

ISSN 0325 - 2809	Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, n° 10, p.: 73-84	1979
---------------------	--	------

## CAMPAÑA "KERATELLA I" A LO LARGO DEL RIO PARANA MEDIO, III: FITOPLANCTON DE AMBIENTES LENITICOS (\*)

María O. García de Emiliani (\*\*)  
 Instituto Nacional de Limnología  
 J. Macía 1933  
 3016 Santo Tomé (S. Fe)  
 Argentina

### R E S U M E N

Se presentan los resultados del estudio del fitoplancton de 20 ambientes leníticos del valle de inundación del río Paraná, entre Paso de la Patria (27° 20' S y 58° 35' W) y Diamante (32° 05' S y 60° 40' W).

Los datos muestran un amplio rango de variación en los parámetros estudiados (calidad, número, biovolumen, diversidad específica y equitabilidad) y baja similitud entre los distintos cuerpos de agua.

Las diferencias observadas son atribuibles a diferentes niveles en la microsucesión del fitoplancton, operada con el descenso de las aguas de inundación.

### S U M M A R Y

*"Keratella I" cruise along the Middle Paraná River, III: Phytoplankton of lenitic environments.*

Results of a study of the phytoplankton from twenty lenitic environments of the flood valley of the Middle Paraná, from Paso de la Patria (27° 20' S, 58° 35' W) up to Diamante (32° 05' S, 60° 40' W) are reported.

Data show a wide range of variation of the parameters studied (quality, number, biovolume, specific diversity and equitability) and a low similarity among the different bodies of water.

Observed differences are attributable to different levels in the phytoplankton microsuccession, caused by after-flooding water drainage.

(\*) Trabajo presentado en la Reunión de Comunicaciones Científicas del I/IV/78.

(\*\*) Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

## INTRODUCCION

Con el objeto de estudiar las características limnológicas del río Paraná y de los variados cuerpos de agua leníticos diseminados en su llanura aluvial, se efectuó una campaña de muestreo, a bordo de la embarcación Keratella, que comprendió el cauce principal, algunos cauces secundarios, principales tributarios y 21 lagunas.

En este trabajo se presentan los resultados del estudio del fitoplancton de los ambientes leníticos obtenidos mediante la evaluación de su número, calidad, volumen celular, diversidad específica y equitabilidad. Además, se proporciona información acerca del grado de afinidad entre las lagunas, en base a los inventarios de algas, y del nivel de asociación existente entre las especies más frecuentes.

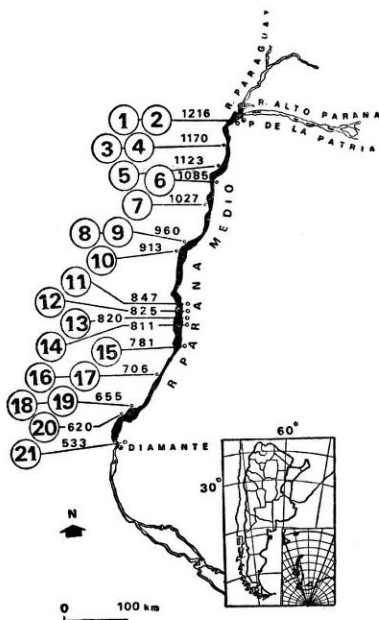


Fig. 1: Situación de las 21 lagunas del Paraná medio (Referencias: ver cuadro nº 1).

Esta contribución es la tercera de una serie que contempla el estudio limnológico del Paraná medio, de la cual ya se conocen los trabajos de Cordiviola de Yuan y Oliveros (2) y Drago (4).

Como antecedentes en el tema se pueden citar algunos trabajos en lagunas ubicadas en el tramo inferior del Paraná medio (1, 3, 6, 15).

#### MATERIAL Y METODOS

Las lagunas seleccionadas, relativamente próximas al cauce del río Paraná, se encuentran distribuidas a lo largo de un recorrido aproximado de 680 km (fig. 1), entre las ciudades de Paso de la Patria (Corrientes) y Diamante (Entre Ríos).

