

ALGAS EPÍFITAS INDICADORAS DE CALIDAD DEL AGUA EN ARROYOS VINCULADOS A LA LAGUNA DE LOS PADRES

K.S. ESQUIÚS, A.H. ESCALANTE Y L.C. SOLARI¹

Lab. de Limnología, Depto. de Biología, FCEyN, UNMDP y CONICET.
kesquiús@mdp.edu.ar; aescalante@mdp.edu.ar

¹Instituto de Limnología «Dr. Raúl A. Ringuelet»; solari@ilpla.edu.ar

ABSTRACT. Diatoms constitute a useful tool to evaluate the trophic status of aquatic systems, as they answer quickly to environmental changes. They have been used in water quality researches since the beginning of the 20th century, but only few reports are available from Argentina. In the present paper, several biological descriptors have been employed to evaluate the water quality of the influent and effluent streams from Los Padres Lagoon (Los Padres and La Tapera creeks, respectively), including Descy Index (DI) and Pampean Diatoms Index (PDI). In each creek, ten stems of the «giant bulrush» (*Schoenoplectus californicus*) were randomly collected and the main physical and chemical parameters were recorded *in situ*. In the laboratory, periphyton was removed and algae taxa were identified and counted. A total of 107 periphytic taxa were identified (83 at the inflow and 101 at the outflow). Diatoms constituted the richest and the most abundant group in both creeks. DI and PDI indices showed a higher eutrophic level in the influent, possibly due to the input of an important quantity of agricultural pollutants of the surrounding lands and to the strong impact of birds. Species composition, diversity and equitability were the only biological descriptors suitable to assess the water quality in the present study.

Keywords: streams, Los Padres Lagoon, diatoms, periphyton, eutrophy.

Palabras Clave: arroyos, Laguna de Los Padres, diatomeas, perifiton, eutrofia.

INTRODUCCIÓN

Los ríos y arroyos son ecosistemas complejos en los que los factores químicos, físicos y biológicos varían en escalas espaciales y temporales. En estos ambientes, resulta insuficiente caracterizar la calidad del agua teniendo sólo en cuenta sus particularidades químicas. Al complementar estos análisis empleando indicadores biológicos, se provee de una evaluación integral de las condiciones medioambientales de estos sistemas (Stevenson y Pan, 1999).

Las diatomeas son valiosos indicadores ambientales porque responden rápidamente a factores tales como la temperatura, luz, velocidad de corriente, nutrientes, conductividad, polución orgánica e inorgánica, acidificación y herbivoría (Turner *et al.*, 1991; Gaglioti, 1992; Niyogi *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 2001; Licursi *et al.*, 2006; Tall *et al.*, 2006). Por otra parte, constituyen los principales componentes del perifiton y del bentos, contribuyendo a gran parte de la abundancia total de estas comunidades (Claps, 1991; Gaglioti,

1992; Moschini-Carlos *et al.*, 1998; Esquiús *et al.*, 2005).

Si bien el uso de las diatomeas en estudios de calidad del agua data de principios del siglo XX, existen escasos antecedentes en Argentina (Licursi y Gómez, 2002, 2003; Gómez *et al.*, 2003). Numerosos índices bióticos (IPS: Índice Poluto Sensible; IS: Índice de Sladeczek o ID: Índice de Descy) han sido ideados con el propósito de interpretar el efecto del enriquecimiento orgánico en ambientes acuáticos europeos. Sin embargo, a pesar de su practicidad, su utilización en sistemas lóticos de la llanura pampeana es ampliamente cuestionada debido a que no reflejan fielmente los cambios en la calidad del agua que en estos últimos puedan ocurrir (Gómez y Licursi, 2001).

A fin de subsanar la dificultad para implementar los índices anteriormente mencionados, Gómez y Licursi (2001) desarrollaron el Índice de Diatomeas Pampeano (IDP), que establece valores de sensibilidad de las diatomeas a la polución orgánica, permitiendo evaluar la eutrofi-

zación de ríos y arroyos del área pampeana.

