

ESTUDIO LIMNOLOGICO DEL LAGO YPCARAI*

*Bárbara Ritterbusch***

Instituto de Ciencias Básicas
Universidad Nacional
Casilla 1039
Asunción, Paraguay

RESUMEN

Ritterbusch, B. 1988. Estudio limnológico del lago Ypacaraí. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 19 (1): 11 - 26

El lago Ypacaraí es un cuerpo de agua embalsado por una barrera natural. Está caracterizado por alta turbiedad, mezcla constante y completa de sus aguas (poliholomixis), corto tiempo de retención de las mismas y abundancia muy baja de las poblaciones vegetales y animales. El cuerpo de agua está expuesto a un alto impacto de materiales inorgánicos y orgánicos, debido a erosión y desechos humanos e industriales.

ABSTRACT

Ritterbusch, B. 1988. Limnological study of Ypacaraí Lake. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 19 (1): 11 - 26

The Lake Ypacaraí is a shallow water body, dammed by a natural barrier. It is characterized by its high turbidity, constant and complete water mixing (poliholomixis), short retention time and very low abundance of plant and animal populations. The water body is exposed to a high impact of organic and inorganic material from its surroundings, due both to erosion and to the outlet of human and industrial wastes.

INTRODUCCION

El lago Ypacaraí es el más grande del Paraguay y por su uso humano, el más importante. Sirve especialmente como área de recreo para la población de los alrededores de la capital. Con respecto a la pesquería, su importancia es menor. La contaminación del agua con desechos humanos e industriales ha ido aumentando. Los distintos intereses en el uso del agua se contradicen en parte, lo que hace indispensable que se desarrolle

* Trabajo presentado en las II Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral, Paraná 8 - 11 agosto de 1984.

** Dirección actual: Institut f. Limnologie d. Osterr, Akad. d. Wissenschaften, Gaisberg 116, A - 5310 MONDSEE, Osterreich (Austria).

una planificación general y un manejo racional del lago y toda su cuenca⁸. Para realizarlo se requiere especialmente un buen conocimiento del ambiente y de sus características limnológicas. Con el fin de cumplir con esa necesidad, el Prof. Narciso González Romero desarrolló un proyecto interdisciplinario para investigar la situación y proponer ideas que ayuden a una solución futura de los problemas detectados, reuniendo un gran número de colaboradores científicos y técnicos de las distintas disciplinas⁶.

MATERIAL Y METODOS

La elección de las estaciones de muestreo (Fig. 1) se basó en las características hidrológicas del lago (afluentes: Yapipú, Riacho Negro; efluente: río Salado. desagües de las comunidades Areguá y San Bernardino).

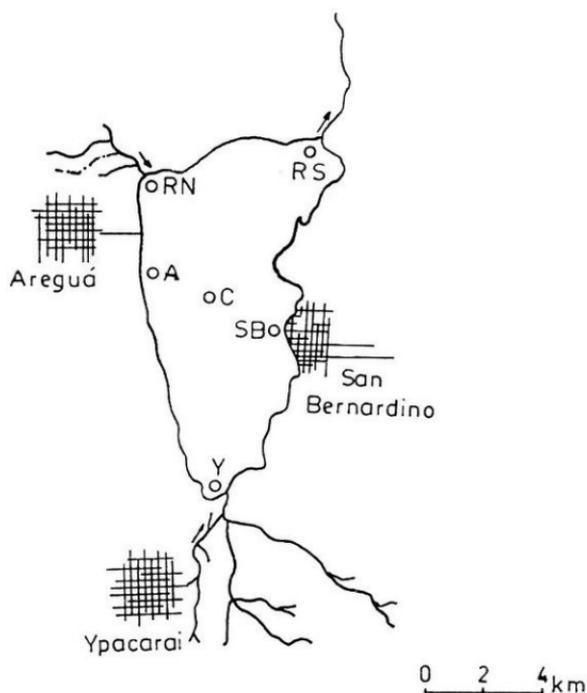


Fig. 1. Estaciones de muestreo en el lago Ypacaraí. SB: San Bernardino; Y: Yapipú; A: Areguá; RN: riacho Negro; C: Centro y RS: río Salado.

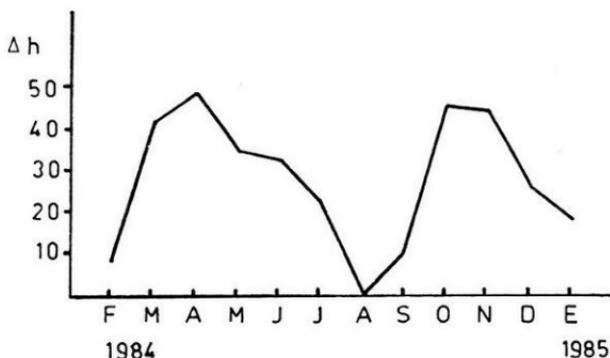


Fig. 2. Fluctuación del nivel superficial de agua, Δh , en relación a su nivel mínimo (agosto 1984) en la estación San Bernardino, entre febrero 1984 y enero 1985.

