

ALGAS NO PLANCTÓNICAS: UN EXPERIMENTO DE COLONIZACIÓN

K. S. ESQUIÚS^{1,2}, A. H. ESCALANTE^{1, 2} & L. C. SOLARI³

¹ Laboratorio de Limnología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3250, 3° Piso, 7600 Mar del Plata, Argentina. kesquiús@mdp.edu.ar

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). aescalan@mdp.edu.ar

³ Instituto de Limnología «Dr. Raúl A. Ringuelet», Av. Calchaquí, km 23.5, 1888 Florencia Varela, Argentina. solari@ilpla.edu.ar

ABSTRACT

The aim of the present research is to study the algal colonization process using artificial substrata placed in Los Padres Lagoon waters (Province of Buenos Aires) during summer. The area selected for sampling were the influent stream (Los Padres Creek) and the effluent (La Tapera Creek) due to the large amount of «giant bulrush» *Schoenoplectus californicus* found there. In each area two samplers containing ten slides arranged in two columns were vertically placed. The first removal was carried out after a week, the second one after two days and third one after four days. The fourth and fifth removals were carried out following a geometric progression during 37 days of colonization. Colonizing community was removed from the substrata by scraping their surfaces. Ninety nine epiphytic algae species were identified. Among them, diatoms represented the dominant group. The number of algae species and their abundance were higher in the output area (La Tapera Creek), while the specific diversity was higher in the input area (Los Padres Creek). The longer exposition period artificial substrata had, the higher algae species number developed. The exposition period employed allowed to observe the maturity of the epiphyton community, and the decrease of algal density after 13 and 21 days of colonization in the input and output areas, respectively. It was concluded that an exposition period of about a month results appropriate for the attached algae to reach the complete colonization of artificial substrata in a moderately eutrophic lagoon.

Key words: epiphyton, colonization, artificial substrata, lagoon.

INTRODUCCIÓN

El perifiton desempeña un rol importantísimo en los ecosistemas acuáticos continentales. Además de contribuir a la productividad primaria total del sistema (Mann & Wetzel, 2000), puede ser utilizado como «indicador» de las condiciones ambientales existentes. Su biomasa, composición específica y productividad son afectadas por factores abióticos, tales como luz, movimiento del agua, cantidad de nutrientes, tipo de sustrato (Niyogi *et al.*, 1999; Mann &

Wetzel, 2000; Hillebrand & Kahlert, 2001) y por interacciones bióticas, como competencia por los recursos y herbivoría (Wellnitz & Ward, 2000; Sommer, 2001).

Los métodos utilizados en el estudio de la comunidad epifítica son muchos y variados, e incluyen tanto la colonización del epifiton en sustratos vivos (naturales) como en sustratos artificiales (Davies & Gee, 1993). Para estos últimos, los períodos de exposición al ambiente son variados y dependen de la calidad y temperatura del agua y del propósito de la investigación (Aloi, 1990). Si bien un período

de colonización estándar no es aplicable a cualquier tipo de ambiente, la mayoría de los autores señalan que se requeriría un mes para muchos sistemas dulceacuícolas, aunque en lagos y lagunas oligotróficos los períodos de exposición deberían ser más prolongados a fin de obtener resultados confiables (Boston & Hill, 1991; Goldsborough & Hickman, 1991).

El objetivo del presente trabajo fue conocer el proceso de colonización de la flora algal en sustratos artificiales colocados en la Laguna de Los Padres (Partido de Gral. Pueyrredón, Prov. de Buenos Aires) durante la estación de verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Laguna de Los Padres (37° 56' 30" S, 57° 44' 30" W) es un lago somero de la Pampasia bonaerense, de carácter permanente, con circulación de la columna de agua durante todo el año y sin estratificación térmica ni química, salvo en períodos cortos y en áreas restringidas (Ringuelet, 1962, 1972; Ringuelet *et al.*, 1967).