La razón de la utilización del epipelon para el cálculo del IDP radica en que dicha comunidad es la más representativa e importante en sistemas lóticos pampeanos. Si bien existen alternativas para el biomonitoreo de la calidad del agua en estos ambientes (epiliton, perifiton o sustratos artificiales), éstas no son utilizadas corrientemente debido a las características del lecho de los arroyos bonaerenses ó a las desventajas metodológicas que presentan (Gómez y Licursi, 2001). A pesar de esto, la comunidad de algas epifitas podría resultar una alternativa práctica para estudios de este tipo si la macrófita seleccionada como sustrato presenta una distribución amplia y homogénea a lo largo del cuerpo de agua.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la fiabilidad de la utilización de las diatomeas perifíticas en el estudio de la calidad del agua de los arroyos vinculados a la Laguna de Los Padres, además de los descriptores biológicos habituales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La cuenca hidrológica de Los Padres está localizada en el borde oriental de las Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires (37° 56' 30" S, 57° 44' 30" O). Su cuenca superficial comprende la laguna homónima, el Arroyo de Los Padres (afluente) y el Arroyo de La Tapera (efluente). La laguna de Los Padres es un típico cuerpo de agua de la Pampasia bonaerense, somero y polimíctico (Ringuelet, 1972). El afluente discurre a través de

campos hortícolas antes de desembocar en la laguna; opuesto a él se encuentra el efluente con una pequeña compuerta que regula la salida de agua de dicho cuerpo (Esquiús *et al.*, 2005). La desembocadura del A° de Los Padres y las nacientes del A° de La Tapera fueron seleccionadas como sitios de muestreo por poseer extensas áreas cubiertas por el «junco» (*Schoenoplectus californicus*) y características fitoplanctónicas diferentes (Parada, 1999) (Figura 1).

Muestreo y análisis de los datos

El muestreo se realizó en una sola oportunidad durante el período estival. Se extrajeron aleatoriamente 10 tallos de junco en cada uno de los sitios de estudio, utilizando los primeros 20 cm desde su emergencia del sustrato. Simultáneamente con la obtención del material vegetal, se midieron *in situ* los principales parámetros limnológicos y se tomaron muestras de agua para las determinaciones de oxígeno disuelto, DBO₅, pH, alcalinidad total y de carbonatos y bicarbonatos, realizadas por el Laboratorio de Química (FCEyN, UNMdP) siguiendo los procedimientos indicados en APHA (American Public Health Association, 1998).

En el laboratorio, se extrajo la película algal por raspado de la superficie de los juncos con un pincel fino. Se procedió a la identificación de la flora presente utilizando bibliografía pertinente (Bourelly, 1968, 1970, 1972, 1988; Guarrera *et al.*, 1968, 1972; Weber, 1971; Hindák, 1977, 1980, 1984, 1988, 1990; Germain, 1981; Komárek y Anagnostidis, 1985, 1989; 1999, 2005; Tell y Conforti, 1986; Vélez y Maidana, 1995; Cox, 1996). El recuento se realizó en una cámara Sedgwick-Rafter bajo microscopio binocular. Se calcularon las densidades algales expresando los resultados obtenidos como número de organismos por cm², considerando la superficie colonizada del junco como la superficie lateral de un cilindro (Claps, 1984).

Para determinar la calidad del agua de los arroyos vinculados a la Laguna de Los Padres, se utilizaron los siguientes descriptores biológicos perifíticos: número de taxa y su densidad, índices de Shannon-Weaver (H), de Equitatividad (E) (Moreno, 2001); de Descy (ID) y de Diatomeas Pampeano (IDP) (Licursi y Gómez, 2003).

Para determinar diferencias significa-



Figura 1. Arroyos vinculados a la Laguna de Los Padres: sitios de muestreo.

tivas en la abundancia de algas perifíticas se realizaron los test de Student (t) y de Mann-Whitney (T) (Zar, 1984).

RESULTADOS

Las dos estaciones de muestreo mostraron diferencias en los parámetros físicos y químicos estimados (Tabla 1). El A° de La Tapera fue más somero y más transparente que el A° de Los Padres. La velocidad de corriente y el valor de DBO₅ registrados en el afluente fueron dos veces más elevados que los del efluente, mientras que el oxígeno disuelto fue menor que el registrado en el A° de La Tapera.

El agua de ambos arroyos fue levemente alcalina. El valor de la alcalinidad total fue mayor en el A° de Los Padres, aunque

| Parámetros | LP | LT |
|---|------|------|
| Temperatura ambiente (°C) | 24 | 22 |
| Temperatura del agua (°C) | 21 | 22 |
| Profundidad (m) | 0,47 | 0,36 |
| Transparencia (m) | 0,10 | 0,36 |
| Velocidad de corriente (m/seg) | 7,23 | 3,40 |
| pH | 8,35 | 8,95 |
| DBO ₅ (mg/l O ₂) | 0,11 | 0,06 |
| OD (mg/l) | 8,15 | 9,60 |
| Alcalinidad total (mg CO ₃ Ca/l) | 325 | 309 |
| Bicarbonatos (mg CO ₃ Ca/l) | 325 | 274 |
| Carbonatos (mg CO ₃ Ca/l) | — | 35 |

Tabla 1. Valores de los parámetros físicos y químicos estimados en los arroyos de Los Padres (LP) y de La Tapera (LT) vinculados a la Laguna de Los Padres.