Los datos de los parámetros limnológicos se obtuvieron mensualmente en cada estación. Los físicos se midieron empleando: disco de Secchi, termistor, Juxímetro, Horiba (como medidor de pH, O₂ y temperatura). Para los factores químicos se usaron: Horiba, botella Van Dorn, draga Ekman-Birge^{7,11,18}; haciéndose los análisis según los métodos de APHA¹.

Las muestras de fito y zooplankton se obtuvieron con botella de Van Dorn y redes, y las de bentos con draga de Ekman-Birge. El análisis del material obtenido se realizó bajo lupa, microscopio convencional y de Utermohi^{2,3,6,10,12,13,16,19,20}.

Fuera del muestreo rutinario normal, se hicieron colecciones de datos extraordinarios por medio de aforos de los afluentes y del efluente, trampas de sedimentación, batimetría manual, captura y observación de organismos de la macrofauna y flora^{4,5,8,9,14,15,17,18}.

RESULTADOS

El lago Ypacaraí está ubicado al este de Asunción (57 y 58°S; 25 y 26°W). Se encuentra en una planicie de cota inferior a los 100 m.s.n.m., al sur de la Cordillera de los Altos (450 m). Está formado por la confluencia de los ríos Yagua-Resa-U, Pirayú e Ypucú. La formación geológica está constituida por el conglomerado de base y las areniscas arcósicas y sacaroides. Los sedimentos del lecho son limos orgánicos. El valle está cubierto por sedimentos cuaternarios que forman una planicie aluvial con sedimentos predominantes arenosos.

Su cuenca es de origen tectónico, producida por las fallas principales del sistema, por perturbaciones escalonadas de rumbo Noreste-Suroeste. Abarca un área de ca. 880 km² y sirve de medio de transporte para los desagües de las comunidades, industrias y el material alóctono de la erosión.

Cuadro 1. Elementos del balance hídrico de la cuenca del lago Ypacaraí

Unid	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual	
Escoorrentia media de la cuenca	17	16	18	48	59	52	28	25	29	32	49	25	33,1	
Caudal medio al Lago por escoorrentia	m ³ /s	5,6	5,8	5,9	16,2	19,3	17,6	9,2	8,2	9,8	10,5	16,6	8,2	11,1
Volumen de agua al lago por escoorrentia	hm ³	14,9	14,0	15,8	42,1	51,8	45,6	24,6	22,0	25,5	28,1	43,0	22,0	349,4
Precipitación sobre la superficie del lago	hm ³	9,0	9,0	7,9	9,0	7,3	4,3	2,7	3,8	5,4	7,4	9,7	8,7	84,2
Volumen total de agua al lago	hm ³	23,9	23,0	23,7	51,1	59,1	49,9	27,3	25,8	30,9	35,5	52,7	30,7	433,6

Cuadro 2. Elementos del balance hídrico (hm³) en el lago de Ypacaraí

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Precipitación sobre la superficie del lago	9,0	9,0	7,9	9,0	7,3	4,3	2,7	3,8	5,4	7,4	9,7	8,7	84,2
Escoorrentia de entrada	14,9	14,0	15,8	42,1	51,8	45,6	24,6	22,0	25,5	28,1	43,0	22,0	349,4
Evaporación desde la superficie del lago	9,9	8,2	7,1	5,5	4,7	2,9	3,9	5,4	5,7	7,9	6,9	9,3	77,4
Escoorrentia de salida	14,0	14,8	16,6	45,6	54,4	47,0	23,4	20,4	25,2	27,6	45,8	21,4	356,2

Propiedades físicas

El lago Ypacaraí es un río embalsado. La superficie del agua se encuentra a 61 m s.n.m. y tiene una extensión de 54 km². La profundidad máxima se registra a los 281 cm. El volumen se calculó en 75 x 10⁶ m³. Tiene una orilla recta, con golfos espaciosos en su parte norte.

En lo relativo a la precipitación pluvial, resulta notable que constituya el 20 % del aporte acuático (Cuadros 1 y 2). Las fluctuaciones relativas anuales del nivel superficial del agua concuerdan con el ritmo anual de las precipitaciones (Fig. 2).

De los datos obtenidos se calculó el tiempo de retención del agua en el lecho del embalse entre 10 y 25 días.

La transparencia del agua osciló entre 8 y 15 cm (disco de Secchi) con un valor promedio de 10 cm para todas las estaciones, salvo en la entrada del riacho Negro que muestra una transparencia al fondo (40–100 cm).

La temperatura superficial promedio del agua de todas las estaciones, salvo el riacho Negro, siguió la línea de la temperatura media mensual del aire. Se registró un valor máximo en el mes de febrero de 1984 (31,3° C) y el mínimo en agosto del mismo año (15,4° C). En la estación riacho Negro se registraron valores significativamente más bajos en cada mes. El hecho de que la temperatura del agua sea más alta que la del aire puede deberse al alto contenido de materia particulada en el agua y a la alta absorción de calor por ella.