En el verano de 2002 se seleccionaron como sitios de muestreo dos áreas opuestas de la laguna (Figura 1), cubiertas por extensos juncales de *Schoenoplectus californicus*: **1**-la desembocadura del Arroyo de Los Padres (afluente), donde el movimiento del agua puede ser intenso, dependiendo del mayor o menor caudal aportado por dicho afluente y **2**-las

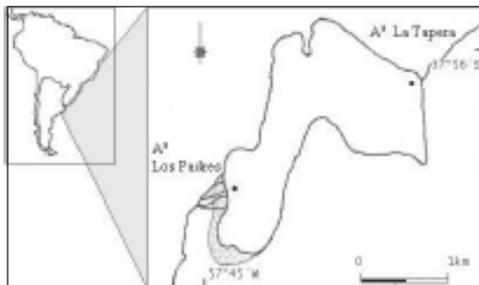


Figura 1. Mapa de la Laguna de Los Padres. Los puntos (*) indican los sitios de muestreo.

nacientes del Arroyo de La Tapera (efluente), donde existe una pequeña compuerta que aminora el movimiento del agua y le confiere características «lénticas» (Escalante *et al.*, 1998; Parada, 1999; Esquiús *et al.*, 2002; Esquiús, 2003).

Entre los juncos de cada sitio de muestreo, se colocaron dos muestreadores (original y réplica). Cada muestreador consistió de un armazón de 21 cm de lado de alambre de cobre, conteniendo diez portaobjetos de acrílico rugoso dispuestos en dos columnas y unidos al armazón y entre sí con alambre de cobre, de manera tal de extraerlos fácilmente por separado. Al borde inferior del aparato se le unieron dos pesas de uso común en pesca, con el fin de mantenerlo en posición vertical (Figura 2).



Figura 2. Sustratos artificiales colocados en la Laguna de Los Padres.

Se dejó transcurrir una semana entre la fecha de colocación de los sustratos en el agua y la primera extracción. Transcurridos estos siete días, se extrajeron de cada muestreador los dos portaobjetos superiores. Posteriormente se realizaron las extracciones siguientes a los 2, 4, 8 y 16 días, hasta completar un total de 37 días de colonización (Figura 3).

Al momento de cada extracción se midieron *in situ* temperatura del agua y del aire, transparencia (disco de Secchi) y profundidad. Al inicio y al final

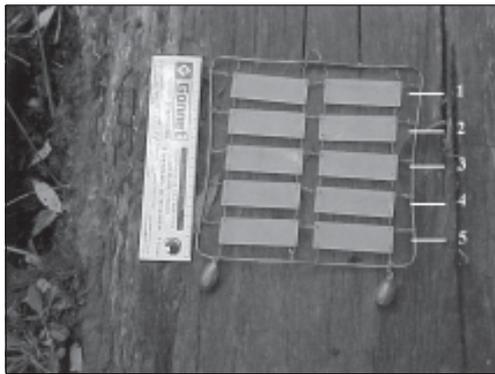


Figura 3. Posición de los sustratos artificiales respecto del sedimento. Los números indican: 1- Primera extracción (0,20-0,16 m), 2- Segunda extracción (0,16-0,12 m), 3- Tercera extracción (0,12-0,08 m), 4- Cuarta extracción (0,08-0,04 m) y 5- Quinta extracción (0,04-0 m).

del experimento se tomaron además muestras de agua para los análisis de oxígeno disuelto, DBO₅, pH, alcalinidad total, alcalinidad de carbonatos y bicarbonatos y sulfatos. Las determinaciones químicas fueron realizadas siguiendo los procedimientos indicados en APHA (American Public Health Association, 1998).

Una vez en el laboratorio, se extrajo la película algal de los sustratos por raspado de su superficie con bisturí (Sladéckova & Pieczynska, 1971). Se procedió a la identificación taxonómica de la flora algal y al conteo de 0,3 ml de alícuota bajo microscopio binocular en cámara Sedgwick-Rafter. Se calculó la riqueza específica, las densidades algales (número de organismos por cm²) y la diversidad específica utilizando el índice de Shannon-Weaver para cada sitio de muestreo y cada extracción. A los datos de abundancia algal de cada extracción se aplicó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis y el test de Tukey (Zar, 1984).

RESULTADOS

Se registraron 99 taxa de algas epifitas durante el periodo de colonización de los sustratos artificiales, de

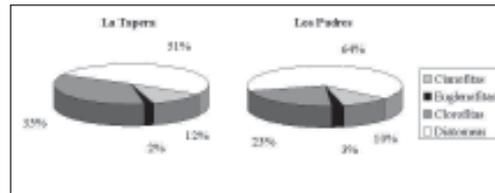


Figura 4. Composición porcentual de los taxa epifíticos.

los cuales 11 fueron cianofitas, 2 euglenofitas, 33 clorofitas y 53 diatomeas (Figura 4).