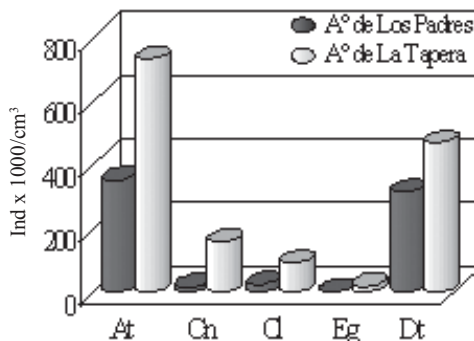


Figura 2. Abundancia (en Ind x 1000/cm²) total de algas perifíticas (At), cianofitas (Cn), clorofitas (Cl), euglenofitas (Eg) y diatomeas (Dt) en los arroyos vinculados a la Laguna de Los Padres.

en ambas estaciones de muestreo la mayor contribución a la alcalinidad total fue debida principalmente a los bicarbonatos. Las concentraciones de carbonato fueron muy bajas o nulas.

Se identificaron un total de 107 taxa perifíticos, 101 de los cuales fueron registrados en los juncos del A° de La Tapera y 83 en los del A° de Los Padres. Más del 50 % de la riqueza específica fue debida a la presencia de diatomeas; el número de taxa de cianofitas y euglenofitas fue bajo en ambos ambientes, mientras que las clorofitas estuvieron mejor representadas en los juncos del efluente (Tabla 2).

Se identificaron 56 taxa de diatomeas, de los cuales 4 pertenecen al Orden Centrales y el resto al Orden Pennales (Tabla

| Descriptor biológico | LP | LT |
|-------------------------|----------------|-----------|
| N° de taxa | Total | 83 |
| | Cianofitas | 10 |
| | Euglenofitas | 3 |
| | Clorofitas | 13 |
| | Chlorococcales | 7 |
| | Desmideáceas | 3 |
| Abundancia (n° ind/cm²) | Total | 349140,11 |
| | Cianofitas | 12869,94 |
| | Euglenofitas | 78,25 |
| | Clorofitas | 21968,12 |
| | Diatomeas | 314223,80 |
| | Índices | H |
| E | | 0,40 |
| ID | | 3,40 |
| IDP | | 2,50 |
| | | 1,90 |

Tabla 2. Descriptores biológicos perifíticos utilizados para determinar la calidad del agua de los arroyos de Los Padres (LP) y de La Tapera (LT). Índices: H: de Shannon-Weaver, E: de Equitatividad, D: de Descy e IDP: de Diatomeas Pampeano.

3). La mayoría de éstos fueron comunes a ambos arroyos, excepto *Achnanthes delicatula*, *A. inflata*, *Amphora* sp. y *Pinnularia*

legumen, exclusivas del A° de Los Padres y *Cymatopleura solea* y *Cymbella neocistula* del A° de La Tapera.

