales que se observan en la formación de los grupos en el dendrograma de biomasa, con respecto al de abundancia numérica son: la pertenencia al grupo II del río Coronda y la no pertenencia del río Salado al grupo II y del río Santa Lucía al grupo III.

Este dendrograma también es similar, en rasgos generales, al elaborado por P. de Jorda (com. pers, 1983) a partir de variables físicas, químicas y biológicas de las muestras obtenidas simultáneamente: profundidad, velocidad de la corriente, temperatura, transparencia, pH, conductividad,  $O_2$  disuelto, clorofila *a*, *b* y *c*, carotenoides, clorofila *a* por célula y  $D_{430}/D_{665}$ . En este caso en el que se usó el coeficiente de Gower y el WPGMA de Sneath y Sokal<sup>28</sup>, también se formaron los grupos: Paraná—San Jerónimo; San Ja-

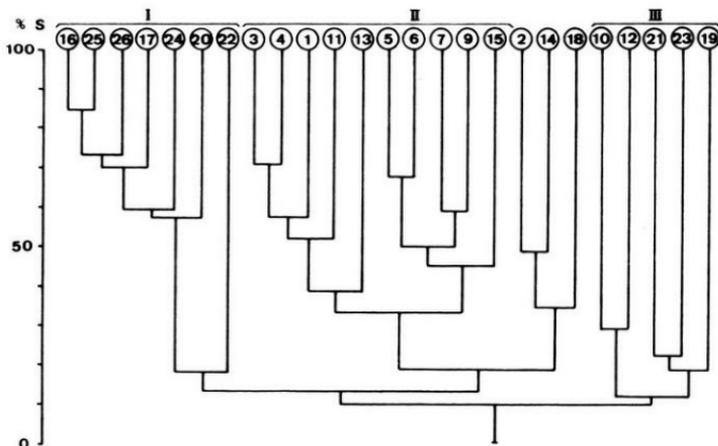


Fig. 5. Dendrograma obtenido sobre la base de los coeficientes de similitud de Steinhilber y el UPGMA. Se indica la formación de 3 grupos que, en general reúnen las muestras del cauce principal, secundarios y tributarios.

vier—Santa Rosa, Coronda—Los Amores y, separadamente, los tributarios de la margen izquierda.

La pertenencia de algunas muestras a distintos grupos, según la variable que se considere nos habla de la necesidad de aplicar un índice adaptado a la evaluación de la afinidad considerando la mayor parte de los parámetros determinados simultáneamente en el agua (incluyendo la fracción zoopláctónica). Aplicando este índice a datos obtenidos en muestreos practicados bajo distintas condiciones hidrológicas obtendremos, seguramente, una mejor caracterización de los tipos de ambientes.

## CONCLUSIONES

La investigación sobre el fitoplancton de los principales ambientes lóticos del Paraná medio, nos permitieron obtener las conclusiones que se resumen a continuación.

1— Existe un elevado número (86) de algas pequeñas ( $< 2000 \mu\text{m}^3$ ) y pocas (25) de biomasa comparativamente grande ( $2000-13500 \mu\text{m}^3$ ).

2— La biomasa es relativamente baja ( $0,67 - 5,26 \text{ mg/l}$ ) y similar a la de los ríos Volga y Nilo Blanco. Se correlaciona significativamente con la numerosidad ( $r = 0,77$ ;  $p < 0,001$ ). Los mayores valores promedios corresponden a los cauces secundarios ( $1,95 \text{ mg/l}$ ) y los menores al cauce principal ( $0,81 \text{ mg/l}$ ).

3— Las Bacillariophyceae (principalmente representadas por *Melosira granulata* y *Cyclotella striata*) constituyen el grupo de biomasa dominante en los cauces secundarios ( $\bar{x} = 1,74 \text{ mg/l}$ ) y en el principal ( $0,61 \text{ mg/l}$ ). En los tributarios se presenta una dominancia más heterogénea (Euglenophyceae, Bacillariophyceae, Euchlorophyceae o Cyanophyceae). La correlación entre biomasa y numerosidad de Bacillariophyceae es altamente significativa ( $r = 0,96$ ;  $p < 0,001$ ).