Durante el transcurso de la campaña (3-19 setiembre 1975), el río se encontraba en un período de aguas bajas, oscilando su altura en el Puerto de Paraná entre 1,69 y 2,03 m, por lo que las lagunas contaban con un período de aislamiento de los cursos de agua más o menos prolongado de acuerdo a las características geomorfológicas y topográficas locales. Estas condiciones hidro-

CUADRO Nº 1. Denominación, ubicación y datos ambientales de 21 lagunas del Paraná medio. — *Abreviaturas:* Km = Distancia (en km) de cada laguna al puerto de Buenos Aires; P = profundidad (en cm) de la zona central; T = transparencia (Secchi, en cm); C = conductividad (en uS/cm); Co = % de cobertura por hidrófitas. *Nota:* La nº 18 contenía carbonatos y tenía el fondo totalmente cubierto por una especie de *Characeae*.

nº	Nombre	Km	P	T	C	pH	Co
1	Pe'lon	1216	80	20	179	7,3	10
2	Ferré	1216	275	88	360	7,3	85
3	Sombrero	1170	115	47	150	6,9	15
4	La Bella	1170	157	93	150	7,3	70
5	Natiú	1023	147	32	180	7,3	75
6	Yuruhatá	1085	25	21	70	7,3	5
7	Guabiyú	1027	163	60	100	7,5	0
8	La María	960	31	31	279	7,7	15
9	San Jerónimo	960	100	17	94	7,3	30
10	Mal Abrigo	913	112	63	110	7,1	80
11	Cartagena	847	50	23	90	7,4	10
12	La Gabriela	825	182	26	72	7,3	0
13	Ingá	820	317	54	99	7,3	40
14	El Toro	811	113	25	90	7,3	0
15	Curuzú-Chalí	781	70	20	105	7,4	0
16	Denis	706	35	35	260	6,6	95
17	Denis Chica	706	12	—	412	7,0	100
18	Elorza	655	63	63	100	8,8	5
19	El Yimi	652	166	75	419	7,5	60
20	Urquiza	620	90	90	130	7,5	35
21	Don José	533	90	43	145	7,4	5

lógicas posibilitaron la localización de ambientes de características limnológicas muy diversas, algunas de las cuales se expresan en el cuadro 1.

Las muestras de fitoplancton se tomaron superficialmente (0,10 m) en la zona central de cada laguna, generalmente desprovista de vegetación, y se procesaron por el método de Utermöhl (19). La técnica de recuento permitió evaluar su número con un error comprendido entre el 10 y el 20 % (10).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Análisis Cualitativo

El análisis del fitoplancton de las 20 lagunas (la nº 1 no se estudió por defecto de conservación de la muestra), reveló la presencia de 88 taxa pertenecientes a 8 Clases de algas, además de un grupo de ejemplares no identificados. Entre éstos se incluyen dos (Micrococos en colonia y *Merismopedia-Thiopedia*) que por sus características morfológicas podrían ubicarse entre las bacterias o las cianofitas. Otras formas biflageladas se las atribuye, con dudas a zoosporas de alguna especie de alga (cuadro 2).

Las Clases *Cryptophyceae*, *Euchlorophyceae*, *Bacillariophyceae* y *Chrysophyceae* se encontraron en la mayor parte de las lagunas, mientras que *Zygothyceae*, *Dinophyceae* y *Euglenophyceae* lo hicieron en unas pocas.

Por otra parte, cada laguna presentó una riqueza específica baja (entre 5 y 22 especies; generalmente alrededor de 15), encontrándose muchas especies en una o en unas pocas muestras. Solamente 13, se registraron en más del 30 % de las lagunas y entre ellas sólo una, *Cryptomonas marsonii*, se observó en todas la lagunas. Esta especie figura en el cuadro 2 con los subíndices 1 y 2 que indican ejemplares pequeños (12-17 x 7-10  $\mu\text{m}$ ) y grandes (21-30 x 11-14  $\mu\text{m}$ ), respectivamente.

### Análisis Cuantitativo

Las concentraciones de algas por mililitro (cél./ml) variaron entre 148 y 8512, si bien con mayor frecuencia se registraron valores comprendidos entre 300 y 1250 células/ml. Cuatro lagunas (nº 7, 10, 20 y 21) se apartaron significativamente de estos últimos valores ya que presentaron concentraciones que variaron entre 4120 y 8512 células/ml.