| ID IDP | Taxa | Abundancia (%) | |
|-----------|---|----------------|-----|
| | | LP | LT |
| | <i>Achnanthes delicatula</i> (Kützing) Grunow | < 1 | - |
| * | <i>A. inflata</i> (Kützing) Grunow | < 1 | - |
| | <i>Achnanthes</i> sp. | - | - |
| | <i>Amphipleura lindheimeri</i> Grunow | < 1 | - |
| * | <i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing | < 1 | < 1 |
| | <i>Amphora</i> sp. | - | - |
| * | <i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehrenberg) Pfitzer | < 1 | < 1 |
| * | <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen | < 1 | 12 |
| * | <i>Bacillaria paradoxa</i> Gmelin | < 1 | < 1 |
| | <i>Caloneis permagna</i> (J. W. Bail) Cl. | 12 | - |
| * | <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg | - | 2 |
| * | <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing | < 1 | < 1 |
| | <i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Smith | - | < 1 |
| * | <i>Cymbella excisa</i> Kützing | < 1 | < 1 |
| * | <i>C. neocistula</i> (Ehrenberg) Kirchner | < 1 | < 1 |
| | <i>C. ventricosa</i> Kützing | < 1 | < 1 |
| * | <i>Diatoma hyemale</i> (Roth) Heiberg | < 1 | - |
| * | <i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson | < 1 | 2 |
| * | <i>E. sorex</i> Kützing | < 1 | 41 |
| * | <i>Eunotia pectinalis</i> (Dyllwyn) Rabenhorst var. <i>pectinalis</i> | < 1 | < 1 |
| | <i>E. pectinalis</i> var. <i>ventralis</i> Grunow | < 1 | - |
| * | <i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann | < 1 | - |
| | <i>Fragilaria</i> sp. | < 1 | < 1 |
| | <i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg | 1 | < 1 |
| | <i>G. angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst | < 1 | < 1 |
| | <i>G. constrictum</i> Ehrenberg | < 1 | < 1 |
| | <i>G. constrictum</i> var. <i>coronata</i> (Ehr.) W. Smith | < 1 | - |
| * | <i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing | < 1 | - |
| * | <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst | < 1 | < 1 |
| * | <i>Hantzschia virgata</i> (Roper) Grunow | 62 | - |
| | <i>Hantzschia</i> sp. | 3 | - |
| * | <i>Melosira varians</i> Agardh | < 1 | < 1 |
| * | <i>Navicula cryptocephala</i> Kützing | - | 16 |
| | <i>N. zannoni</i> Hust. | < 1 | 1 |
| * | <i>Neidium iridis</i> (Ehrenberg) Cleve | < 1 | < 1 |
| | <i>Nitzschia closterium</i> (Ehrenberg) W. Smith | < 1 | - |
| | <i>N. filiformis</i> (W. Smith) Hust. | < 1 | - |
| * | <i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith | < 1 | < 1 |
| * | <i>N. sigma</i> (Kützing) W. M. Smith | < 1 | < 1 |
| * | <i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W. M. Smith | - | < 1 |
| * | <i>N. tryblionella</i> Hantzsch | < 1 | < 1 |
| * | <i>Pinnularia acrosphaeria</i> Rabenhorst | < 1 | - |
| * | <i>P. gibba</i> Ehrenberg | < 1 | - |
| | <i>P. legumen</i> (Ehrenberg) Erhenberg | < 1 | - |
| * | <i>P. maior</i> (Kützing) Rabenhorst | 14 | < 1 |
| | <i>P. mesolepta</i> (Ehrenberg) W. Smith | < 1 | - |
| * | <i>P. viridis</i> (Nitzsch) Erhenberg | < 1 | - |
| * | <i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compere | < 1 | < 1 |
| * | <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot | - | 21 |
| * | <i>Rhopalodia gibba</i> (Erhenberg) O. Müller | < 1 | < 1 |
| * | <i>Surirella linearis</i> W. M. Smith | < 1 | - |
| * | <i>S. ovalis</i> Brébisson | 2 | - |
| | <i>S. ovata</i> Kützing | < 1 | < 1 |
| * | <i>S. robusta</i> Erhenberg | < 1 | < 1 |
| * | <i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D. G. Mann | - | < 1 |
| * | <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère | < 1 | < 1 |

Tabla 3. Taxa de diatomeas y sus abundancias relativas en la comunidad perifítica del junco del A° de Los Padres (LP) y del A° de La Tapera (LT). Los asteriscos indican la utilización del taxón en el cálculo de los índices ID e IDP.

La abundancia total, expresada como ind/cm², fue significativamente mayor en el juncal cercano a las nacientes del A° de La Tapera, representando más del doble de la cantidad encontrada en el A° de Los Padres ($t_{0,05(2),18} = 3,05$; $p = 0,0069$). Situación similar se observó con la densidad de las cianofitas ($T_{0,05(2)10,10} = 154$; $p < 0,0001$) y euglenofitas ($T_{0,05(2)10,10} = 155$; $p < 0,0001$) (Figura 2).

Las diatomeas centrales fueron significativamente más abundantes en el A° de La Tapera ($T = 55$, $p < 0,01$), debido principalmente al predominio de *Aulacoseira granulata*. A pesar de esto, no se encontraron diferencias significativas en la abundancia de centrales más pennales entre ambos ambientes ($t_{0,05(2),18} = 1,52$, $p = 0,1469$) (Figura 3).