La absorción de la radiación solar en el agua, como resultado de una sola observación se presenta en el Cuadro 3. Los datos ejemplifican el alto grado de absorción en el nivel superficial del agua ($A_{10\text{ cm}} = 92\%$). Se registró muy poca variación de la temperatura en la columna de agua ($dt_{\text{max}} = 0,5^\circ\text{C}$). Es evidente que el lago se encuentra normalmente en condiciones de homeotermia.

Debido a su exposición al viento con rumbo mayormente del Noreste-Suroeste, las aguas se mantienen casi constantemente en circulación (poliholomixis). A causa de eso, gran parte del material aportado (orgánico e inorgánico) no sedimenta, sino que se mantiene en suspensión, causando una turbiedad entre 60–120 unidades de SiO₂. El efecto de la remoción continuada del sedimento, más el fetch, se observó especialmente en la orilla sur, donde actúa en forma limitante sobre el crecimiento y expansión de la vegetación acuática arraigada. La turbulencia del agua también determina la homeotermia.

Cuadro 3. Absorción de la radiación solar en el agua (Mayo 1984, San Bernardino, NTU = 51, I = intensidad; A = absorción; k_A = coeficiente de absorción).

Prof. (cm)	I (Lux)	A (% de I)	k_A /cm
0	25346	0	
5	6670	73,6	0,267
10	2001	92	0,24
15	0	100	

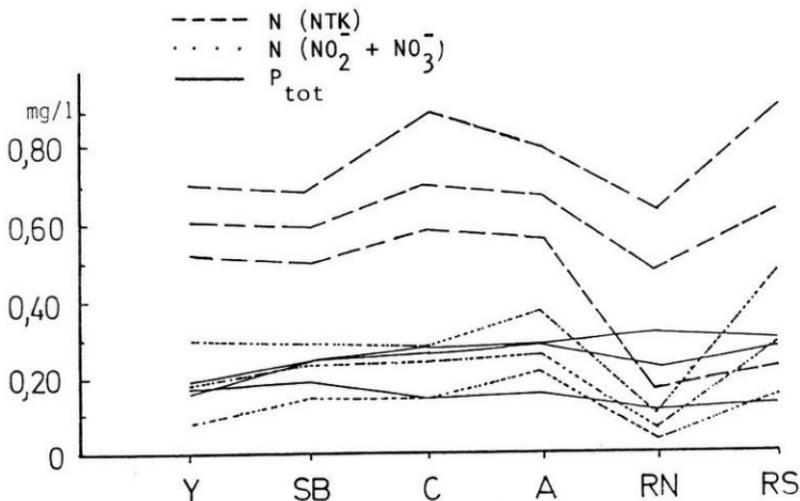


Fig. 3. Contenido de nutrientes por estación de muestreo del lago Ypacaraí; valores máximos, medios y mínimos.

Propiedades químicas

La cantidad de Na^+ y Cl^- en todas las estaciones, salvo en el río Salado, fue notablemente alta (Cuadro 4). La medición de la conductividad dió un valor de $207 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Los nutrientes (combinaciones del fósforo y del nitrógeno) estuvieron presentes en concentraciones altas. Especialmente la cantidad del fósforo sobrepasa notablemente los $30 \mu\text{g}/\text{l}$, lo que se considera el límite para la eutroficación (Fig. 3). Se observó que el fósforo total es más alto en la salida del sistema (al igual que el del ortofosfato) que en las entradas y en el centro que en la salida, lo que hace posible su retención en el lecho del lago. Además, se observó el fósforo total aumentado en las zonas influenciadas por desagües domésticos e industriales (Areguá y San Bernardino).

El nitrógeno en su forma nitrito-nitrato se presentó en una alta concentración durante todos los meses, el egreso fue mayor que los ingresos. En su forma amoniacal se registró en cantidades relativamente bajas, reduciendo su contenido entre la entrada y la salida.

La relación entre P_{total} y N_{total} define el lago como eutrófico.

La evaluación de los valores de materia orgánica, indicó un mayor aporte del riacho Negro con respecto al río Yapipú y la estación de salida, río Salado.

En lo que hace a la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, varió generalmente entre 80 y 90 % de saturación en todos los lugares de muestreo y estaciones temporales. El riacho Negro mostró una saturación significativamente menor (5–60 %). En general, la saturación del oxígeno no indica escasez de oxígeno ni alta producción fotosin-

Cuadro 4

Contenido iónico del Lago Ypacaraí. RS: río Salado; SB: San Bernardino; Y: Yapipú; C: centro; A: Areguá y RN: riacho Negro. Datos expresados en mg/l.

Est.	fecha	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃ H ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
RS	feb. 84	5,69	61,94	19,23	13,14	69,23	23,31	7,46
SB	mar. 84	5,34	59,89	22,12	12,15	27,59	49,23	23,18
Y	jul. 84	11,19	47,81	30,60	15,60	42,87	44,82	12,31
C	jul. 84	9,68	53,61	24,30	12,15	24,68	63,82	11,50
A	mar. 84	5,16	59,69	22,40	12,75	32,03	51,29	15,89
RN	jul. 84	2,05	85,58	8,13	4,23	22,21	73,92	2,86

tética. Se estima que el contenido actual de O₂ disuelto en el agua resulta de su consumo por la descomposición del material orgánico, compensado por la introducción eólica.