En la figura 2 se pueden apreciar 3 grupos de lagunas formados de acuerdo a la dominancia de *Pyrrophyta*, *Chlorophyta* y *Chrysophyta*. La presencia, en concentración considerable, de *Euglenophyta* permite diferenciar un cuarto grupo, mientras que la dominancia de *Cynophyta* distingue a una sola laguna (nº 10).

A pesar del gran número de taxa hallados, sólo unos pocos se presentaron en elevada concentración y entre ellos sólo 10 se registraron como dominantes (cuadro 2).

CUADRO 2: Análisis cuantitativo del fitoplancton en 20 lagunas del Paraná medio.

ESPECIES	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>CYANOPHYCEAE</b>																				
<i>Aphanocapsa</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—
<i>Merismopedia tenuissima</i>	—	—	132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	—	—
<i>Synechococcus leopoliensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	4807	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Oscillatoria</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	—	—	—	—
<i>Anabaena</i> sp.	—	—	—	10	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	30
<b>EUCHLOROPHYCEAE</b>																				
<i>Dysmorphococcus variabilis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—
<i>Chlamydomonas</i> sp.	35	—	11	30	—	—	10	10	95	15	26	—	10	—	10	15	—	26	—	—
<i>Chlorogonium</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pteromonas</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	13	—	50	—	—	—	—	—	—	—
<i>Eudorina elegans</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	30	—	—	182	—
<i>Tetraëdron muticum</i>	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. tumidulum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Schroederia setigera</i>	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	49	20	—	—	—	—	—	—	—
<i>Chlorella</i> sp.	5	—	11	—	—	—	—	20	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Oocystis</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	7	—	—	—	—	—	—	13	—
<i>Treubaria triappendiculata</i>	—	—	—	—	—	38	—	—	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Monoraphidium minutum</i>	35	—	66	—	—	266	5	10	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. irregulare</i>	15	—	286	10	—	4408	15	—	19	—	156	—	60	—	15	—	—	—	546	—
<i>M. setiforme</i>	10	8	33	130	—	—	—	—	133	—	—	—	10	4	10	15	—	—	52	—
<i>M. braunii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	19	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Micractinium pusillum</i>	—	—	—	—	—	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—
<i>Dictyosphaerium ehrembergianum</i>	45	—	—	—	—	—	—	—	228	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—
<i>Coelastrum microporum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—	9	—	—	—	—	—
<i>Crucigenia quadrata</i>	—	—	11	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. tetrapedia</i>	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	—	—	13	30
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	—	—	8	—	—	—	—	—	—
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	13	—
<i>S. nanus</i>	10	—	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. intermedius</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—
<i>S. i. var. bicaudatus</i>	—	—	—	—	—	38	—	—	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15
<i>S. acuminatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Planctonema lauterbornii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>ZYGOPHYCEAE</b>																				
<i>Spirogyra</i> sp.	—	—	—	—	—	—	140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cosmarium</i> sp.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cosmarium</i> sp.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Closterium</i> sp.	—	—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>																				
<i>Mallomonas</i> sp.1	5	—	11	—	—	304	25	10	—	—	—	28	20	—	—	—	—	—	—	210
<i>Mallomonas</i> sp.2	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—
<i>Mallomonas akrokomos?</i>	—	—	—	15	—	—	—	10	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Dinobryon sertularia</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	142	—	—	—	234	—
<i>D. divergens</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Synura uvella</i>	—	—	—	30	—	—	—	—	19	—	—	—	—	4	123	240	—	—	—	7436
<i>Salpingoeca</i> sp.	—	—	—	—	—	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>																				
<i>Attheya zachariasii</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Melosira distans</i>	—	—	—	—	—	152	—	40	—	30	—	28	110	—	—	60	—	—	—	—

CUADRO 2 (Continuación):