En la comunidad perifítica del afluente se observó la dominancia absoluta de *Navicula cryptocephala*, la cual contribuyó en más del 50% a la abundancia total, y la codominancia de *Cocconeis placentula* y *Rhoicosphenia abbreviata*. En cambio, en la comunidad desarrollada sobre los juncos del efluente se observó la dominancia conjunta de 4 especies: *A. granulata*, *Epithemia sorex*, *N. cryptocephala* y *R. abbreviata*.

La diversidad específica y la equitabilidad (expresadas por el Índice de Shannon-Weaver y por el de Equitatividad, respectivamente) resultaron mayores en la comunidad desarrollada sobre los juncos del efluente. De los 56 taxa de diatomeas identificados, 36 fueron utilizados para el cálculo de los índices bióticos de Descy

(ID) y de Diatomeas Pampeano (IDP). De ambos índices se obtuvieron resultados similares que indicaron que la calidad del agua del A° de La Tapera es aceptable y presenta una eutrofización moderada (IDP= 1,9; ID= 3,7). En cambio, el A° de Los Padres presenta aguas de calidad mala y un grado de polución importante (IDP= 2,5; ID= 3,4).

DISCUSIÓN

Los dos arroyos vinculados a la Laguna de Los Padres presentaron características limnológicas diferentes. El A° de Los Padres resultó menos transparente que el A° de La Tapera. En el afluente, la mayor velocidad de corriente registrada, la gran cantidad de partículas en suspensión y el importante aporte de materia orgánica realizado por las aves que anidan en ese sector, podrían ser los causantes de la escasa transparencia y de las diferencias observadas en los valores de DBO₅ y OD.

En la comunidad perifítica desarrollada sobre *Schoenoplectus californicus* se identificaron 107 taxa, siendo las diatomeas el grupo más diverso y abundante en ambos arroyos. Esto concuerda con lo observado en un trabajo previo realizado en los mismos sitios de muestreo, empleando sustratos artificiales como modelo de estudio (Esquiús *et al.*, 2005).

Los índices bióticos y de diversidad calculados señalaron un mayor nivel de eutrofia en el afluente, hecho que concuerda con los resultados obtenidos por Parada (1999) en el fitoplancton. El mayor grado de polución observado en el A° de Los Padres podría deberse al ingreso de una importante carga contaminante de los terrenos agrícolas circundantes (Miglioranza *et al.*, 2004) y a una fuerte influencia de animales (Martínez, 1993; Pizarro *et al.*, 2004), ya que esta zona es utilizada por las aves como sitio de nidificación y dormitorio.

Según Gómez y Licursi (2001), el IDP describe mejor los cambios en la calidad del agua que el ID, el IPS y el IS siendo este último el menos sensible. El hecho de que los índices bióticos calculados señalaran una caracterización similar del agua de los arroyos, indicaría que la diferencia de sensibilidad entre el IDP y el ID resulta mínima en este estudio.

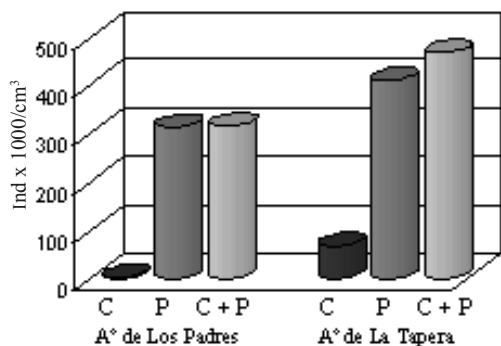


Figura 3. Abundancia (en Ind x 1000/cm³) de diatomeas perifíticas. C: Diatomeas Centrales, P: Diatomeas Pennales, C + P: Centrales + Pennales. Los asteriscos indican diferencias significativas en los valores hallados ($p < 0,05$).

Algunos autores sostienen que en este tipo de estudios resulta ventajoso emplear sustratos artificiales en lugar de los naturales (Gómez *et al.*, 2003). Sin embargo, se considera que el empleo de *S. californicus* en este trabajo fue apropiado, debido al carácter perenne de dicha macrófita y al gran desarrollo que alcanza en los ambientes muestreados.

Si bien este trabajo está basado en un muestreo puntual, la utilización de la comunidad perifítica en el cálculo de los índices bióticos no presentó problemas a la hora de interpretar los resultados. A pesar de que los taxa empleados en el IDP y el ID presentaron una abundancia relativa menor al 1%, representan en conjunto más del 60% de la riqueza y más del 80 % de la abundancia de diatomeas perifíticas. Esto coincide con los requerimientos postulados por Licursi y Gómez (2003) para el uso de las diatomeas como indicadores de la calidad del agua.