Si bien en los dos sitios de muestreo se observó un incremento del número de especies a medida que aumentaba el tiempo de exposición de los sustratos, el número total de especies halladas resultó mayor en los portaobjetos colocados en las nacientes del efluente, manteniendo su máximo valor durante los últimos 16 días de colonización (Figura 5).

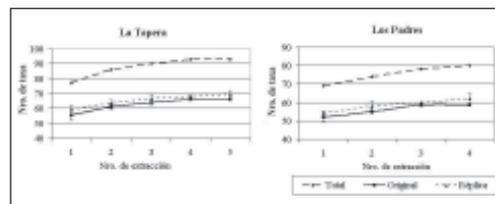


Figura 5. Número total de taxa epifíticos.

La diversidad específica (expresada mediante el índice de Shannon-Weaver) fue menor en la comunidad perifítica que colonizó los sustratos artificiales del A° de La Tapera, con valores muy similares a diferentes tiempos de exposición (Figura 6). No

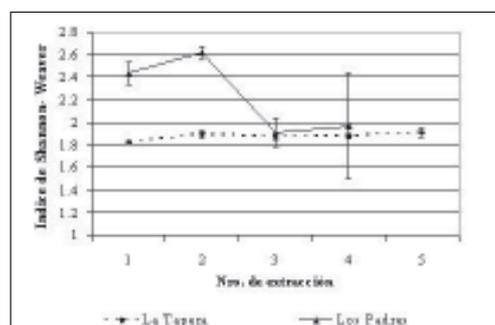


Figura 6. Índice de diversidad de Shannon-Weaver.

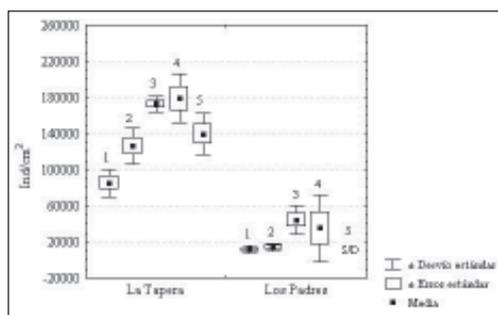


Figura 7. Abundancia total de algas epifíticas en los sustratos artificiales. S/D indica sin datos.

ocurrió lo mismo con el perifiton del A° de Los Padres. El índice de diversidad aquí calculado experimentó cambios notorios durante el período de colonización, con valores altos durante los primeros 9 días y valores similares a los hallados en los sustratos artificiales del efluente en los últimos 16 días.

La abundancia de las algas epifitas fue mayor en los sustratos colocados en las nacientes del A° de La Tapera (Figura 7). Se encontraron diferencias significativas en los valores de abundancia entre las tercera y cuarta extracciones realizadas en el efluente y las primera y segunda realizadas en el afluente ($H = 31,275$; $p < 0,001$).

Los taxa algales dominantes fueron diferentes en los dos sitios de muestreo. En el A° de La Tapera, la flora al-

gal estuvo compuesta principalmente por *Aulacoseira granulata*, *Epithemia sorex*, *Gomphonema constrictum*, *Navicula cryptocephala*, *N. zanoni*, *Nitzschia graciliformis*, *Synedra ulna*, *Trachelomonas* sp., *Anabaena variabilis* y *Oedogonium* sp. En cambio, en el A° de Los Padres dominaron *Navicula cryptocephala*, *Rhoicosphenia abbreviata* y *Synedra ulna*.

El período de exposición de los sustratos artificiales permitió observar la madurez de la comunidad y la disminución de la densidad algal después de 13 y 21 días de colonización en el afluente y efluente, respectivamente.

Los registros de los parámetros limnológicos estimados durante el experimento de colonización se indican en las Tablas 1 y 2. El A° de La Tapera registró mayor profundidad y transparencia del agua que el A° de Los Padres. En este último, el valor de la transparencia del agua fue de cero en todas las ocasiones de muestreo, debido a la presencia de una densa carpeta flotante libre de *Ricciocarpus natans* (Hepaticae). Los valores de pH fueron mayores en las nacientes del A° de La Tapera que en la desembocadura del A° de Los Padres durante todo el experimento de colonización (Tabla 1).

Al inicio del experimento, los valores de DBO_5 fueron mayores en el A° de La Tapera, mientras que los de

Tabla 1. Valores de los parámetros limnológicos registrados en cada extracción.