ESPECIES	LAGUNA Nº	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Melosira granulata</i>		—	—	—	—	—	—	—	40	209	—	—	7	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. g. var. angustissima</i>		—	—	11	—	—	418	—	—	—	—	416	—	70	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. g. var. valida</i>		—	—	55	—	—	—	—	—	—	—	182	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Melosira sp.</i>		—	—	77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75	—	—	—	—
<i>Cyclotella sp.</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—	—	26	—	—
<i>C. striata</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39	14	20	—	—	—	—	—	—	—
<i>Synedra acus</i>		—	—	—	—	104	—	—	—	57	15	—	—	—	—	28	—	—	—	—	15
<i>S. ulna</i>		—	—	—	—	—	—	40	—	—	15	—	—	10	—	—	—	—	—	—	30
<i>Navicula sp. 1</i>		—	—	—	—	16	—	—	10	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Navicula sp. 2</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nitzschia sp.</i>		5	—	—	—	—	—	20	—	—	15	—	—	—	4	—	15	—	13	—	15
<i>Epithemia sp.</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
<i>Gyrosigma sp.</i>		—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pinnularia sp.</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—
DINOPHYCEAE																					
<i>Gimnodinium sp.</i>		—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—
<i>Peridinium sp.</i>		—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	30	—	—	15	—
CRYPTOPHYCEAE																					
<i>Chroomonas acuta</i>		—	—	—	—	72	76	—	80	—	—	26	7	60	—	—	—	—	—	—	—
<i>C. minuta</i>		—	—	77	5	—	380	—	50	—	60	—	14	30	52	—	—	—	—	—	—
<i>Cryptomonas sp.</i>		60	—	33	—	64	—	—	10	—	—	169	42	50	—	10	—	60	377	—	3900
<i>C. marsonii</i> <sub>1</sub>		40	—	88	85	64	304	395	280	1140	345	78	70	60	56	57	105	330	320	26	60
<i>C. marsonii</i> <sub>2</sub>		65	240	—	25	—	—	—	—	—	15	—	—	—	16	—	—	30	—	—	—
<i>C. ovata var. curvata</i>		—	104	—	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	—	9	60	—	—	—	—
EUGLENOPHYCEAE																					
<i>Euglena proxima</i>		—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	152	30	—	—	—	—
<i>E. oxyuris</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—
<i>E. acus</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—
<i>Lepocinlis elongata</i>		—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trachelomonas atomaria</i>		—	16	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. cervicula</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	30	—	—	—	—
<i>T. sculpta</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	—	—	—	—	—
<i>T. volvocina</i>		—	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	15	—	—	—	—
<i>T. volvocinopsis</i>		—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76	30	—	—	—	—
<i>T. planctonica</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	15	—	—	—	—
<i>T. curta</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	15	—	—	—	—
<i>T. minuscula</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	—	—	—	—	—
<i>T. allia</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—
<i>T. lemmermanni</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. crispa</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. dastuguei</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. cylindrica var. decollata</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>T. lacustris</i>		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—
<i>Strombomonas rotunda</i>		—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. schauinslandii</i>		—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL (células/ml)		335	472	1045	355	320	6460	670	610	6973	615	1235	280	630	148	815	900	450	1282	8512	4120
NO IDENTIFICADOS																					
zoosporos?		—	—	—	—	352	—	—	—	171	—	—	—	—	—	9	—	2000	—	—	—
micrococos en colonia		—	—	—	—	—	—	—	—	570	—	—	—	—	—	—	—	—	78	—	—
<i>Merismopedia-Thiopedia</i>		5	—	—	—	—	—	—	—	—	30	—	1260	90	—	—	—	—	—	—	—

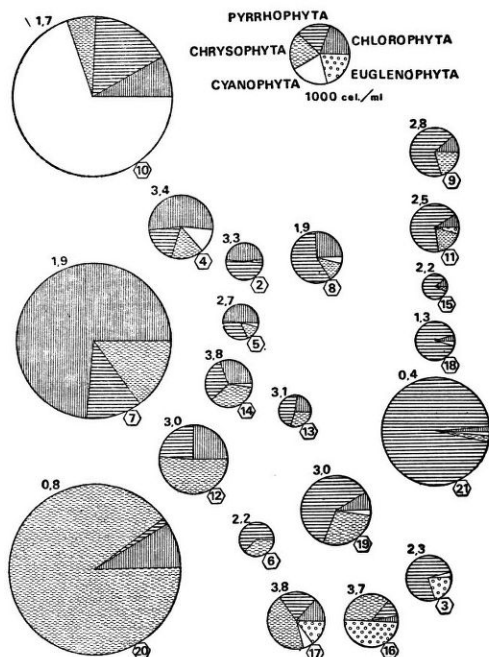


Fig. 2: Concentración total de algas y de cada una de las Divisiones en las 20 lagunas. Arriba y a la izquierda de la representación de cada laguna, se indica la diversidad específica; abajo y a la derecha, el número asignado a cada laguna rodeado por un exágono.

