

PERIFITON DE UN AMBIENTE LENITICO DE LA LLANURA
ALUVIAL DEL RIO PARANA MEDIO (*)

Liliana N. Sacchi (**)

Instituto Nacional de Limnología

José Macía 1933

3016 - Santo Tomé (Sta. Fe)

Argentina

RESUMEN

Se describe la evolución temporal y espacial de la producción del perifiton y su velocidad promedio de crecimiento durante 18 meses, en la laguna La Cuarentena.

Se utilizaron substratos artificiales (cilindros de vidrio pyrex) colocados a tres profundidades (superficie, 0,20m y 0,40m) durante tiempos de inmersión variables y crecientes (entre 6 y 82 días).

Se midió carbono orgánico total (mgCOT/dm^2) y clorofila a ($\mu\text{gCl}a/\text{dm}^2$) en todos los muestreos y peso seco (mg/dm^2) en algunos períodos.

La velocidad media de crecimiento se calculó en base a la producción y a los días de exposición de los substratos (mgCOT/dm^2 día).

La producción y la velocidad media presentaron sus máximos registros durante la primavera ($\bar{x}=1,27 \text{ mgCOT}/\text{dm}^2$, $\bar{x}=154,93 \mu\text{gCl}a/\text{dm}^2$ y $\bar{x}=0,058 \text{ mgCOT}/\text{dm}^2$ día), permaneciendo sus valores relativamente bajos el resto del año ($\bar{x}=0,46 \text{ mgCOT}/\text{dm}^2$, $\bar{x}=12,99 \mu\text{gCl}a/\text{dm}^2$ y $\bar{x}=0,021 \text{ mgCOT}/\text{dm}^2$ día); presentaron una relación inversa con el nivel hidrométrico y se comprobó que sus valores no variaron entre superficie y 0,4 m de profundidad.

También se dan a conocer las variaciones de algunos factores ambientales relacionados con el crecimiento del perifiton.

ABSTRACT

Periphyton of a lenitic environment in middle Paraná river floodplain

The temporal and spacial evolutions performed during 18 months in the production and average growth rate of the periphyton, in "La Cuarentena" lagoon, are described.

To determine the values of the above mentioned procedure, artificial substrates (cylinders of pyrex glass) were used. There were placed at three different depths (surface, 0,2m and 0,4m), during increasing periods of time ranging from 6 to 82 days each.

(*) Presentado en el X Congreso de Ecología (M. del Plata, 1982) y en la Reunión de Comunicaciones Científicas de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral (Santa Fe, 1983).

(**) Becaria del CONICET.

In all the sampling performed the production was measured as total organic carbon and chlorophyll. Only in some periods was it considered as dry weight.

Average growth rate was estimated by dividing the production by the number of days submerged.

The results achieved showed that production and average growth rate reached their maxima during spring time ($\bar{x}=1,27$ mgCOT/dm², $\bar{x}=154,93$ μ gCla/dm² and $\bar{x}=0,058$ mgCOT/dm² day). The rest of the year their values remained low ($\bar{x}=0,46$ mgCOT/dm², $\bar{x}=12,99$ μ gCla/dm² and $\bar{x}=0,021$ mgCOT/dm² day). At the same time these values increased as the hydrometric level decreased.

On the other hand they were steady between the surface and a depth of 0,4m.

The variations related to some environmental factors that influence in some way the periphyton's development are also considered.

INTRODUCCION

El perifiton es una de las comunidades más importantes de los cuerpos de agua poco profundos y vegetados. El valle aluvial del río Paraná medio posee numerosos ambientes con estas características; sin embargo, son escasos los antecedentes sobre el tema en la zona y aún en la Argentina, especialmente los referidos a su cuantificación 1,2,10.

Con el fin de contribuir al conocimiento de la ecología del perifiton se analizó durante 18 meses, la evolución temporal y espacial de su biomasa y su velocidad promedio de crecimiento en un ambiente lenfítico.