En lo relativo a la granulometría, el perfil vertical de 20 cm dió, para las estaciones del río Salado y centro, un sedimento menor de 0,29 mm de diámetro. Para las otras estaciones, se observó una distribución entre 0,84 y 0,29 mm (Cuadro 5).

La tasa de sedimentación en las distintas estaciones de muestreo acusa valores muy distintos, lo que se explica por la diferencia del oleaje del lugar y el tiempo de exposición de las trampas. Por ello, el sedimento capturado pudo haber estado compuesto por materia en sedimentación, como también por aquél recirculado por la turbulencia del agua (Cuadro 6). Se supone que el contenido de materia orgánica del sedimento se origina principalmente en el aporte alóctono de los afluentes y no en la producción primaria interna del lago.

Cuadro 5. Contenido de agua (0/o del peso fresco, p.f.) y Materia orgánica (0/o del peso seco, p.s.) de los sedimentos en las estaciones de muestreo. Marzo 1984.

Estación	Contenido de Agua (0/o p.f.)	Contenido de Materia Orgánica (0/o p.s.)
A	20	0,95
RN	94	72,66
RS	54	21,29
SB	18	1,55
Y	78	15,20
C	76	19,10

Cuadro 6. Tasa de sedimentación (g/d x m²) en distintas estaciones del lago Ypacaraí.

Estación	Sedimento
A	178,10
RS	68,81
SB	86,01
C	136,61

Comunidades: Estructura y composición

Dentro del fitoplancton, se hallaron 36 géneros pertenecientes a 4 clases: Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta y Euglenophyta (Cuadro 7). El mayor número de géneros se dió dentro de las Bacillariophyta, tanto en todo el lago como en las estaciones de muestreo (Cuadro 8).

La abundancia de los géneros de algas, su distribución espacial y temporal puede interpretarse como sigue (Fig. 4):

Cuadro 7. Distribución de las clases de algas del plancton en el lago Ypacaraí

	A	SB	RS	C	RN	Y
<i>Cyanophyta</i>	1	0	0	1	1	1
<i>Chlorophyta</i>	8	2	2	3	2	11
<i>Bacillariophyta</i>	12	12	14	8	13	11
<i>Euglenophyta</i>	0	1	0	0	2	3
Total	21	15	16	12	15	26
promedio / muestra	1,0	0,8	1,0	0,9	1,1	1,6

Cuadro 8. Géneros de algas planctónicas del Lago Ypacaraí.

CYANOPHYTA	BACILLARIOPHYTA	EUGLENOPHYTA
<i>Microcystis</i>	<i>Amphipleura</i>	<i>Euglena</i>
<i>Merismopedia</i>	<i>Biddulphia</i>	<i>Phacus</i>
<i>Oscillatoria</i>	<i>Cocconeis</i>	<i>Trachelomonas</i>
	<i>Cymbella</i>	
CHLOROPHYTA	<i>Diatoma</i>	
<i>Cosmarium</i>	<i>Eunotia</i>	
<i>Closterium</i>	<i>Fragilaria</i>	
<i>Dictyosphaerium</i>	<i>Gyrosigma</i>	
<i>Microspora</i>	<i>Melosira</i>	
<i>Oedogonium</i>	<i>Navicula</i>	
<i>Pediastrum</i>	<i>Nitzschia</i>	
<i>Staurodesmus</i>	<i>Pinnularia</i>	
<i>Sphaerocystis</i>	<i>Pleurosigma</i>	
<i>Spirogyra</i>	<i>Surirella</i>	
<i>Ulothrix</i>	<i>Synedra</i>	
<i>Volvox</i>	<i>Tabellaria</i>	
<i>Staurastrum</i>	<i>Tetracyclus</i>	