La estimación cuantitativa del fitoplancton se efectuó, además, mediante la evaluación del volumen celular (partiendo de las dimensiones medias de cada especie), principalmente a los efectos de su comparación posterior con los distintos tipos de pigmentos. Los valores hallados (entre 0,5 y 3 mm<sup>3</sup>/litro - cuadro 3), resultan bajos en comparación con los determinados en lagunas eutróficas (<sup>5,7</sup>) pero similares a los hallados por Willén (<sup>20</sup>), Straskraba, *et al.* (<sup>18</sup>) y en algunos lagos oligocarbonatados estudiados por Ilits (<sup>8</sup>).

CUADRO N° 3. Concentración de células (N, en cél./ml), volumen total (V, en mm<sup>3</sup>/litro), diversidad específica (H, en bits/cél.) y equitabilidad (e) del fitoplancton de 20 lagunas del Paraná medio.

Lag. n°	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
N	335	472	1045	355	320	6460	670	610	6973	615
V	0,11	1,02	0,34	0,10	0,60	0,67	0,50	0,20	1,16	0,13
H	3,3	2,3	3,4	2,7	2,2	1,9	1,9	2,8	1,7	2,5
e	1,07	0,58	0,83	0,82	1,20	0,39	0,50	0,62	0,22	0,61
Lag. n°	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
N	1235	280	630	148	815	900	450	1204	8512	4120
V	0,95	0,13	0,17	0,05	0,54	0,62	0,15	0,35	3,00	0,18
H	3,0	3,1	3,8	2,2	3,7	3,8	1,3	3,0	0,8	0,4
e	0,86	1,00	1,11	0,75	0,86	0,95	0,50	0,68	0,20	0,18

#### Diversidad Específica y Equitabilidad

Para el cálculo de la diversidad específica del fitoplancton se usó la fórmula de Shannon y Weaver <sup>(16)</sup> basada en la teoría de la información ( $H = -\sum p_i \log_2 p_i$ ).

El rango de variación de este parámetro fue: 0,4 – 3,8 bits/célula (cuadro 3). Los valores comparativamente bajos (inferiores a 2 bits/célula) se encontraron, lógicamente, en aquellas lagunas con marcada dominancia de una especie (n° 7, 8, 10, 18, 20 y 21).

La equitabilidad (e) se calculó en base a la tabla de Lloyd y Ghelardi <sup>(11)</sup> que permite determinar a partir del valor de H, el de  $s'$  (número de especies igualmente distribuidas que producirían la diversidad observada), en base al modelo I de MacArthur <sup>(12)</sup>. La equitabilidad se calculó como el cociente entre  $s'$  y  $s$  (número de especies observado).

Los valores de e variaron entre 0,19 y 1,2. En tres lagunas (n° 2, 6 y 14), e resultó mayor que 1, probablemente debido a que en esos ambientes la distribución era más estable que en el modelo I de MacArthur. Los valores de e inferiores a 0,5 se registraron en aquellas lagunas de diversidad específica mínima (n° 7, 8, 10, 18, 20 y 21).

#### Afinidad entre lagunas

Con el propósito de apreciar el grado de similitud entre las lagunas en base a las algas planctónicas se aplicó el coeficiente de Jaccard <sup>(9)</sup> entre cada par de inventarios.

Los valores del coeficiente, expresados en porcentajes, variaron entre 3 y 41, lo que indica la escasa similitud del fitoplancton de los ambientes investigados. A partir de la matriz de los coeficientes se practicó el agrupamiento por el método del enlace promedio <sup>(17)</sup>, resultando el dendrograma o árbol