AREA DE ESTUDIO

La Cuarentena (isla Carabajal, 31°42'S y 60°37'W — fig. 1) es una laguna de adomamiento (Drago, 1982, com.pers.) que consta de dos brazos principales (el mayor de 2,7Km y el otro de 1,7Km) y una serie de bahías estrechas y alargadas. Su superficie es de 2,74Km² (con un nivel del río Paraná de 3,32m en el puerto Paraná), lo que constituye aproximadamente el 10% del área total de la isla y el cuerpo lenfítico más extenso. Presenta una comunicación casi permanente con el río, además por las características topográficas de la isla, la laguna actúa como colector del sector norte, lo que se acentúa en períodos de creciente. La vegetación acuática constituye un sustrato excelente para el desarrollo del perifiton, sin embargo, durante la mayor parte del año, la laguna posee una cobertura vegetal escasa, excepto en los brazos, donde la riqueza vegetal es mayor porque el efecto del viento disminuye y la transparencia aumenta (Lallana y Sabattini, 1982, com.pers.). Durante el período estudiado, se hallaron principalmente camalotes (*Eichhornia crassipes*, *E. azurea*, *Pontederia rotundifolia*), catay (*Polygonum stelligerum*, *P. punctatum*), helechito de agua (*Salvinia herzogii*, *S. rotundifolia*) y falsa verdolaga (*Ludwigia peploides*). En épocas de creciente la hidrofita más abundante fue *E. crassipes*.

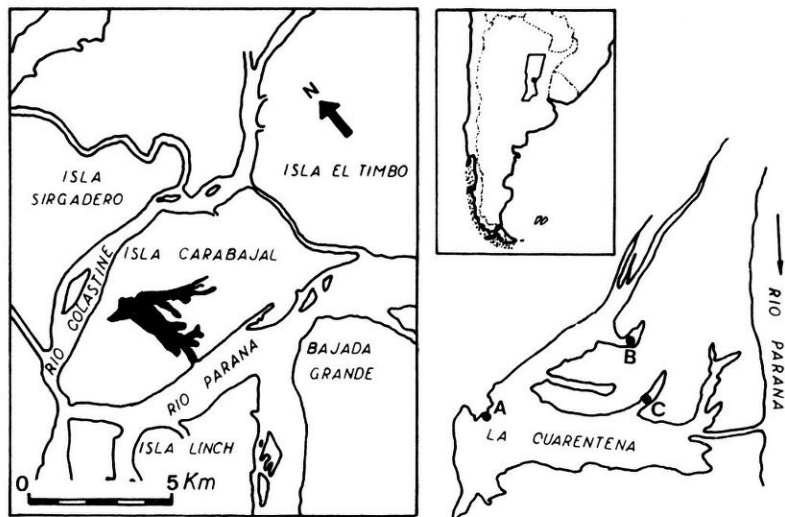


Fig. 1 : Isla Carabajal y ubicación de las estaciones de muestreo en la laguna La Cuarentena.

MATERIAL Y METODOS

La biomasa del perifiton se midió sobre soportes artificiales colocados en superficie, 0,2m y 0,4m de profundidad; estos niveles se eligieron porque las lecturas del disco de Secchi no superaron, la mayoría de las veces, los 0,5m. La cuantificación se realizó por carbono orgánico total (COT), clorofila *a* (C_{la}) y, en algunos períodos, peso seco (PS).

Se seleccionaron tres puntos de estudio (A, B y C, fig. 1), que fueron muestreados en distintos períodos (Cuadro 1) de acuerdo a la localización de las hidrofitas (principalmente camalotes) y a la profundidad. Las muestras fueron extraídas después de distintos tiempos de inmersión (6 a 82 días) con el propósito de conocer la evolución temporal del perifiton.

Se usaron cilindros de vidrio pyrex de 40mm de alto y 25mm de diámetro para la obtención de las muestras. Los cilindros fueron mantenidos en la columna de agua por medio de un soporte metálico que consta de un eje central sostenido por dos flotadores y tres platos donde fueron colocados los substratos artificiales. Con el objeto de evitar pérdidas del material adherido, los substratos de vidrio pyrex fueron retirados del soporte utilizando una pinza especial; para su traslado al laboratorio, fueron colocados en una caja de madera cuyo dispositivo interior impide el contacto entre los cilindros.