Parámetros	Extracciones A° La Tapera				
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
Temp. amb. (°C)	17,5	22,0	23,00	20,00	20,00
Temp. agua (°C)	19,9	21,0	23,50	22,00	21,50
Profundidad (m)	0,45	0,5	0,48	0,46	0,50
Transparencia (m)	0,15	0,1	0,10	0,15	0,26
pH	8,60	9,3	9,78	8,82	8,37

Parámetros	Extracciones A° Los Padres				
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
Temp. amb. (°C)	17,00	19,50	24,00	21,00	sin datos
Temp. agua (°C)	17,00	18,00	21,50	19,00	sin datos
Profundidad (m)	0,30	0,26	0,25	0,18	sin datos
Transparencia (m)	0,00	0,00	0,00	0,00	sin datos
pH	7,75	8,50	8,34	7,80	sin datos

Tabla 2. Valores de los parámetros limnológicos registrados al inicio y fin del experimento.

Parámetros	Inicio del experimento	Fin del experimento
La Tapera		
DBO ₅ (mg/1 O ₂)	10,70	3,30
OD (mg/l)	7,13	2,93
Alcalinidad total	204,00	225,00
Alcalinidad HCO ₃ ⁻	146,00	222,00
Alcalinidad CO ₃ ⁼	58,00	3,00
Sulfatos SO ₄ ⁼	6,00	6,30
Los Padres		
DBO ₅ (mg/1 O ₂)	2,50	sin datos
OD (mg/l)	10,26	sin datos
Alcalinidad total	348,00	sin datos
Alcalinidad HCO ₃ ⁻	331,00	sin datos
Alcalinidad CO ₃ ⁼	17,00	sin datos
Sulfatos SO ₄ ⁼	6,00	sin datos

oxígeno disuelto fueron mayores en el A° de Los Padres. En ambos sitios, la alcalinidad total se debió más al contenido de bicarbonatos que al de carbonatos y los valores de sulfatos fueron igualmente bajos (Tabla 2).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El período de exposición de los sustratos artificiales al ambiente depende principalmente de la calidad del agua y de la estación climática en la cual se lleve a cabo el experimento. Un período de exposición óptimo es aquél que permite observar el desarrollo de la comunidad epifítica y las fluctuaciones de su abundancia (Aloi, 1990).

Durante el presente estudio, el área de los juncales cercana a las nacientes del Arroyo de La Tapera (efluente) fue más profunda que la de la desembocadura del Arroyo de Los Padres (afluente). El microhábitat del efluente presentó mayor transparencia del agua que el afluente, posiblemente debido a la existencia en ese sitio de una compuerta que impide la resuspensión de los sedimentos del fondo al frenar el movimiento del agua. En cambio, en el Arroyo de Los Padres el valor de la transparencia del agua fue de cero,

debido a la presencia de una densa carpeta flotante libre de *Ricciocarpus natans*.

La comunidad perifítica desarrollada sobre los sustratos artificiales estuvo compuesta por 99 taxa algales, de los cuales el mayor número ocurrió en aquellos colocados en las nacientes del efluente, donde la compuerta aminora la velocidad del curso y le confiere características «lénticas», permitiendo el establecimiento de algas adherentes (Escalante *et al.*, 1998; Parada, 1999; Esquiús *et al.*, 2002; Esquiús, 2003). Esto concuerda con lo postulado por Luttenton & Rada (1986), quienes señalaron que el flujo del agua afecta el desarrollo de las comunidades epifíticas. Por el contrario, en hábitats similares a la desembocadura del A° de Los Padres, donde el aporte de agua volcada a la laguna por el afluente le confiere características «lóticas», se ha comprobado que el perifiton exhibe usualmente una diversidad, número de taxa, abundancia y complejidad comunitaria menores que las comunidades desarrolladas en ambientes con poco movimiento del agua (Wetzel, 2001).

Contrariamente a lo postulado por Luttenton & Rada (1986) para las comunidades epifíticas de ambientes lóticos, en el presente trabajo la diversidad específica fue mayor en los sus-

tratos colocados en la desembocadura del afluente durante los primeros 9 días de exposición y presentó valores muy dispares durante el período completo de colonización. Esta variabilidad en la diversidad específica podría deberse a que el epifiton se encuentra en esta zona expuesto a cambios en el nivel de la columna de agua, condicionados por el volumen de agua que ingresa a la laguna a través del afluente.