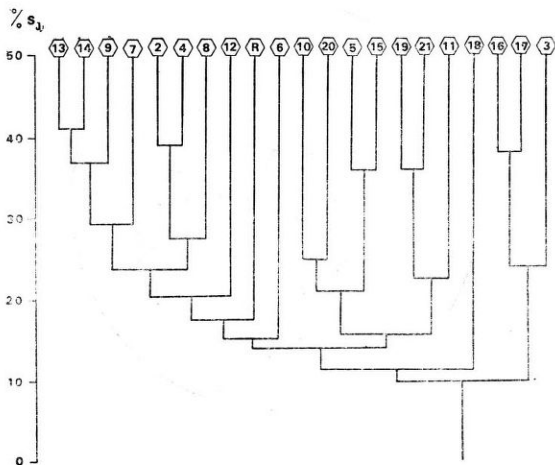


Fig. 3: Dendrograma de los coeficientes de Jaccard, expresados en porcentajes (% S<sub>j</sub>), hallados en base a los inventarios de algas de las 20 lagunas y el río (R).

de similitud que se presenta en la figura 3. En este análisis se incluyó también el río representado por el inventario de algas de la muestra más próxima a la localización de cada laguna. En el dendrograma citado puede observarse, si bien a un bajo nivel de similitud, la formación de dos grupos mayores (integrados por el río y lagunas con pH próximo a 7,3), a los que se une luego la laguna n° 18, alcalina, y el grupo formado por las lagunas ligeramente ácidas (3, 16 y 17).

Analizando separadamente la similitud del río con cada una de las 20 lagunas (fig. 4), se aprecian muy bajos valores de los coeficientes de Jaccard (inferiores al 25 %).

#### Afinidad entre especies

Con el objeto de estimar el nivel de asociación existente entre 12 de las especies más frecuentes, se aplicó el coeficiente de Jaccard entre cada par. La matriz obtenida fue procesada por el método de agrupamiento del enlace promedio resultando el dendrograma de la figura 5. Este permite apreciar la for-

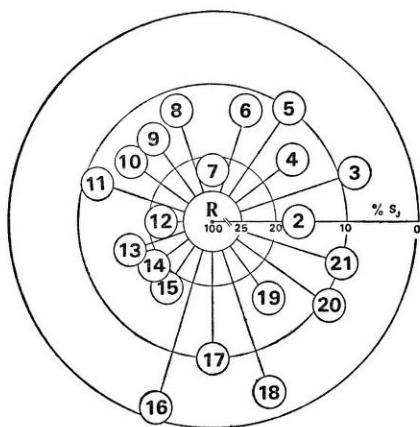


Fig. 4: Porcentajes de similitud (% S) entre el río (R) y cada una de las 20 lagunas. Nótese el cambio de escala entre 100 y 25%.

mación de dos grupos integrados por 6 especies cada uno, en los que se destacan, por los mayores niveles, las asociaciones: *Monoraphidium minutum* - *Mallomonas* sp.; *Melosira granulata* - *Chroomonas acuta*; *Monoraphidium irregulare* - *Monoraphidium setiforme* y *Chlamydomonas* sp. - *Cryptomonas marsonii*.

El primer grupo de especies (fig. 5) se registró más frecuentemente en el grupo I de lagunas (nº 7, 9, 12, 13 y 14), es decir en aquellas pertenecientes al primer grupo en el estudio de la afinidad entre inventarios (fig. 3).

Las especies del segundo grupo, se presentaron más comúnmente en el grupo II de lagunas (nº 4, 5, 10, 15, 16, 17 y 20, figura 5) es decir en aquellas pertenecientes al segundo o tercer grupo en el estudio de la afinidad entre lagunas en base a los inventarios de algas, excepto la nº 4 que pertenecía al primero (fig. 3).

Otras lagunas están caracterizadas por la presencia de especie de ambos grupos (nº 2, 8 y 11), o bien por unas pocas del primero (nº 6 y 18) o del segundo (nº 3, 19 y 21).

Entre las especies estudiadas solamente *Synura ucella* y *Monoraphidium setiforme* se encontraron con exclusividad en las lagunas del grupo II; *Chroomonas minuta*, en cambio, lo hizo en las del grupo I. *Cryptomonas marsonii*, por su parte, se registró en todas las lagunas.