4— La diversidad específica por unidad de biomasa es generalmente menor en el cauce principal y secundarios ( $\bar{x} = 2,4-2,6 \text{ bits/u.b.}$ , respectivamente) que en los tributarios (márgen derecha =  $3,02 \text{ bits/u.b.}$  y margen izquierda =  $3,5 \text{ bits/u.b.}$ ). Estuvo significativamente correlacionada con la diversidad específica estimada sobre la abundancia numérica ( $r = 0,74$ ;  $p < 0,001$ ).

5— Los valores de biomasa promedio por célula (rango =  $0,5-2,2 \text{ mg/} 10^6 \text{ cél.}$ ;  $\bar{x} = 1,2 \text{ mg/} 10^6 \text{ cél.}$ ) son similares a los obtenidos en cuerpos de agua de Rusia ( $0,1-1 \text{ mg/} 10^6 \text{ cél.}$ ) y en el Nilo Blanco ( $0,11-2 \text{ mg/} 10^6 \text{ cél.}$ ). Para lagunas eutróficas de España y Argentina encontramos rangos de variación más amplios ( $0,002-1,02$  y  $0,05-15,3 \text{ mg/} 10^6 \text{ cél.}$ , respectivamente). Estos datos nos hacen pensar en la necesidad de realizar un mayor número de determinaciones tanto de la biomasa promedio total como la de las Clases componentes, con el propósito de extraer conclusiones sobre la variabilidad de éste índice bajo distintas condiciones ambientales.

6-- El análisis de similitud sobre la base de la biomasa permite, en general, distinguir cauce principal, secundarios y tributarios. Las diferencias individuales que se observan en la formación de grupos serán analizadas con mayor detalle en otro trabajo en el que se introducirán más variables y nuevas determinaciones.

#### REFERENCIAS

1. Amézaga, E. de, Ch. R. Goldman y E.A. Stull, 1973. Primary productivity and rate of change of biomass of various species of phytoplankton in Castle lake, California. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, 18: 1768–1775.
2. Benson, N.G. y B.C. Cowell, 1968. The environment and plankton density in Missouri river reservoirs. *Res. Fish. Resources Symposium, Athens, Georgia*: 358–373.
3. Dickman, M., 1968. Some indices of diversity. *Ecology*, 49 (6): 1191–1193.
4. Edmonson, W.T., 1966. Changes in the oxygen deficit of lake Washington. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 16:153–158.
5. García de Emiliani, M.O., 1973. Fitoplancton de la laguna del Vilá (Gerona, España). *Oecología Aquatica*, 1: 107–155.
6. García de Emiliani, M.O., 1978. Ciclo anual del fitoplancton en el "Lago del Parque General Belgrano" (Santa Fe, Argentina). *Ecología*, 3:73–80.
7. García de Emiliani, M. O., 1979. Campaña "Keratella I" a lo largo del río Paraná medio, III: Fitoplancton de ambientes leníticos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 10: 73–84.
8. García de Emiliani, M.O., 1981. Fitoplancton de los principales cauces y tributarios del valle aluvial del río Paraná: Tramo Goya–Diamante. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 12:112–125.
9. García de Emiliani, M.O. y N.M. Perotti de Jorda, 1982. Ecología del fitoplancton en el valle aluvial del Paraná medio (p. 25–66) En: Estudio ecológico del río Paraná medio (Informe II a A y E, 1º parte). *INALI*. Santo Tomé. 135 p.
10. Iltis, A., 1977 a. Peuplements phytoplanktoniques du lac Tchad I. State Tchad normal (fevrier 1971 et Janvier 1972). *Cah. ORSTOM ser. Hydrobiol.*, 11: 33–52.
11. Iltis, A., 1977 b. Peuplements phytoplanktoniques du lac Tchad II. State petit Tchad (avril 1974, novembre 1974, et fevrier 1975). *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.*, 11: 53–72.
12. Kowalczewski, A. y E. Pieczynska, 1976. Algae. (p. 55–68). En: E. Pieczynska (ed.). Selected problems of lake littoral ecology. *Univ. Warsaw, Varsovia*, 238 p.