La densidad total de algas epífitas fue mayor en los sustratos artificiales colocados en las nacientes del A° de La Tapera, en coincidencia con un mayor valor de transparencia del agua aquí medido. Un mayor registro del disco de Secchi, como el observado en el efluente, estaría indicando una mayor penetración de la luz y, por consiguiente, un incremento potencial en la densidad de las algas perifíticas. Esto concuerda con lo mencionado por Toja & Casco (1991), quienes concluyeron que cuando los sustratos artificiales quedan por debajo de la zona fótica, hay una disminución de la biomasa algal.

Resulta probable que la menor densidad algal registrada en el epifiton de los sustratos artificiales en la desembocadura del A° de Los Padres se deba al desarrollo de una extensa carpeta flotante libre de *Ricciocarpus natans* que impide la penetración de la luz. En este microambiente podría sumarse el constante movimiento del agua, siendo por períodos muy fuerte (Esquiús, obs. pers.) lo que impediría que los organismos ticoplanctónicos puedan fijarse y formar parte de la comunidad adherida al sustrato vegetal (Whitton, 1975; Luttenton & Rada, 1986; Esquiús *et al.*, 2002; Esquiús, 2003).

La abundancia de las algas epífitas se incrementa con el tiempo de exposición al medio, hasta alcanzar valores constantes o hasta que ésta declina por efecto de los pastoreadores (Lampert & Sommer, 1997; Wellnitz &

Ward, 2000; Hillebrand & Kahlert, 2001; Wetzel 2001). Sacchi (1983), trabajando en una laguna de la llanura aluvial del Río Paraná Medio, observó que en verano se registraron valores constantes de abundancia después de 15-20 días de colocados los sustratos en el agua.

En la presente investigación, el período de exposición de los sustratos artificiales fue de 37 días, 15 días más de los sugeridos por Sacchi (1983) para un ambiente similar al de la Laguna de Los Padres. La abundancia de las algas epífitas aumentó a mayor tiempo de exposición hasta los 13 días en los sustratos colocados en la desembocadura del afluente y 21 días en aquellos colocados en las nacientes del efluente, experimentando luego una disminución.

Por otra parte, el período de tiempo transcurrido fue lo suficientemente prolongado como para observar la madurez de la comunidad. Si se considera que una comunidad es madura cuando alcanza valores estacionarios del índice de Shannon-Weaver (Tell & Mazzoni, 1995), éstos aparecieron entre los 13 y 21 días de comenzado el experimento, en forma simultánea en ambos hábitats. La mayoría de los taxa algales se fijaron en las primeras etapas de la colonización. En las etapas avanzadas sólo existió reemplazo o un leve aumento de la riqueza específica.

En la Laguna de Los Padres las diferencias observadas en términos de abundancia, diversidad y composición de taxa en el epifiton adherido a los sustratos artificiales colocados en la desembocadura del afluente y en las nacientes del efluente se deberían a las características «lóticas» y «lénticas» de uno y otro, respectivamente.

Se concluye que el período de tiempo al que fueron expuestos los sustratos artificiales en el presente experimento de colonización resultó apropiado para el ambiente en estudio, dado que permitió observar la comunidad epifítica madura. Cabe acotar que

resultaría muy valioso continuar esta línea de investigación con nuevos experimentos de colonización a períodos de exposición más prolongados, a fin de detectar el momento en que dicha comunidad comienza a declinar a causa de invertebrados pastoreadores, tales como las larvas de dípteros quironómidos, tan comunes en el sedimento blando de las lagunas pamásicas.

AGRADECIMIENTOS

A Mauro Gaspari por la confección de los muestreadores. A Javier Pérez López por su colaboración en los muestreos. A Adriana M. Licciardo por su valiosa asistencia técnica en el campo y en el laboratorio. A Miguel Segura y Amelia I. Sáiz (FCEyN, UNMdP) por las determinaciones químicas. Este trabajo formó parte del proyecto EXA 167/00 subsidiado por la UNMdP a AHE.

