

ISSN 0325-2809	Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, nº 13, p.: 37 - 46	1982
-------------------	--	------

**FITOPLANCTON DE AMBIENTES DE LA LLANURA ALUVIAL DEL
RIO PARANA MEDIO (SANTA FE, ARGENTINA) :
Pigmentos Fotosintéticos ***

*Norma María Perotti de Jorda ***
Instituto Nacional de Limnología
J. Macfa 1933
3016 Santo Tomé (S. Fe)
Argentina

RESUMEN

Se dan a conocer las variaciones cuantitativas de los pigmentos fotosintéticos del fitoplancton en dos lagunas con diferentes grados de conexión y en sus correspondientes cauces adyacentes. También se analizan las fluctuaciones de algunos parámetros ambientales (temperatura, transparencia, nivel hidrométrico y pH) y se determinan las relaciones de éstos con el fitoplancton.

Los resultados obtenidos durante 24 meses, muestran amplias diferencias entre las lagunas respecto a la variación de parámetros abióticos (transparencia y pH) y propios del fitoplancton (clorofila *a* y *b* y carotenoides), debido fundamentalmente a la distinta incidencia de las variaciones en el nivel hidrométrico. No obstante, se concluye que las diferencias registradas entre las cantidades promedios del fitoplancton de las lagunas no fueron significativas.

SUMMARY

*Phytoplankton of the Middle Paraná River floodplain environments. (Santa Fe, Argentina):
Photosynthetic pigments.*

Quantitative variations of the phytoplankton photosynthetic pigments throughout 24 months in two ponds with diverse connection degree and in their corresponding adjacent rivers are investigated. The fluctuations of some environmental parameters (temperature, transpance, hydrometric level and pH) just as their relationships with the phytoplankton are analyzed.

* Trabajo presentado en la I Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Santa Fe, 19-22 de agosto de 1981.

** Profesional adjunto del CONICET

The results showed great differences between the ponds regarding the variation of the abiotic parameters (transparence and pH) and those characteristic of the phytoplankton (chlorophylls *a* and *b* and carotenoids) due mainly to the influence of the hydrometric level.

It is concluded differences between the average quantities of phytoplankton from the ponds were not significant.

INTRODUCCION

Las fluctuaciones del nivel de las aguas durante el ciclo hidrológico del río Paraná determinan variadas interrelaciones entre los ambientes leníticos y lóticos de su llanura aluvial. El grado y tipo de conexión entre dichos ambientes condiciona el comportamiento hidrométrico de los cuerpos leníticos^{2,3}.

Con el fin de contribuir al conocimiento de la ecología de los sistemas lenítico - lóticos de la llanura aluvial del tramo medio del río Paraná, se realizaron estudios a nivel del fitoplancton en lagunas con diferentes grados de conexión (Los Matadores y El Negro) y en sus respectivos cauces adyacentes (Correntoso y El Cordobés).

En este trabajo se dan a conocer los resultados del estudio comparativo de las distribuciones temporales de los pigmentos fotosintéticos de estos sistemas y los del análisis de la influencia de algunos parámetros ambientales.

Parte de la información obtenida en la investigación del fitoplancton de estos ambientes fue dada a conocer en publicaciones anteriores^{5-7, 9-11} Específicamente sobre río-laguna se pueden citar trabajos^{2,4} que contemplan otros aspectos limnológicos.

Descripción de los ambientes

La laguna Los Matadores está ubicada en la isla Clucellas a los 31° 41' S - 60° 42' W. Es una laguna de expansión lateral¹ y de conexión directa; recibe las aguas del río Correntoso que tienen su origen en el río Santa Fe. El Negro está situado a 7 km aguas abajo de la anterior en la isla Los Mellados (31° 45' S - 60° 45' W), constituye una laguna de cegamiento¹ y de conexión indirecta; es alimentada por el arroyo El Cordobés, el cual se origina en el río Coronda (Fig. 1).