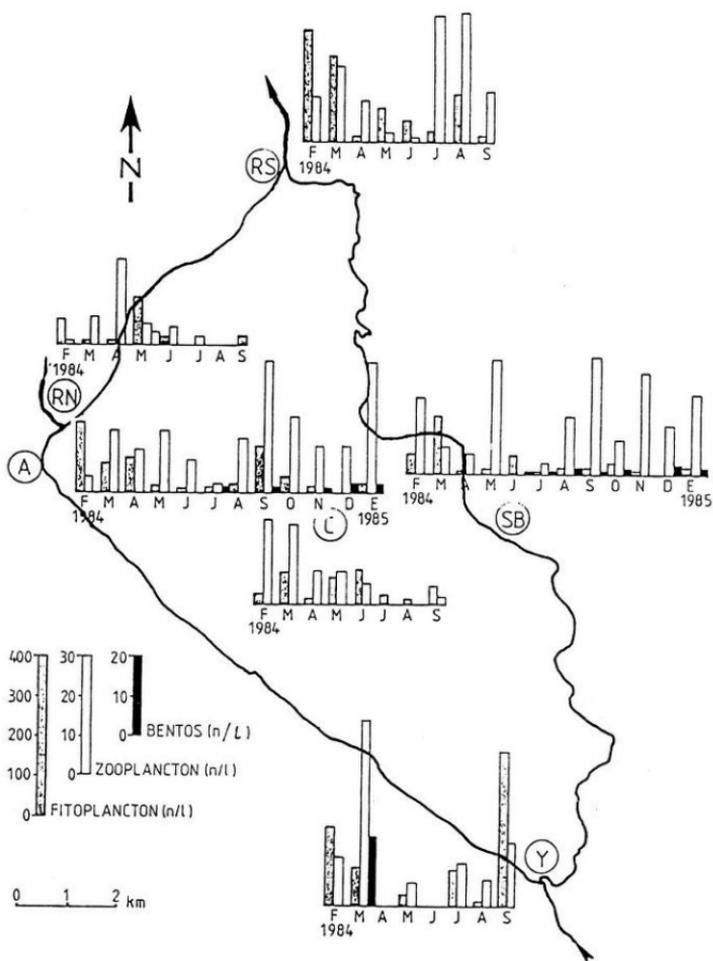


Fig. 5. Abundancia de individuos del fitoplancton, zooplancton y bentos, por mes, en las diferentes estaciones de muestreo.

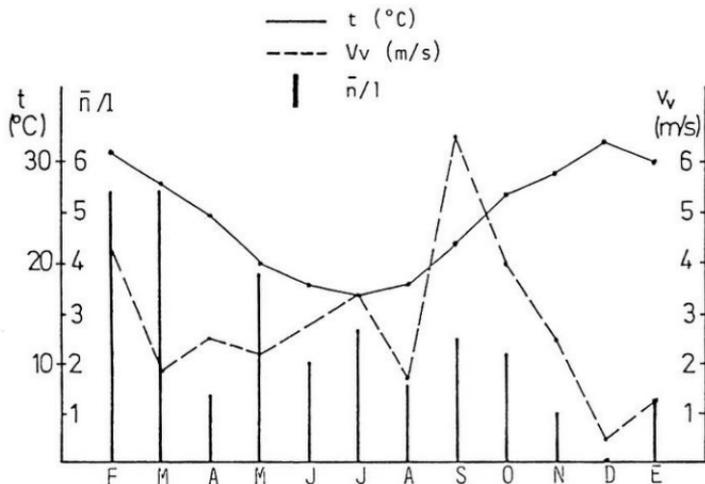


Fig. 4. Relación entre la temperatura del agua, t ($^{\circ}\text{C}$), velocidad del viento; V_v (m/s) y abundancia promedio de los géneros algales (\bar{n}/l), por mes, en el período febrero 1984 - enero 1985.

Casi la mitad de los géneros algales son planctónicos, los otros son principalmente diatomeas bentónicas, provenientes del sedimento o clorofitas filamentosas, introducidas de la orilla o de los afluentes.

En general, las Bacillariophyceae fueron dominantes. En el plancton, se presentó especialmente el género *Melosira*.

La abundancia de los géneros encontrados depende del viento, i.e. del número de diatomeas introducidas a partir del sedimento. La diferencia numérica entre la superficie y el fondo no es clara (Fig. 5).

La diferencia numérica mensual entre los géneros encontrados no fue marcada, pero la variabilidad es mayor en el verano y menor en el invierno.

No se observaron diferencias claras entre los géneros algales de acuerdo a las zonas del lago. Solamente la estación Yapipú presentó una abundancia claramente mayor. Cualitativamente, esa estación se distingue de las otras por un aporte mayor de clorofíceas (pero no formas planctónicas), una frecuencia baja de *Melosira* y un aporte mayor de Euglenidae. La influencia ribereña se muestra en la estación de Areguá (*Oedogonium*, *Ulothrix*) y riacho Negro, este último mostró escasa frecuencia de *Melosira* (agua corriente). La estación Centro presentó un menor número de diatomeas bentónicas. La evaluación numérica indica una dominancia de las diatomeas con un máximo en el verano (febrero, marzo), parcialmente también en la primavera (setiembre). En el verano, las clorofíceas alcanzaron su abundancia mayor. Individualmente, los valores más altos se dieron en Areguá, río Salado y Yapipú. No se distinguen algas indicadoras de condiciones especiales del ambiente o de posibles perturbaciones.

Cuadro 9. Rotíferos, Cladóceros y Copépodos registrados en el lago Ypacaraí (feb. 1984 - enero 1985).