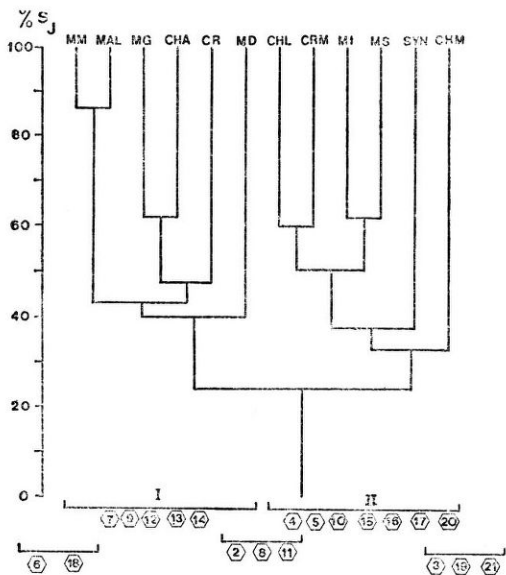


Fig. 5: Dendrograma de los coeficientes de Jaccard ( $\% S_j$ ) entre cada una de las 12 especies más frecuentes. En la parte inferior se indican las lagunas caracterizadas por cada grupo de especies, las lagunas que ocupan una posición intermedia y las que presentan unas pocas especies de cada grupo. Abreviaturas: MM = *Monoraphidium minutum*, MAL = *Mallomonas* sp., MG = *Melosira granulata*, CHA = *Chroomonas acuta*, CR = *Cryptomonas* sp., MD = *Melosira distans*, CHL = *Chlamydomonas* sp., CRM = *Cryptomonas marsonii*, MI = *Monoraphidium irregulare*, MS = *Monoraphidium setiforme*, SYN = *Synura uvella* CHM = *Chroomonas minuta*.

## CONCLUSIONES

El fitoplancton de los ambientes leníticos del sistema del Paraná medio presentó distintas características debido, principalmente, a que el río se encontraba en un período de aguas bajas de su ciclo hidrológico y en consecuencia las lagunas poseían un tiempo de aislamiento variable de acuerdo a las características geomorfológicas y topográficas locales.

Las diferencias observadas pueden interpretarse como debidas, fundamentalmente, a que el fitoplancton se encontraba en distintos estadios de las microsucesiones, operadas a partir del descenso de las aguas de inundación en las lagunas. Estas sucesiones tendrían distintas características según el grado de evolución de la laguna (previo a la entrada de agua) y las condiciones físicas y químicas de la zona de emplazamiento.

Teniendo en cuenta las experiencias en laboratorio <sup>(14)</sup> es posible efectuar una ubicación tentativa del fitoplancton que estaría en posiciones extremas de las microsucesiones, recurriendo a criterios sintéticos aplicados al estudio de una fracción considerablemente amplia de los ecosistemas <sup>(13)</sup>.

De acuerdo a lo antedicho, el fitoplancton de las lagunas n° 7 y 21, caracterizado por la dominancia de algas de pequeño tamaño, en elevada concentración, y por bajos valores de diversidad y equitabilidad se encontraría en los primeros estadios.

En esa etapa se ubicaría también el fitoplancton de la laguna n° 20 que presentó los mismos caracteres, a pesar de la dominancia de una especie (*Synura uvella*) no señalada como oportunista pero que se manifiesta como tal en otras lagunas del Paraná medio (García de Emiliani, observación inédita), reproduciéndose rápidamente al descender las aguas lóxicas.

La ubicación de las tres lagunas anteriormente mencionadas se ve confirmada por la elevada relación Producción: Respiración (P/R). (Perotti de Jorda, com. pers.)

La laguna n° 10, también de características similares, se diferenció por presentar dominancia de *Cyanophyta* y, fundamentalmente, por consumir todo el oxígeno producido en la respiración. Estos datos la ubican en los últimos estadios de la microsucesión.

Las otras dos lagunas (n° 8 y 18) de diversidad específica similar a las anteriores y con componentes de equitabilidad comparativamente mayor pero con bajas densidades de población y alta relación P/R, se situarían en las primeras etapas de una sucesión distinta a la anterior, fundamentalmente en el caso de la laguna n° 18 emplazada probablemente en una zona de condiciones químicas particulares.

La alta diversidad específica (mayor de 3), juntamente con la elevada componente de equitabilidad (mayor de 0,8) y la relación P/R menor de 1, coinciden en indicar una comparativamente elevada madurez en el fitoplancton de las lagunas n° 2, 4, 16 y 17.

El fitoplancton de las otras dos lagunas con diversidad y equitabilidad similares (n 13 y 14) pero con una elevada relación P/R y con porcentajes de participación de las Clases de algas semejante al río, se encontraría en las primeras etapas.