MATERIAL Y METODOS

Los muestreos se realizaron durante un período de 24 meses (julio de 1974 - julio de 1976) con frecuencia mensual en el primer año y semanal en el segundo. Las muestras se recolectaron simultáneamente en la parte central de cada ambiente y a 50 cm de la superficie, empleando una botella de tipo Van Dorm.

Las muestras de agua obtenidas para el análisis de los pigmentos del fitoplancton fueron conservadas en frío y filtradas con papel de fibra de vidrio. La extracción se realizó por inmersión de los filtros en 10 ml de acetona al 90 %, durante 24 horas a 5°C y en oscuridad. La cuantificación se efectuó mediante la determinación de las absorbancias con espectrofotómetro y el empleo de las ecuaciones de Parsons y Strickland⁸.

La medición de temperatura, transparencia y pH del agua se realizó en el campo, mediante el uso de termómetro reversible, disco y de Secchi de 25 cm y comparador Hellige, respectivamente.

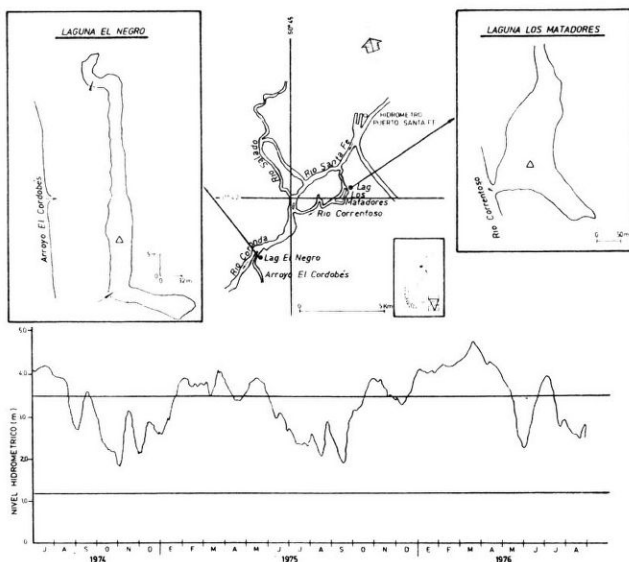


Fig. 1. Ubicación de los ambientes lóuticos y lenfíticos investigados. Limnigráfica del río Paraná medio en Santa Fe.

Los datos de alturas hidrométricas diarias fueron registradas en el limnómetro del puerto de la ciudad de Santa Fe y proporcionados por el Departamento Paraná Medio de la Dirección de Construcciones Portuarias y Vías Navegables.

En el análisis estadístico de los datos se empleó la prueba de la F de Snedecor para comprobar la homogeneidad de las varianzas y la prueba de la t de Student para la igualdad de las medias (F_s y t_s : valores estimados; F y t : valores críticos). La hipótesis de la distribución normal se verificó de acuerdo al criterio de Pearson (prueba del chi-cuadrado)

RESULTADOS Y DISCUSION

Parámetros ambientales

La curva de las alturas hidrométricas del río Paraná medio (en el puerto de Santa Fe) de cada uno de los años abarcados en el estudio (fig. 1) se ajusta al modelo del limnograma correspondiente al período 1905 - 1970; aguas altas en la primera mitad del año (máximos en marzo - abril) y aguas relativamente más bajas en lo que resta (mínimos en setiembre).

La profundidad de la laguna Los Matadores varió entre 1,10 y 3,68 m, en íntima relación con el nivel hidrométrico ($r=0,94$ y $p < 0,01$) debido a su comunicación casi permanente con el río Correntoso (estuvo aislada desde el 28 de octubre al 6 de noviembre de 1974; desde el 13 al 20 de agosto y desde el 10 al 20 de setiembre de 1975).

En tanto que la profundidad de la laguna El Negro varió entre 0,80 y 2,55 m y no se correlacionó positivamente con el nivel hidrométrico, debido a su aislamiento prácticamente constante (estuvo comunicada desde el 20 al 26 de marzo y desde el 28 al 31 de diciembre del año 1975; luego desde enero hasta casi fines de abril).