<i>Beauchampiella</i> sp.	<i>Pompholix complanata</i>
<i>Brachionus havanensis</i>	<i>Scaridium</i> sp.
<i>B. patulus</i>	<i>Synchaeta longipes</i>
<i>Cephalodella gibba</i>	<i>Testudinella</i> sp.
<i>C.</i> sp.	<i>Trichocerca</i> sp.
<i>Euchlanis</i> sp.	<i>Philodina</i> sp.
<i>Filinia</i> sp.	
<i>Keratella americana</i>	<i>Alona</i> sp.
<i>K. quadrata</i>	<i>Bosmina hagmanni</i>
<i>Lecane (M.) bulla</i>	<i>Ceriodaphnia cornuta</i>
<i>L. lunaris</i>	<i>Chydorus</i> sp.
<i>L. murrayi</i>	<i>Diaphanosoma birgei</i>
<i>L. (s. str.) luna</i>	<i>Moina minuta</i>
<i>L.</i> sp.	
<i>Lophocharis</i> sp.	<i>Diaptomus santafesinus</i>
<i>Notholca</i> sp.	<i>Eucyclops</i> sp.
<i>Polyarthra remata</i>	

Dentro del zooplancton se registraron 8 especies de crustáceos y 23 de rotíferos Monogonta y ejemplares no determinados de Bdelloidea (Cuadro 9).

La abundancia de crustáceos, incluyendo los nauplius, fue mayor que el de rotíferos. La abundancia total de individuos de ambos grupos por litro, osciló entre 0 y 46, (promedio: 6,7, excluido el riacho Negro), siendo la de los crustáceos $n_{\max} = 33$ (promedio: 5,4, excluido el riacho Negro) y de los rotíferos $n_{\max} = 19$ (promedio: 1,3, excluido el riacho Negro). Entre los rotíferos fueron dominantes las especies de *Keratella* y *Moina minuta* y *Diaptomus santafesinus* entre los crustáceos.

La distribución local del zooplancton indica que su abundancia fue marcadamente más baja en la estación riacho Negro, mientras las otras estaciones no difieren cuantitativamente. La distribución vertical de los crustáceos mostró una tendencia a mayor abundancia en la superficie del agua que en el fondo. La distribución temporal del zooplancton mostró una mínima en el invierno (julio, agosto).

Resumiendo, se puede constatar que este sistema acuático se caracteriza, en lo que a zooplancton se refiere, por una densidad relativamente baja.

La evaluación espacial y temporal de la abundancia del fitoplancton en relación con la del zooplancton hace suponer que, por ser pocas las especies de algas que pueden consumir, los zooplanctontes se alimentan principalmente de detritus.

En el sedimento superficial se han encontrado nemátodos, oligoquetos y larvas de dípteros, todos los cuales son muy poco abundantes (Fig. 4) aún contando con las pérdidas de organismos por el método usado.

La mesofauna asociada a *Spirodela* sp., *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* y *Salvinia*, estuvo representada por anélidos, crustáceos, ácaros, moluscos e insectos (Cuadro 10).

Las especies de peces dentro del lago alcanzaron a 22 (Cuadro 11). Su abundancia es muy baja según los pescadores, sobre todo los de gran tamaño. La falta de alimento y de zonas tranquilas para el desarrollo de las crías, podrían explicar este hecho.

Respecto a la macrofauna, los vertebrados hallados que viven en relación directa con el lago son, en su mayoría, aves, (Cuadro 12).

Cuadro 10. Mesofauna del lago Ypacaraí.

ANELIDOS	Coleoptera
Oligochaeta	Hydrophilidae (larvas)
Naididae	<i>Derallus</i> sp.
<i>Stylaria</i> sp.	<i>Tropisternus</i> sp.
Hirudinea	<i>Paracymus</i> sp.
CRUSTACEOS	<i>Helochares</i> sp.
Ostracoda	<i>Besorus</i> sp.
Cladocera	Chrysomelidae
Copepoda	Noteridae
Amphipoda	Dytiscidae (larvas)
<i>Hyalella</i> sp.	<i>Desmophachris</i> sp.
Decapoda	Helodidae (larvas)
<i>Trichodactylus borellianus</i>	Diptera
<i>Dilocarcinus paggei</i>	Culicidae (larvas y pupas)
INSECTOS	<i>Anopheles</i> sp. (larvas)
Odonata	<i>Adomijia</i> sp.
Zygoptera	Chironomidae (larvas)
Coenagrionidae (ninfas)	Tabanidae
Anisoptera	Homoptera
Libellulidae (ninfas)	Aphididae
Aeschnidae	ACAROS
Ephemeroptera	Noteridae
Baetidae	<i>Suphisellus</i> sp.
<i>Callibaetis</i> sp. (ninfas)	<i>Liodessus</i> sp.
<i>Caenis</i> sp.	MOLUSCOS
Hemiptera	Planorbidae
Naucoridae (ninfas)	<i>Drepanotrema anatum</i>
Pleidae (ninfas)	<i>D. heloicum</i>
Belostomatidae	Ampullaridae
<i>Belostoma micantulum</i>	<i>Ampullaria canaliculata</i>
Hebridae	
<i>Merrigata lacunifera</i>	
Mepidae	
<i>Curicta</i> sp.	
Mesoveliidae	
<i>Mesovelis</i> sp.	