Durante algunos períodos (Cuadro 1) no se obtuvieron muestras a 0,4m de profundidad, debido a la pérdida y a la posterior imposibilidad de reposición de ese nivel en el muestreador.

La medición de carbono se realizó mediante un horno de inducción y un analizador infrarrojo. Más detalles de las características del soporte artificial y de la metodología empleada para la evaluación del COT, Cla y PS, puede encontrarse en Apesteeguía *et al*¹.

La producción del perifiton se estimó como biomasa acumulada en los sustratos desde que fueron sumergidos hasta que fueron retirados; este valor (ya sea como mg de peso seco, mg de carbono o μg de clorofila *a*) fue dividido por la superficie de cada cilindro, obteniéndose la biomasa por unidad de área de sustrato.

La velocidad media (o promedio) de crecimiento ($\text{mgCOT}/\text{dm}^2\text{día}$) se calculó dividiendo la biomasa, expresada como carbono, por el número de días que permanecieron expuestos los sustratos. Esta estimación fue considerada por Marcus⁸ como una medida de la productividad neta del perifiton, no obstante, en el presente trabajo, se consideró más apropiada la denominación "velocidad media de crecimiento", siguiendo el criterio de Apesteeguía y Marta².

La contribución de los sedimentos inorgánicos en la biomasa total (PS) se calculó determinando el % de COT en PS. La biomasa de algas incluida en la biomasa total (PS) y en la evaluada como carbono orgánico (COT), se estimó mediante el % de clorofila *a* (Cla) en PS y en COT, respectivamente.

La transparencia del agua fue estimada mediante un disco Secchi de 0,25m de diámetro, el pH se estimó "in situ" con un medidor de pH "Hellige" y la temperatura superficial con termómetro de mercurio.

Los datos de alturas hidrométricas diarias registrados en el hidrómetro del puerto de la ciudad de Paraná, fueron proporcionados por el departamento Paraná medio de la Dirección de Construcciones Portuarias y Vías Navegables.

En la interpretación estadística de los datos se empleó el análisis de la varianza, comprobándose la homocedasticidad con el test de Bartlett. Se calcularon los coeficientes de correlación lineal simple (*r*) de Bravais—Pearson entre pares de variables y la hipótesis de la distribución normal se comprobó mediante la prueba del Chi-cuadrado y por el método gráfico de los Rankits (cuando el n° de datos fue pequeño) ¹².

Se aplicó el test no paramétrico de Kruskal—Wallis en los casos en que el test de Bartlett fue significativo¹¹.

Los datos de transparencia, COT y Cla fueron normalizados logarítmicamente y los de velocidad media por la raíz cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Parámetros físico—químicos

Nivel hidrométrico (Nh)

El comportamiento hidrológico del río Paraná durante el año 1981 puede considerarse como normal, con un período de creciente que finalizó al término del verano y uno de estiaje, con valores mínimos a fines de invierno y comienzos de primavera. En cambio, durante el año 1982 el río presentó una elevación inusual de su nivel, registrando aguas altas durante todo el año (fig. 2).

Como consecuencia de esto, las estaciones de muestreo estuvieron influenciadas por: el agua de inundación, proveniente de madrejones y lagunas ubicados en el sector norte de la isla y, hacia el final del período de

Cuadro 1

Producción de perifiton en las tres profundidades (sup.; 0,2 y 0,4 m) y en los diferentes períodos de muestreo