En la fig. 2 se puede observar la variación de algunos parámetros ambientales en función del tiempo, en las diferentes estaciones de muestreo.

El rango de variación de la temperatura del agua de las lagunas fue más amplio que el de sus respectivos cauces adyacentes; no obstante las varianzas fueron homogéneas y las diferencias entre las medias no significativas (cuadro 1). Los mínimos se dieron en julio, agosto y los máximos en diciembre.

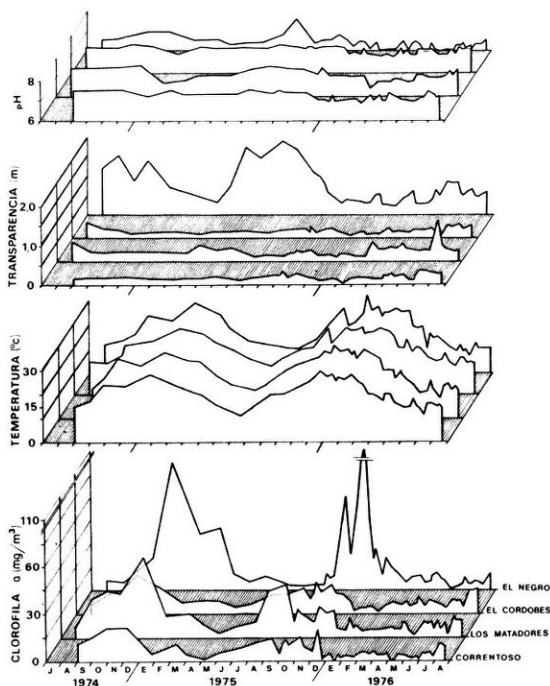


Fig. 2. Variaciones temporales de los valores de clorofila a , temperatura, transparencia y pH, en las lagunas y cauces adyacentes.

Cuadro 1
Media (\bar{x}), varianza (S^2) y número de datos (n) de los parámetros ambientales en cada laguna y río.

Lugar \ Parámetros	Lagunas		Rfos	
	Los Matadores	El Negro	Correntoso	El Cordobés
Profundidad (m)				
\bar{x}	2,51	1,68	3,74	2,21
S^2	0,44	0,16	0,46	0,51
n	48	48	49	49
Transparencia (m)				
\bar{x}	0,28	0,66	0,19	0,19
S^2	0,02	0,18	0,005	0,005
n	49	49	48	49
Temperatura (°C)				
\bar{x}	19,6	18,1	20,1	20,1
S^2	37,6	41,2	27,3	26,2
n	44	46	44	46
pH				
\bar{x}	7,0	6,5	7,2	7,2
S^2	0,39	0,09	0,03	0,03
n	49	49	48	49

La transparencia de las aguas de la laguna El Negro fue más variable y alta que la de Los Matadores ($F_s > F_{1\%}$ y $t_s > t_{1\%}$); en tanto que la transparencia de los ambientes lóticos fue significativamente más estable y baja ($F_s > F_{1\%}$ y $t_s > t_{1\%}$).

En las lagunas el pH varió de modo semejante, no obstante en El Negro fue marcadamente más ácido ($t_s > t_{1\%}$); en los respectivos cauces fue significativamente más estable y alcalino ($F_s > F_{1\%}$ y $t_s > t_{1\%}$).

Variación temporal del fitoplancton

La cantidad de clorofila *a* en función del tiempo (fig. 1), en la laguna El Negro varió en una rango amplio (1 - 100 mg/m³); los valores máximos se determinaron a fines de primavera (diciembre) y los mínimos en invierno (julio - agosto). En tanto, en el arroyo El Cordobés, las concentraciones oscilaron en un rango menor (1,6 - 25,6 mg/m³); las más altas se observaron a mediados de primavera (octubre) y las más bajas en verano-otoño (mínimos en mayo). Como se desprende de la comparación los valores de la laguna fueron más elevados, excepto durante el invierno en que fueron inferiores y durante la fase de inundación en las que las fluctuaciones siguieron a las del arroyo.