Relativo a la macrofitia, la vegetación ribereña del lago Ypacaraí ha experimentado una limitación importante por la circulación constante del agua por acción del viento, lo que no da posibilidad a la flora arraigada a extenderse. También debe tenerse en cuenta el efecto de la escasa luz (en plantas de hojas sumergidas) por la extrema turbiedad del agua. Este efecto se manifiesta en la erradicación de plantas expuestas al oleaje, por esa razón, la vegetación ribereña se encuentra solamente en pequeñas áreas aisladas de muy poca densidad, habiéndose registrado los siguientes géneros: *Acacia*, *Azolla*, *Cyperus*, *Ficus*, *Gleditsia*, *Hibiscus*, *Ipomoea*, *Ludwigia*, *Papyrus*, *Salvinia*, *Scirpus*, *Spirodela*, *Terminalia* y *Typha*.

Cuadro 11. Peces capturados en el lago Ypacaraí, nombre científico y vulgar.

<i>Aequidens paraguayensis</i>	San Pedro
<i>Astyanax bimaculatus paraguayensis</i>	Mojarra
<i>Astyanax</i> sp.	Mojarra
<i>Crenicichla</i> sp.	Pirá kiguá
<i>Eigenmannia virescens</i>	San Pedro, ratona
<i>Ellipsurus</i> sp.	Rayá
<i>Hoplias malabaricus</i>	Teheihí
<i>Iheringichthys megalops</i>	Mandií sahiyú
<i>Leporinus</i> sp.	Boga
<i>Loricaria macrops</i>	Vieja de cola
<i>Loricaria</i> sp.	Vieja
<i>Pellona flavipinnis</i>	Anchoa de río
<i>Pimelodella laticeps</i>	Bagre cantor
<i>Pimelodus</i> sp.	Mandií
<i>Plagioscion macdonaghi</i>	Corvina
<i>Plecostomus</i> sp.	Vieja
<i>Prochilodus scrofa</i>	Carimbata
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	Pirá-f
<i>Sturisoma robustus</i>	Vieja
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Anguila
<i>Thoracocharax stellatus</i>	Pechito
<i>Triportheus paranaensis</i>	Pirá guirá, Golondrina

Producción y Productividad

En este ambiente, los nutrientes que condicionan la producción primaria existen en forma abundante.

Se hizo un ensayo de fotosíntesis con el método GRAN^{7,17}, dando como resultado que la producción fue nula. Esto significa que la producción neta fue menor a 1 mg C_{ass}/lxd . La poca transparencia del agua ofrece condiciones desfavorables para la producción primaria. La turbulencia constante y el alto contenido de partículas limitan el crecimiento de las algas pequeñas y delicadas. Es por ello que se encuentran mayormente algas Bacillariophyceae, que tienen una cubierta silicificada y toleran esas condiciones.

Dado que las temperaturas del agua siempre fueron favorables al crecimiento, se explica la mínima producción primaria como efecto combinado de una entrada de la energía solar inhibida por la alta turbiedad y el corto tiempo de retención del agua. A nivel de las macrófitas ribereñas, se considera limitada por la turbulencia del agua, en combinación con la agitación y resuspensión del sustrato arenoso.

El zooplancton, sobre todo, rotíferos, se vio afectado en su producción por la escasez de algas pequeñas como alimento y por la alta densidad de partículas en suspensión. Hay una mayor producción de organismos más grandes, sin embargo la relación numérica entre crustáceos y algas (ca 1: 10 - 1:25) indica que estas últimas no abastecerían las demandas de alimento de los crustáceos. El detritus sería aquí el sustento. Se supone además que las poblaciones de crustáceos experimentan una pérdida continua por su transporte fuera del lago debido a la corriente de agua.

Cuadro 12. Lista de la macrofauna del lago Ypacaraí, nombres científicos y vulgares.

<i>Accipiter superciliosus</i>	Taguató-i
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Ypé-i
<i>Anhinga anhinga</i>	Mbiguá mboi
<i>Aramides ypecaha</i>	Ypacaá
<i>Aramus guarauna</i>	Carau
<i>Casmerodius albus</i>	Garza blanca
<i>Cathartes</i> sp.	Yrybú
<i>Chauna torquata</i>	Chajá
<i>Chloroceryle</i> sp.	Martín pescador.
<i>Coragyps atratus</i>	Yrybú jhú
<i>Dendrocygma viduata</i>	Suibibí
<i>Egretta thula</i>	Garcita común blanca
<i>Jacana jacana</i>	Aguapé asó
<i>Nothura maculosa</i>	Ynambuí
<i>Phalacrocorax</i> sp.	Cormorán
<i>Theristicus caudatus</i>	Curucau
<i>Vanellus chilensis</i>	Tero tero
<i>Hydrochoeris hydrochoeris</i>	Carpincho
<i>Caiman latirostris</i>	Caimán, yacaré

La baja abundancia de la fauna bentónica se explica por la movilización permanente de la superficie del sedimento.

Otros organismos como los peces, presentaron especies a quienes el lago sólo ocasionalmente sirve como fuente de alimento y lugar de estadía.