El fitoplancton de las restantes lagunas se ubicaría en etapas intermedias, no precisadas debido a la falta de coincidencia de los distintos criterios.

No obstante la diferenciación antedicha, todas las lagunas presentaron pocas especies en común con el río, como lo revelan los bajos porcentajes de similitud de Jaccard (inferiores al 25 %).

Por último, el estudio de la afinidad entre especies mostró la formación de un primer grupo que se presentó con mayor frecuencia en lagunas poco productivas (menos de 150 mg C/m<sup>3</sup>/h), con pH próximo a 7,3 y relativamente escasa cobertura de hidrófitas (menos del 40 %). Las especies del segundo grupo, caracterizan a lagunas más productivas (160 - 490 mg C/m<sup>3</sup>/h), con mayor rango de variación de pH (6,6-7,5) y, en general, con mayor porcentaje de hidrófitas (35-100 %).

#### B I B L I O G R A F I A

1. BONETTO, A. 1976. Calidad de las aguas del río Paraná. Introducción a su estudio ecológico. *Dir. Nac. Const. Portuarias y Vías Navegables* (y otros). Santa Fe, 204 p.
2. CORDIVOLA DE JUAN, E. y O. OLIVEROS (en prensa). Campaña "Keratella I" a lo largo del río Paraná medio. *Acta Zoológica Lilloana*.
3. CUPERTINO DE MORAES, V. (Inédito). Estudio del ciclo anual del fitoplancton de la laguna "Las Chilcas".
4. DRAGO, E. 1977. Campaña "Keratella I" a lo largo del río Paraná medio; II: Formas del lecho en su cauce principal. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 8: 57-62.
5. GARCÍA DE EMILIANI, M. O. 1973. Fitoplancton de la laguna del Vilá (Gerona, España). *Oecologia Aquatica*, 1: 107-155.
6. GARCÍA DE EMILIANI, M. O. (Inédito). Fitoplancton de la laguna "Los Matadores" (Santa Fe, Argentina).
7. GARCÍA DE EMILIANI, M. O. 1978. Ciclo anual del fitoplancton del "Lago del Parque General Belgrano" (Santa Fe, Argentina). *Ecología*, 3: 73-80.
8. Iltis, A. 1973. Phytoplankton des eaux naitonnées du Kanem (Tchad). VI. Estimation des biomasses et groupes d'algues dominants. *Cah. O.R.S.T.O.M.; sér Hydrobiol.*, 7 (3.4): 167-194.
9. JACCARD, P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, 44: 223-270.
10. LUND, J. W., C. KIPLING y E. LE CREN. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. *Hydrobiologia*, 11: 143-170.
11. LLOYD, M. y R. GHELARDI. 1964. A table for calculating the "equitability" component of species diversity. *J. Anim. Ecol.*, 33: 217-225.
12. MACARTHUR, R. 1957. On the relative abundance of bird species. *Proc. Nat. Acad. Sc., Wash.*, 43 (3): 293-295.
13. MARGALEF, R. 1961. Organización y dinámica de las poblaciones de fitoplancton. (Copia mimeógrafo).
14. MARGALEF, R. 1974. *Ecología*. Omega, Barcelona, 951 p.
15. PEROTTI DE JORDA, N. 1977. Pigmentos y producción primaria en el Paraná Medio: laguna "Los Matadores" (Santa Fe, Argentina). *Physis*, 36 (92): 89-113.

16. SHANNON, C. y W. WEAVER. 1963. The mathematical theory of communication. *Univ. Illinois Press*, Urbana, 177 p.
17. SOKAL, R. y P. SNEATH. 1963. Principles of Numerical Taxonomy. *Freeman*, S. Francisco, 359 p.
18. STRASKRABA, M. LEGNER; J. FOTT; K. KOMARKOVA-LEGNEROVÁ; K. HOLCIKOVA y M. PÉREZ EIRIZ, 1969. Primera contribución al conocimiento limnológico de las lagunas y embalses de Cuba. *Lab. Hidrobiol. Inst. Biol., ser. Biológica*, 4.:
19. UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Limmol.*, 9: 1-38.
20. WILLÉN, T. 1960. Phytoplankton algae from three Spanish lakes. *Svensk. Botanisk. Tidskrift.*, 54: 4-12.