En la laguna Los Matadores, los valores de clorofila *a* oscilaron entre 2 y 52,1 mg/m³; las cantidades más bajas se presentaron en verano - otoño y a comienzos de la primavera (setiembre) en el segundo año. En el río Correntoso, variaron con la misma modalidad en un rango menor (1,40 - 21,0 mg/m³).

Los pigmentos accesorios en función del tiempo (fig. 3) presentaron fluctuaciones marcadas dentro de rangos más amplios en las lagunas que en sus respectivos cauces adyacentes. En la laguna El Negro, los valores de clorofilas (*b* y *c*) y de carotenoides fueron más altos a fines de la primavera (diciembre) y con excepción de la clorofila *c*, las concentraciones fueron mayores en la primavera del segundo año.

En Los Matadores durante la primavera del primer año, las concentraciones de las clorofilas (*b* y *c*) y carotenoides fueron relativamente altas; los pigmentos amarillos decrecieron paulatinamente, mientras que los verdes se mantuvieron con concentraciones elevadas hasta fines de verano. En el segundo año, los valores más altos se determinaron coincidentemente a comienzos de primavera (setiembre).

Las diferencias absolutas observadas en los rangos, medias y coeficientes de variación de cada uno de los pigmentos del fitoplancton de estos ambientes pueden visualizarse en la fig. 4. La falta de normalidad de estos datos, apreciable por su distribución asimétrica y por la relación positiva entre las medias y sus varianzas, fue corregida por transformación logarítmica.

El análisis comparativo de las varianzas y medias de las concentraciones transformadas (cuadro 2) indicaron que la variación de la clorofila *a* en Los Matadores fue similar a

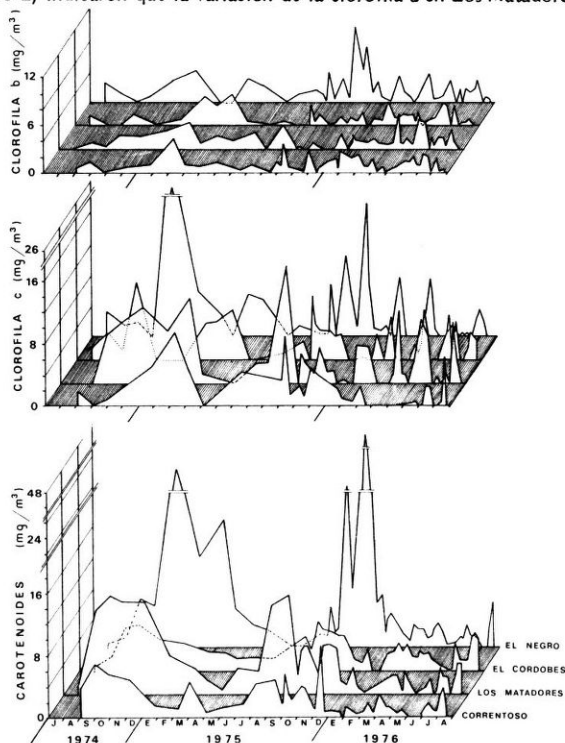


Fig. 3. Variaciones temporales de las concentraciones de clorofilas (*b* y *c*) y carotenoides, en las lagunas y cauces adyacentes.

Cuadro 2

Media (\bar{x}), varianza (S^2) y número de datos (n) de los pigmentos fotosintéticos transformados: $\log(x)$, clorofila a y $\log(x+1)$, los pigmentos accesorios.

Lugar Parámetros	Lagunas		Rfos	
	Los Matadores	El Negro	Correntoso	El Cordobés
Clorofila a				
\bar{x}	0,1675	0,9025	0,789	0,0990
S^2	0,0944	0,1855	0,0952	0,0675
n	49	49	46	48
Clorofila b				
\bar{x}	0,2990	0,3498	0,2999	0,2475
S^2	0,0396	0,0701	0,0357	0,0440
n	49	49	46	48
Clorofila c				
\bar{x}	0,4215	0,3837	0,3027	0,3627
S^2	0,1426	0,1480	0,1000	0,1131
n	49	49	46	43
Carotenoides				
\bar{x}	0,5784	0,6139	0,4485	0,5290
S^2	0,0040	0,1431	0,0643	0,0455
n	49	49	46	48

la de los ríos y significativamente diferente a la de El Negro ($F_s > F_{2,5\%}$); en tanto que los valores promedios de las lagunas y del arroyo fueron similares pero mayores que el del río Correntoso ($t > t_{5\%}$).