M	PERIODO	Ds.	mq COT/dm ²			µg Cl ₂ /dm ²		
			SUP.	0,2m	0,4m	SUP.	0,2m	0,4m
1	24/III/81	7	0,57	0,75	0,67	12,8	6,14	4,34
	a1 7/IV/81	11	0,65	1,13	1,28	2,35	2,26	1,68
2	5 / V / 81	9	0,16	0,15	0,11	8,67	7,70	-
	a1	18	0,16	0,16	0,09	11,81	9,41	6,32
	24	24	0,25	0,53	0,29	19,16	27,92	7,21
	5 / VI / 81	30	0,69	0,96	0,26	47,04	-	12,50
3	23/ V / 81	32	0,78	1,13	0,59	-	19,80	35,00
	a1	39	0,83	1,06	0,56	7,20	15,33	14,88
	8 / VII/81	46	0,50	1,29	1,04	7,31	12,58	11,34
4	24 / VI / 81	23	0,49	0,45	0,43	9,77	9,10	14,94
	a1	29	0,46	0,93	0,45	4,96	27,53	9,18
	30/VII / 81	36	0,38	0,73	0,58	0,67	10,45	10,77
5	16 / IX / 81	6	0,24	0,20	0,17	5,01	6,47	-
	a1	14	0,88	0,45	0,22	-	-	-
	22	22	0,72	0,99	0,21	7,71	18,12	-
	30	30	1,04	1,37	0,49	45,41	51,56	84,45
	12 / XI / 81	35	1,74	1,08	0,83	72,13	187,30	117,81
	56	56	5,72	5,25	2,88	653,74	391,81	194,97
6	12 / XI / 81	6	1,25	1,05	-	464,4	439,1	-
	a1	35	0,73	0,98	-	18,56	10,14	-
	2 / II / 81	82	0,73	0,20	-	20,22	28,53	-
7	2 / II / 81	13	0,58	0,72	-	25,04	42,27	-
	a1	22	0,44	0,50	-	4,75	5,24	-
	29	29	0,39	0,34	-	8,78	14,63	-
	11/ III / 81	37	0,17	0,23	-	16,50	5,76	-
8	11/ III / 81	27	0,13	0,11	-	2,73	4,41	-
	a1	49	0,88	0,57	-	23,64	20,26	-
	61	61	0,40	0,25	-	11,69	8,83	-
	19 / V / 82	69	0,23	0,33	-	5,55	14,62	-
9	8 / VII / 82	12	0,27	0,08	0,11	37,01	4,26	1,82
	a1	26	0,22	0,24	0,13	3,14	4,91	1,08
	26/ VIII/ 82	49	0,17	0,28	0,23	-	4,88	-

M= n° de muestreo y estación. ds= días transcurridos desde que se colocó el sustrato hasta que fue extraído. sup= superficie.

muestreo, por el agua de río que penetró directamente por el canal de comunicación de la laguna con el cauce principal.

Transparencia

Registró un valor máximo de 140 cm (estaciones A y C), un mínimo de 14 cm (estación C -- fig. 2) y más del 60 % de las mediciones fueron inferiores a la media -- 0,5 m.

No se correlacionó significativamente con el Nh ni con la profundidad de los puntos de muestreo.

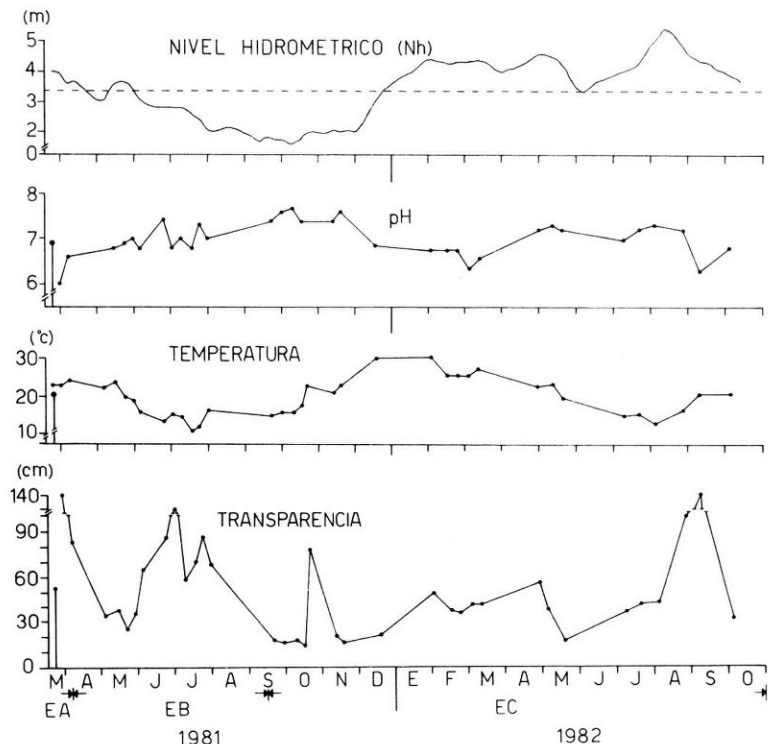


Fig. 2 : Variación de la transparencia, temperatura y pH en las estaciones y fluctuaciones del nivel hidrométrico (Nh) del río Paraná durante el período de estudio. Los valores medios están representados por líneas coronadas con un círculo lleno. La línea punteada indica el límite entre aguas medias y altas.