CONCLUSIONES

El lago Ypacaraí, como embalse natural, es un ecosistema abierto, que se caracteriza por:

a) Sucesión en forma continua de aportes alóctonos, sedimentación y exportación de materia orgánica e inorgánica.

b) La producción primaria y secundaria es mínima, debido a la turbiedad del agua y velocidad de la corriente. Aunque las condiciones químicas del ambiente son favorables para una rica producción primaria, los elementos biológicos del sistema están sometidos a condiciones físicas que limitan permanentemente el desarrollo de sus poblaciones. Eso significa que el lago Ypacaraí no es capaz de formar un círculo interno de composición y descomposición equilibrado, sino que sirve, en primer lugar, de recipiente del material erosionado y de los desagües humanos e industriales.

c) Sería posible restituir la regulación del sistema con respecto a la calidad de sus aguas, solamente por medio del tratamiento sanitario de sus afluentes en combinación con un manejo especial de la tierra para evitar la erosión.

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. Dr. Narciso González Romero por su apoyo permanente. A los siguientes colegas Dr. J. Fitzpatrick (física); Dr. Juan L. Morales (química); Lic. Gladys Arzamendia Gómez (fitoplancton); Lic. María E. Ferreira (mesofauna); Lic. Luis A. Cabello (fauna); Lic. Agustina R. de Bordón (clima); Dr. Gustavo Morínigo (geología); Ing. Agr. María C. de Noce Meza (suelos); Lic. Benjamín A. Grassi (hidrometeorología). Al Dr. Walter Koste por la clasificación de los rotíferos; a la Prof. Susana José de Paggi y Juan Paggi por la clasificación de los crustáceos y al Dr. Arnold Nauwerck por sus valiosas recomendaciones en la redacción del manuscrito. Finalmente, al Centro Internacional de Migraciones, por el financiamiento de mi participación en este trabajo en los años 1983—1985.

REFERENCIAS

1. APHA. 1962. Métodos Standard para el examen de aguas y aguas de deshecho. *Ed. Interamericana*, México.
2. Bourrelly, P. 1968. Les algues d'eau douce. Les algues jaunes et brunes: Chrysophycees, Pheophycees, Xantophycees et Diatomées. *Boubée & Cie.*, París. 438 p.
3. Bourrelly, P. 1970. Les algues d'eau douce. Les algues bleues et rouges: Eugleniens, Peridiniens, Cryptomonadines. *Boubée & Cie.*, París. 572 p.
4. Cabrera, A. 1957. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. *Rev. Mus. Arg. Cien. Nat. Zool.*, 4 (1—2): 1—1732.
5. De Fina, A. 1975. Climatología y fenología agrícola. *Edic. Univ.* 1: 107—142.
6. Estudio Limnológico del lago Ypacaraí 1983. Proyecto y presupuesto para el saneamiento. *Consultora española PROSER.*
7. Fitzpatrick, J. y J. F. Facetti. 1981. Optical measurements for biomass determination in limnological studies of eutrofication. *Water Air Soil Pollut* 14: 133—157.
8. González Romero, N. 1973. Aspectos bioecológicos del lago Ypacaraí. *Informe Científico ICB, Paraguay.*
9. González Romero, N. y G. Arzamendia Gómez. 1979. Algunos peces del lago Ypacaraí. *Informe Científico ICB* 2 (1): 71-75.
10. González Romero, N. y G. Arzamendia Gomez. 1983. Contribución al estudio del fito y zooplancton del lago Ypacaraí en la zona de Aregua. *Informe Científico ICB* 4 (1): 3—18.
11. Miller, A.A. 1975. Climatología. *Omega*, España. 127 p.
12. Nauwerck, A. 1963. Die Beziehungen zwischen dem Phytoplankton und Zooplankton im See Erken. *Symb. Bot. Ups.* 17 (50): 1—163.
13. Neiff, J.J. 1981. Panorama ecológico de los cuerpos de agua del Nordeste Argentino. En: *Jornadas Argentinas de Zoología*: 115—151.
14. Poi de Neiff, A. y J.J. Neiff. 1977. El pleuston de *Pistia stratiotes* de la laguna Barranqueras (Chaco, Argentina). *Ecosur* 7 (14): 69—101.
15. Ringuélet, R., R.H. Aramburu y A. Alonso. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. *Comisión de Invest. Científicas*, Buenos Aires. 602 p.

16. Ritterbusch, B. 1974. Zur Oekologie des tier. Psammon in einem Sickerbecken der Berliner Wasserwerke und seine Bedeutung für die Reinigung von infiltr. Oberflächenwasser. *Z. angew. zool.* 61 (3): 301–346.
17. Schwoerbel, J. 1975. *Métodos de hidrobiología*. Blume, Madrid. 262 p.
18. Spinzi, A.M. y V.H. Franco. 1981. Estudio geológico de Areguá, Cerro Coi y Chorori. MOPC. *Direc. Rec. Mineros*, Asunción, Paraguay.
19. Thienemann A. (Ed) 1962. *Die Binnengewässer*. Das Phytoplankton des Süßwassers. Stuttgart. 549 p.
20. Useche–Barrios, E. 1978. Estudio sistemático y análisis de diversidad del zooplancton litoral del lago de Valencia. *Univ. Central de Venezuela*.

Recibido / Received /: 1 junio 1987.