La variación de la concentración de clorofila b en Los Matadores fue similar a la de los ríos y menor ($F_s > F_{5\%}$) que la de El Negro; no obstante, sólo la diferencia entre la media de esta laguna y su cauce adyacente fue significativa ($t_s > t_{5\%}$).

Las diferencias entre las varianzas y entre las medias de las concentraciones de clorofila c en estos ambientes no alcanzaron a ser significativas.

En la laguna El Negro la cantidad de carotenoides fue más variable que en la laguna Los Matadores y cauces ($F_s > F_{5\%}$); en tanto que la media de las concentraciones en el río Correntoso fue significativamente más baja ($t_s > t_{5\%}$).

Relaciones del fitoplancton con parámetros ambientales

Con el objeto de estudiar las relaciones del fitoplancton (estimado por la concentración de clorofila a) con las variables ambientales determinadas se calcularon los coeficientes de correlación simple entre cada par de variables. En el cuadro 3 se destacan los altamente significativos ($p < 0,01$).

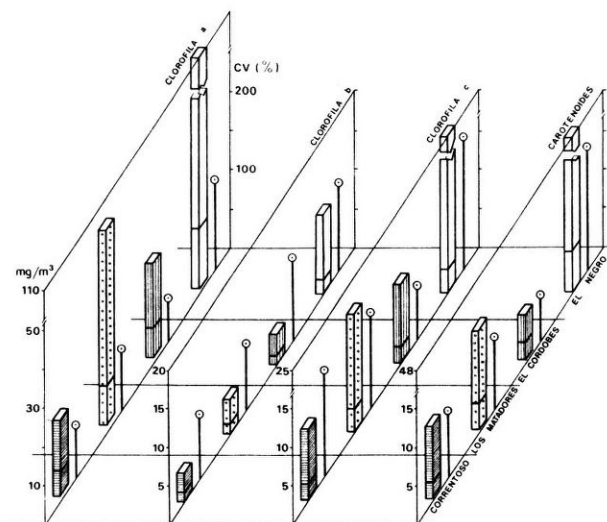


Fig. 4. Rango y media (mg/m^3 , barras) y coeficientes de variación (% , bastones) de las concentraciones de los pigmentos fotosintéticos, en las lagunas y cauces adyacentes.

Cuadro 3

Coefficientes de correlación (r) entre la clorofila a y parámetros ambientales

	Lagunas		Ríos	
	<i>Los Matadores</i>	<i>El Negro</i>	<i>Correntoso</i>	<i>El Cordobés</i>
$r_{1,2}$	- 0,52**	0,18	- 0,50**	- 0,60**
$r_{1,3}$	0,05	0,71	- 0,09	- 0,27
$r_{1,4}$	- 0,22	- 0,40**	0,20	0,20
$r_{1,5}$	0,63**	0,18	0,54**	0,59**

1= Clorofila a , 2= nivel hidrométrico, 3= temperatura, 4= transparencia, 5= pH.

** Significativas al 99%.

En la laguna Los Matadores y en los cauces secundarios la concentración de clorofila se correlacionó negativamente con el nivel hidrométrico y positivamente con el pH. Estas relaciones mostraron que las concentraciones mayores se presentaron en momentos de aguas relativamente bajas y pH más alcalino; por el contrario las menores en aguas altas y pH más ácido. La asociación positiva con el pH podría interpretarse como un efecto del nivel hidrométrico, debido a que existe una relación inversa entre estas dos variables ($r=-0,55$; $p < 0,01$).