pH

Osciló entre 5,5 y 7,6 ($\bar{x}=6,9$; fig. 2), estando correlacionado con el Nh ($r = -0,49$; $p < 0,01$).

Los valores más bajos se registraron en los períodos de crecientes (enero-abril/1982) o en los meses inmediatamente posteriores (marzo-mayo/1981), posiblemente debido al enriquecimiento de ácidos orgánicos provenientes de la descomposición del material arrastrado por las aguas de inundación.

Los valores más elevados se registraron entre agosto y noviembre/1981, coincidiendo con el período de estiaje y debido, probablemente, al gran consumo de CO₂ por parte del fitoplancton y durante el período mayo-agosto/1982 por el aporte constante del agua del río (con un pH promedio de 7,3) que homogenizó el pH de la laguna.

Temperatura

Varió entre 11 y 31°C ($\bar{x} = 20,5^{\circ}\text{C}$ - fig. 2). No presentó características especiales y evolucionó de acuerdo a las estaciones del año.

Parámetros biológicos

Producción: variación temporal y espacial

En las tres profundidades y en los muestreos nº 1 al 4 y 7 al 9 (Cuadro 1), el incremento del tiempo de exposición estuvo asociado con un aumento de la biomasa (expresada como carbono orgánico). Esto se registró hasta un determinado número de días, a partir de los cuales los valores decrecieron o permanecieron constantes, dependiendo de la época del año y de las condiciones ambientales, siendo por lo tanto muy variable.

En general, este período fue de 35–40 días en invierno y 15–20 días en verano. En primavera no se registraron valores estacionarios de la producción ni aún después de 56 días (muestreo 5).

Los aumentos de carbono fueron acompañados de incrementos en la *Cla*. Sin embargo, en los muestreos 1, 3 y 7 la relación fue inversa. Esto también se observó en el muestreo 6, pero solamente a 0,2m de profundidad.

Este comportamiento estaría explicado por el aumento de hongos, bacterias, protozoarios y aún detritus, que alterarían las condiciones necesarias para el crecimiento algal.

Los valores de *Cla* en los distintos muestreos fueron tan variables, que no se pudo establecer un período durante el cual la producción de algas decreció o permaneció constante.

En general, la mayor cantidad de material adherido (expresado como PS) se registró en superficie (Cuadro 2) el valor máximo se obtuvo después de 56 días de inmersión (12/noviembre/1981) y la media de los cinco muestreos fue de 140,81 mg/dm². A 0,2m, el mayor valor se registró a los

Cuadro 2

Producción del perifiton (expresada como peso seco) en la estación C, según los días transcurridos (ds) desde que se colocó el substrato hasta que se lo extrajo.

M*	ds	Producción (mg/dm ²)		
		sup.	0,20m	0,40m
5	14	104,65	55,70	6,68
	22	55,36	123,34	12,25
	30	231,86	222,88	75,59
	35	388,78	307,70	199,13
	56	605,61	210,11	541,59
6	6	487,58	415,87	—
	35	198,52	243,34	—
	82	46,94	24,93	—
7	13	29,23	35,19	—
	22	27,18	24,90	—
	29	61,105	21,78	—
	37	12,31	23,64	—
8	27	16,51	18,52	—
	49	18,96	57,70	—
	61	19,63	14,68	—
	69	351,92	92,44	—
9	12	13,13	6,91	1,96
	26	4,36	9,81	4,34
	49	1,84	7,62	75,80
10**	25	—	10,23	9,12

* Los números de los muestreos (M) y el período que comprendió cada experiencia son los mismos que los del Cuadro 1.