13. Kuzmin, G.V., 1979. Algae. A. Phytoplankton of the Volga (p. 137–170). En: Mordukhai–Boltovskoi, D (ed). The river Volga and its life. *Junk*. London, 473 p.
14. Larson, G.L., 1973. A limnological study of a high mountain lake in Mount Rainier National Park, Washington State, USA. *Arch. Hydrobiol.*, 72: 10–48.
15. Lazzaro, X., 1981. Biomasses, peuplements phytoplantoniques et production primaire du lac Titicaca. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 14: 349–380.
16. Legendre, L. y P. Legendre, 1979. Ecologie numérique. 2. La structure des données écologiques. *Masson, Paris*, 247 p.
17. Leighton, G., 1981. Biomass relationships between phytoplankton, zooplankton and heterotrophic aerobic bacteria in a reservoir. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, 21: 962–966.
18. Mikheyeva, T.M., 1975. Estimates of phytoplankton biomass in lakes throughout the world. *Hydrobiol. J.*, 11: 81–94.
19. Nesterova, D.A., 1976. A calculation of the mean cell weight of abundant phytoplankton species in the shallows of the Northwestern Black Sea. *Hydrobiol. J.*, 12: 58–61.
20. Oksiyuk, O.P. y V.V. Yurchenko, 1971. The weight of diatoms. *Hydrobiol. J.*, 7: 106–108.
21. Pollinger, U., 1981. The structure and dynamic of the phytoplankton assemblages in lake Kinneret, Israel. *J. Plankton Res.*, 3: 93–105.
22. Prowse, G.A. y J.F. Talling, 1958. The seasonal growth and succession of plankton algae in the White Nile. *Limnol. Oceanogr.*, 3: 222–238.
23. Rosemarin, A.S., 1975. Comparison of primary productivity ( $^{14}\text{C}$ ) per unit biomass between phytoplankton and periphyton the Ottawa river near Ottawa, Canada. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, 19: 1584–1592.
24. Schiaffino de Marta, M., 1977. Fitoplancton del río Paraná. I. Sus variaciones en relación al ciclo hidrológico en cauces secundarios de la llanura aluvial. *Physis (Bs. As.)*, Secc. B., 36: 115–125.
25. Schiaffino de Marta, M., 1982. Campaña limnológica “Keratella I” en el río Paraná medio. XIII. Fitopláncton de ambientes lóticos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 12: 140–147.
26. Senichkin, L.G., 1978. A procedure for calculating the volumes of algal cells in plankton. *Hydrobiol. J.*, 14: 87–90.
27. Shannon, C.E. y W. Weaver, 1963. The Mathematical Theory of Communication. *Univ. Illinois Press*, Urbana. 177 p.

28. Sneath, P. y R. Sokal, 1973. Numerical taxonomy—the principles and practice of numerical classification. *Freeman*, S. Francisco, 573 p.
29. Straskraba, M., M. Legner, J. Fott, K. Komarkova—Legnerova, K. Holcikova y M. Pérez Eiriz, 1969. Primera contribución al conocimiento limnológico de las lagunas y embalses de Cuba. *Lab. Hidrobiol. Inst. Biol. Serie Biológica*, n<sup>o</sup> 4.
30. Talling, J.F. y J. Rzoska, 1967. The development in relation to hydrological regime in the Blue Nile. *J. Ecol.*, 55: 637–662.
31. Tarasova, T.N. y A.G. Okhapkin, 1980. Relationship between phytoplankton production and biomass in the un regulated part of the Volga. *Hydrobiol. J.*, 16: 17–22.
32. Vollenweider, R.A. (ed.), 1974. A Manual on Methods Measuring Primary Production in Aquatic Environments. (IBP Handbook N<sup>o</sup> 12) *Blackwell*, Oxford. 225 p.
33. Wilhm, J.L., 1968. Use of biomass units in Shannon's formula. *Ecology*, 49: 153–156.
34. Willén, T., 1960. Phytoplankton algae from three spanish lakes. *Svensk. Botanisk Tidskrift.*, 54:4–12.
35. Willén, T., 1979. Phytoplankton as a criterion of water quality. *Acta Bot. Fennica*, 110: 47–52.
36. Zhukinskiy, V.N., O.P. Oksiyuk, Ya. Ya. Tseyev y V.B. Georgiyevskiy, 1976. A draft unified system for the description of continental bodies of water and water courses and its application to water quality analysis. *Hydrobiol. J.*, 12: 93–105.

Recibido / Received / : 8 julio 1983