En tanto que en la laguna El Negro, la cantidad de clorofila se correlacionó significativamente con la temperatura y la transparencia; la asociación positiva con la primera variable indicó que a medida que aumentó la temperatura se incrementó la cantidad de fitoplancton y la relación inversa con la segunda señaló que la transparencia disminuyó con los incrementos de concentración.

CONCLUSIONES

Los distintos grados de comunicación entre estas lagunas y sus respectivos cauces y en consecuencia sus diferentes respuestas hidrométricas al ciclo hidrológico durante el período de estudio, permitieron establecer diferencias significativas en la variación de ciertos parámetros abióticos y en los del fitoplancton. La transparencia de las aguas fue más variable y elevada en El Negro, en tanto que el pH fue marcadamente más ácido; esto podría deberse a la menor concentración de sólidos suspendidos (2) y al mayor porcentaje de cobertura de hidrófitas. En relación al fitoplancton, puede decirse que las concentraciones de clorofilas (*a* y *b*) y de carotenoides fueron más variables también en esa laguna.

Si bien las cantidades de fitoplancton de la laguna Los Matadores estuvieron influenciadas por las fluctuaciones del nivel hidrométrico, las diferencias determinadas entre los promedios de los pigmentos del fitoplancton de esta laguna con respecto a los de El Negro no fueron significativas.

Por otra parte, las fluctuaciones de todos los grupos de pigmentos en Los Matadores, siguieron estrechamente a las del río, pero con concentraciones más elevadas; en tanto que en El Negro éstas fueron similares a las de El Cordobés, sólo durante la fase de inundación.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Drago, E.C. 1976. Origen y clasificación de ambientes lentíticos en llanuras aluviales. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 7: 123-137.
- 2.- Drago, E.C. 1980. Aspectos limnológicos de ambientes próximos a la ciudad de Santa Fe. (Paraná medio): Comportamiento hidrológico y sólidos suspendidos. *Ecología*, 5: 31-48.
- 3.- Drago, E.C. 1981. Grados de conexión y fases hidrológicas en ambientes lentíticos de la llanura aluvial del río Paraná (Argentina). *Ecología*, 6: 27-33.
- 4.- Emiliani, F. 1977. Fluctuaciones estacionales de las poblaciones bacterianas en el ecosistema: río Correntoso - laguna Los Matadores (Santa Fe, Argentina). *FAVE*, 1 (2): 73-94.

- 5.- García de Emiliani, M.O. 1980. Fitoplancton de una laguna del valle aluvial del Paraná medio ("Los Matadores", Santa Fe, Argentina). I. Estructura y distribución en relación a factores ambientales. *Ecología*, 4: 127-140.
- 6.- García de Emiliani, M.O. 1981. Fitoplancton de una laguna del valle aluvial del Paraná medio ("Los Matadores", Santa Fe, Argentina). II. Factores ecológicos asociados a la distribución de las especies. *Ecología*, 6: 73-77.
- 7.- García de Emiliani, M.O. y P. Depetris. A principal components analysis of the phytoplankton from a pond in the Paraná River Valley, Argentina. *Hydrobiología*, 89 (2): 117-122.
- 8.- Parsons, T.R. y J.D.H. Strickland. 1963. Discusion of spectrophotometric determination of marine plant pigments, with revised equation for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *J. Mar. Res.*, 21: 155-163.
- 9.- Perotti de Jorda, N.M. 1977. Pigmentos y producción primaria en el Paraná medio: laguna "Los Matadores" (Santa Fe, Argentina). *Physis*, 36 (92): 89-113.
- 10.- Perotti de Jorda, N.M. 1981. Fitoplancton del río Paraná medio (Santa Fe, Argentina). Su variación en relación a factores ambientales en algunos cauces secundarios. *Ecología*, 6: 79-84.
- 11.- Schiaffino, M. 1977. Fitoplancton del río Paraná. I. Sus variaciones en relación al ciclo hidrológico en cauces secundarios de la llanura aluvial. *Physis*, 36 (92): 115-125.