** Este muestreo abarcó desde el 9 de setiembre hasta el 4 de octubre 1982.

6 días (18/noviembre/1981) y la media de los seis muestreos fue de 96,36 mg/dm². A 0,4m, no se calculó el valor medio por considerar poco representativo el número de muestras.

Cabe destacar los elevados registros de producción hallados con 56 días de inmersión y aquellos con solo 6 días (Cuadros 1 y 2, muestreos 5 y 6).

En el muestreo 7, en superficie, a medida que aumentó el tiempo de inmersión, el carbono orgánico disminuyó, en tanto que la Cla y el PS fueron variables algo similar se dió en el muestreo 1. Sin embargo, los índices de correlación lineal simple (r) calculados entre cada par de variables indicaron que los tres parámetros variaron conjuntamente en cada nivel (cuadro 3).

Los rangos de variación del % de COT en PS (fig. 3) fueron de 0,07--9,24 % para superficie y 0,25 -3,67 % para 0,2m e indicaron la importante cantidad de material inorgánico (limo y arcillas) que se depositó sobre los substratos. La mayoría de los autores (3,5,7,8,13) encontraron proporciones considerables de CO₃Ca y cenizas: entre 30 y 85 %. En este estu-

dio, las proporciones resultaron significativamente más elevadas (90- 95 % de sedimentos), pero los trabajos citados anteriormente fueron realizados en ambientes marcadamente diferentes (lagos y corrientes de más transparencia y pH alcalinos) a los del valle aluvial del río Paraná medio.

Las medias de los % de COT en PS (1,9 % y 1,3 %) fueron semejantes a las halladas en otro cuerpo lenítico del mismo valle aluvial (3,9 %).

Los % de Cla en PS (fig. 3) resultaron mayores y más fluctuantes en superficie (0,02-0,28 %) que a 0,2m (0,04 -0,18 %); en superficie el máximo valor se registró en otoño/82 mientras que el pico a 0,2m fue en primavera/81 y coincidió con la máxima producción.

Estos valores fueron inferiores a los citados por otros autores: 1,3 %⁶, 0,72-1,31%¹³, 0,4%⁹, 0,5%⁴ y solo comparables con los de Kowalcwski⁷ (0,02-0,08%) y Apesteguía, *et al*¹ (0,13 %).

Los % de Cla en COT (fig. 3) fueron semejantes en las dos profundidades: 0,18-37,15% (superficie) y 0,2-41,82% (0,2m). Los picos se registraron en primavera y resultaron muy superiores a los de Marcus⁸ (1,9 %), Apesteguía, *et al*¹ (6,6%) y Szczepańska¹³ (1,31%).

Para un mismo tiempo de exposición se obtuvieron diferentes valores de biomasa en cada nivel (Cuadro 1 y 2). Sin embargo el análisis estadístico demostró que no existieron diferencias significativas en la producción hasta los 0,4m, máxima profundidad seleccionada por la escasa transparencia de las aguas (Cuadro 4).

Los r calculados entre la producción y los parámetros físico-químicos medidos, no fueron significativos, excepto los hallados entre la Cla, el COT y el PS con el nivel hidrométrico ($r_{Cla, Nh} = -0,47$; $r_{COT, Nh} = -0,51$

Cuadro 3

Valores de los coeficientes de correlación lineal simple (r), hallados entre los parámetros evaluadores de la producción, para cada profundidad.

Correlación entre	Profundidad (m)	r	p
COT y Cla	Sup.	0,74	- 0,01
	0,20	0,65	- 0,01
	0,40	0,55	- 0,05
COT y PS	Sup.	0,68	- 0,01
	0,20	0,72	- 0,01
PS y Cla	Sup.	0,65	- 0,01
	0,20	0,78	- 0,01