BIBLIOGRAFÍA

- Aloi, J. E.** 1990. A critical Review of recent Freshwater Periphyton Field Methods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 656-670.
- American Public Health Association.** APHA. 1998. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 20th Edition, Washington D.C., 1268p.
- Boston, H. L. & W. R. Hill.** 1991. Photosynthesis - light relations of stream periphyton communities. *Limnol. Oceanogr.* 36: 644-656.
- Davies, A. L. & J. H. R. Gee.** 1993. A simple periphyton sampler for algal biomass estimates in streams. *Freshwater Biology* 30: 47-51.
- Escalante, A. H.; V. Parada & L. C. Solari.** 1998. Caracterización fitoplanctónica del ecosistema Laguna de Los Padres: estudio cualitativo preliminar. En: Segundas Jornadas bonaerenses de Microbiología Clínica, Ambiental, Industrial y de Alimentos. Mar del Plata, 23p.
- Esquiús, K. S.** 2003. Comunidad perifítica en «junco» *Schoenoplectus californicus* de la Laguna de Los Padres (Buenos Aires, Argentina). Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, FCEyN, UNMdP, 68p.
- Esquiús, K. S.; A. H. Escalante & L. C. Solari.** 2002. Comunidad estival del perifiton en «junco» *Schoenoplectus californicus* de la Laguna de Los Padres (Prov. de Buenos Aires). En: II Jornadas Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos. La Plata, 36p.
- Goldsborough, L. G. & M. Hickman.** 1991. A comparison of periphytic algal biomass and community structure on *Scirpus validus* and on a morphologically similar artificial substratum. *J. Phycol.* 27: 196-206.
- Hillebrand, H. & M. Kahlert.** 2001. Effect of grazing and nutrient supply on periphyton biomass and nutrient stoichiometry in habitats of different productivity. *Limnol. Oceanogr.* 46: 1881-1898.
- Lampert, W. & U. Sommer.** 1997. Limnology. The ecology of lakes and streams. Oxford University Press, New York, Oxford, 382p.
- Luttenton, M. R. & R. G. Rada.** 1986. Effects of disturbance on epiphytic community architecture. *J. Phycol.* 22: 320-326.
- Mann, C. J. & R. G. Wetzel.** 2000. Effects of the emergent macrophyte *Juncus effusus* L. on the chemical composition of interstitial water and bacterial productivity. *Biogeochemistry* 48: 307-322.
- Niyogi, D. K.; D. M. Mc Knight & W. M. Lewis Jr.** 1999. Influences of water and substrate quality for periphyton in a montane stream affected by acid mine drainage. *Limnol. Oceanogr.* 44: 804-809.
- Parada, V.** 1999. Variaciones espacio-temporales del fitoplancton de la Laguna de Los Padres (Partido de General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires). Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, FCEyN, UNMdP, 25p.
- Ringuelet, R. A.** 1962. Ecología acuática continental. Ed. Eudeba, Buenos Aires, 138p.
- Ringuelet, R. A.** 1972. Ecología y biocenología del hábitat lagunar o lago de tercer orden de la Región Neotrópica Templada (Pampasia Sudoriental de la Argentina). *Physis* 31: 55-76.
- Ringuelet, R. A.; A. Salibián; E. Clavérie & S. Ilhero.** 1967. Limnología química de las Lagunas Pamásicas (Prov. de Buenos Aires). *Physis* 27: 201-221.
- Sacchi, L. N.** 1983. Perifiton de un ambiente lenítico de la llanura aluvial del río Paraná Medio. *Rev. Asoc. Cs. del Litoral* 14: 149-161.
- Sladéckova, A. & E. Pieczynska.** 1971. En: W. T. Edmonson & G. G. Winberg (eds). A Manual for the Assessment of Secondary Productivity in Freshwater: 109-122.

- Sommer, U.** 2001. Reversal of density dependence of juvenile *Littorina littorea* (Gastropoda) growth in response to periphyton nutrient status. *J. Sea Res.* 45: 95-103.
- Tell, G. & H. Mazzoni.** 1995. Perifiton: colonización, sucesión, productividad. En: Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. E.C. Lopretto y G. Tell, Dir. Ed. Sur, La Plata: 161-170.
- Toja, J. & M. A. Casco.** 1991. Efecto de la fluctuación del nivel de agua sobre la colonización y el desarrollo del perifiton. *Biología Acuática* 15: 242-243.
- Wellnitz, T. A. & J. V. Ward.** 2000. Herbivory and irradiance shape periphytic architecture in a Swiss alpine stream. *Limnol. Oceanogr.* 45: 64-75.
- Wetzel, R. G.** 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystems.* 3rd. Ed. Academic Press, San Diego, California, 1006p.
- Whitton, R. B.** (ed.). 1975. *River ecology.* Blackwell, London, 725p.
- Zar, J. H.** 1984. *Statística.* Prentice- Hall. New Jersey, 178 p.