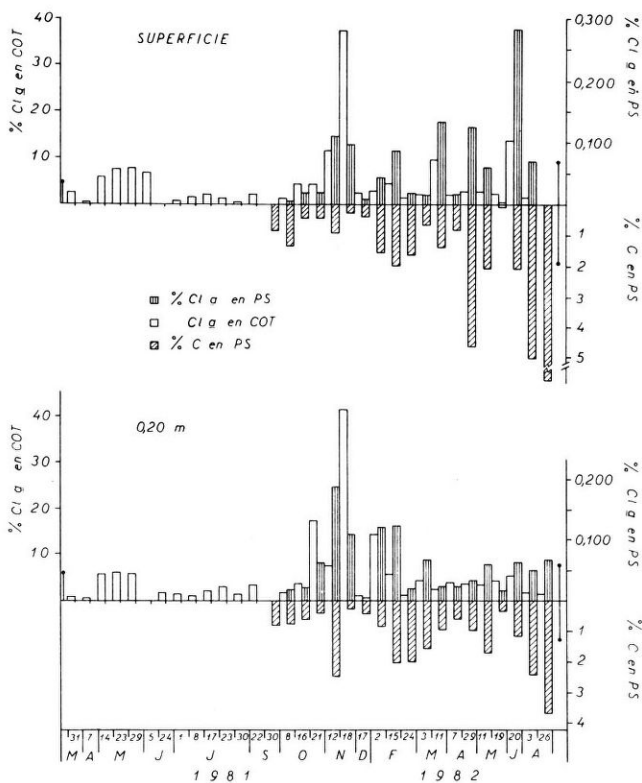


Fig. 3 : Valores de los o/o de Cla y COT en peso seco y o/o de Cla en COT, para superficie y 0,2 m. Los valores promedios de cada variable se representaron por líneas coronadas con un círculo lleno.
 Cla= clorofila a ; COT= carbono orgánico total; PS= peso seco

y $r_{PS, Nh} = -0,72$, $p < 0,01$).

Esta relación inversa se debería al efecto de "lavado" de los substratos artificiales por las aguas de inundación.

Velocidad media de crecimiento: variación temporal y espacial

Como las diferencias halladas entre las velocidades promedios calculadas para cada nivel, no fueron significativa ($H_C = 1,39 < H_{t,05} = 5,99$), se determinó un valor promedio con los datos de las tres profundidades. Su variación en los 18 meses de muestreo se observa en la figura 4.

El valor máximo fue de 0,191 mgCOT/dm²día (18/noviembre/1981), el mínimo de 0,004 mgCOT/dm²día (7/abril – 19/mayo/1982) y la media de 0,03 mgCOT/dm²día; estos valores solo fueron comparables con los de Apesteguía y Marta² (0,141 mgC/dm²día) y Marcus⁸ (0,10mg/dm²día), en tanto que resultaron inferiores a los de Castenholz³ (0,30–10,0 mgC/dm²día).

Las diferencias observadas para las mismas estaciones del año (otoño–invierno), indicaron que cuando el Nh aumenta, la velocidad promedio disminuye, el índice de correlación entre ambos fue de $r = -0,5$ ($p < 0,01$). Esto también se visualiza en la figura 4, donde los valores hallados durante el año 1982 fueron inferiores a los de 1981 (año de ciclo hidrológico normal), evidenciando nuevamente el efecto de "lavado" de los cilindros por las aguas.

Al igual que la producción, la velocidad media no presentó una correlación significativa con el resto de los parámetros físico–químicos.

Cuadro 4

Estadísticos H (según Kruskal–Wallis¹¹) y F, para evaluar la variación de la producción en función de la profundidad.

Producción	Valores			p
	calculado	de tabla		
COT mg/dm ²	H= 1,82	H= 9,21		– 0,01
Cl _a µg/dm ²	F= 0,13	F= 4,93		– 0,01
PS mg/dm ²	F= 0,62	F= 5,07		– 0,01

COT= carbono orgánico total; Cl_a= clorofila *a*; PS= peso seco.

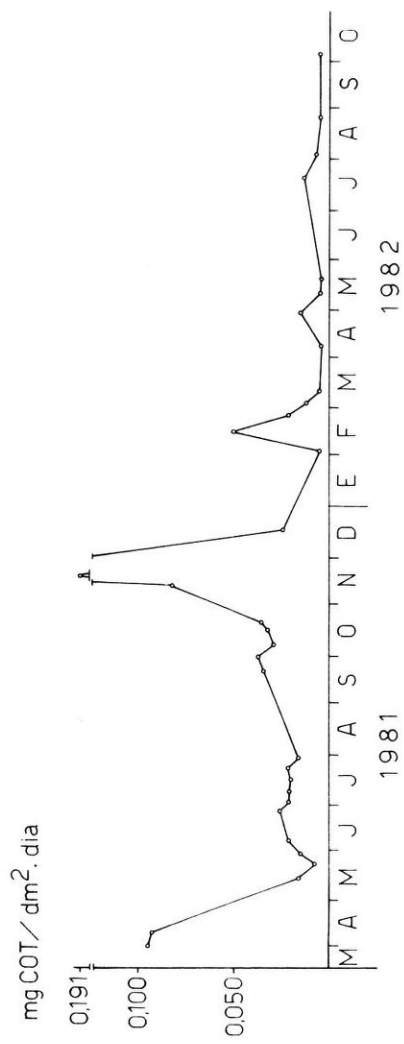


Fig. 4 : Variación de la velocidad media de crecimiento del perifiton durante el período de muestreo.

CONCLUSIONES

La producción y la velocidad media de crecimiento del perifiton no fueron afectadas por la profundidad hasta los 0,4m.

La producción (ya sea como COT/dm², Cl₂/dm² o PS/dm²) fue máxima en primavera y presentó bajos valores el resto del año.

Tanto la producción como la velocidad media de crecimiento, evidenciaron una marcada influencia del nivel hidrométrico: cuando este aumenta, la biomasa y la velocidad promedio disminuyen.

Los bajos % de COT en PS demostraron la considerable cantidad de sedimentos inorgánicos (limo y arcillas) adheridos a los sustratos.

Agradecimientos

A la Biol. Norma Perotti de Jorda por su apoyo constante, a los Prof. María O.G. de Emiliani y Juan C. Paggi por la lectura crítica del manuscrito y al Sr. Ramón Regner por su ayuda durante las campañas.

REFERENCIAS

- 1— Apesteguía, C., J. Marta y R. Tombolini. 1978. Producción de perifiton en ambientes acuáticos del río Paraná medio. *Ecología*, 3: 43–55.
- 2— Apesteguía, C. y J. Marta. 1979. Producción de perifiton en ambientes acuáticos del río Paraná medio. II: Medición de la velocidad de producción media e instantánea. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 10: 39–48.
- 3— Castenholz, R. 1960. Seasonal changes in the attached algae of freshwater and saline lakes in the lower Grand Coulee, Washington. *Limnol. Oceanogr.*, 5: 1–28.
- 4— Cushing, C. 1967. Periphyton productivity and radionuclide accumulation in the Columbia river, Washington, USA. *Hydrobiologia*, 29: 125–139.
- 5— Gons, H. 1982. Structural and functional characteristics of epiphyton and epipelon in relation to their distribution in lake Vechten. *Hydrobiologia*, 95: 79–114.
- 6— Grzenda A. y M. Brehmer. 1960. A quantitative method for the collection and measurement of stream periphyton. *Limnol. Oceanogr.*, 5: 190–194.
- 7— Kowalczewski, A. 1975. Periphyton primary production in the zone of submerged vegetation of Mikolskie lake. *Ekol. Pol.*, 23: 509–543.
- 8— Marcus, M. 1980. Periphytic community response to chronic nutrient enrichment by a reservoir discharge. *Ecology*, 61: 387–399.
- 9— McIntire, C., R. Garrison, H. Phinney y C. Warren. 1964. Primary production in laboratory streams. *Limnol. Oceanogr.*, 9: 92–102.
- 10— Sacchi, L. 1982. Metodología y ecología del perifiton y fitobentos del Paraná medio (p. 67–80). En: Estudio Ecológico del Río Paraná Medio – Contrato Agua y Energía–INALI, 2do. Informe–1ra. Parte (135 p.).
- 11— Siegel, S. 1979. Estadística no paramétrica, aplicada a las ciencias de la conducta. *Trillas*. México, 346 p.
- 12— Sokal, R. y F. Rohlf. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. *Blume*. Madrid. 832 p.
- 13— Szczepańska, W. 1970. Periphyton of several lakes of the Mazuriam lakeland. *Pol. Arch. hydrobiol.*, 17: 397–418.

Recibido/Received/: 19 mayo 1983