La comunidad perifítica del efluente fue más rica que la del afluente. Todos los grupos algales estuvieron mejor representados, observándose un mayor número de taxa de cianofitas y clorofitas. La densidad total de organismos fue significativamente mayor en el A° de La Tapera, así como la abundancia de cianofitas y euglenofitas.

La biomasa perifítica es un descriptor biológico altamente variable en ríos y arroyos, constituyendo un pobre indicador de la calidad del agua. Según Stevenson y Pan (1999), su utilización en el monitoreo de ambientes con enriquecimiento de nutrientes puede generar resultados confusos, ya que valores bajos de densidad perifítica pueden ser consecuencia de disturbios físicos, químicos o bióticos recientes. En la desembocadura del A° de Los Padres, la menor densidad algal registrada podría deberse a la importante perturbación producida por el movimiento del agua (Luttenton y Rada, 1986), que sería en este arroyo el factor de control de la biomasa del perifiton, más importante aún que el incremento en nutrientes.

La mayor densidad de cianofitas observada en el A° de La Tapera podría deberse a que este grupo de algas se ve favorecido por la estabilidad de la columna de agua (Gómez *et al.*, 2003).

Las diatomeas centrales fueron significativamente más numerosas en el A° de La Tapera, si bien no existieron diferen-

cias significativas en la abundancia de diatomeas centrales más pennales. Los taxa dominantes y codominantes en ambos ambientes fueron diferentes, así como su contribución relativa a la abundancia total.

En síntesis, los índices bióticos calculados indicaron que los arroyos vinculados a la Laguna de Los Padres presentan diferentes niveles de eutrofia, siendo mayor en el A° de Los Padres. De todos los descriptores perifíticos utilizados para evaluar la calidad del agua en los ambientes estudiados, sólo el número total de especies, la diversidad y la equitabilidad reflejaron el incremento del nivel de eutrofia registrado en el afluente. La biomasa perifítica resultó ser un pobre indicador de la calidad del agua en este ambiente, donde la velocidad de corriente podría constituir el factor de control determinante.

AGRADECIMIENTOS

A la Sra. A. Licciardo por su invaluable asistencia técnica en el campo y en el laboratorio. Al Sr. J. Pérez López por su ayuda durante el muestreo. A la Lic. A. I. Saiz y M. Sc. M. Segura por la realización de los análisis químicos. Este trabajo fue financiado por la Universidad Nacional de Mar del Plata (EXA 167/00 a AHE). K. S. Esquiús es becario de postgrado del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- American Public Health Association.** 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 20th Edition, Washington D.C., 1258 p.
- Bourelly, P.** 1968. Les algues d'eau douce. Initiation á la systématique. Tome II: Les algues jaunes et brunes Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. Ed. N. Boubée & Cie, París, 438 pp.
- Bourelly, P.** 1970. Les algues d'eau douce. Initiation á la systématique. Tome III: Les algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Ed. N. Boubée & Cie, París, 512 pp.
- Bourelly, P.** 1972. Les algues d'eau douce. Initiation á la systématique. Tome I: Les algues vertes. Ed. N. Boubée & Cie, París, 572 pp.
- Bourelly, P.** 1988. Compléments. Les algues d'eau douce. Initiation á la systématique. Tome I: Les algues vertes. Ed. N. Boubée & Cie, París, 182 pp.
- Claps, M. C.** 1984. Perifiton en *Scirpus californicus* (Meyer) Steud. (Marjal de Ajó - Bahía

- Samborombón). Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie) Zoológica, 13: 139-149.
- Claps, M. C.** 1991. Diatom communities on aquatic macrophytes of pampasic lotic environments (Argentina). Acta Hydrobiologica, 33: 195-208.
- Cox, E. J.** 1996. Identification of freshwater diatoms from live material. Ed. Chapman & May, Londres, 158 pp.
- Esquiú, K. S., A. H. Escalante y L. C. Solari.** 2005. Algas no planctónicas: un experimento de colonización. Biología Acuática, 22: 103-110.
- Gaglioti, P. V.** 1992. Variación espacial y estacional en la estructura de las comunidades de diatomeas epilíticas de un arroyo andino. Su relación con factores abióticos. Ecología Austral, 2: 77-86.
- Germain, H.** 1981. Flore des diatomées Diatomophycées d'eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaín et des contrées voisines d'Europe Occidentale. Soc. Nouvelle des Editeurs Boubée, París, 443 pp.
- Gómez, N. y M. Licursi.** 2001. The Pampean Diatom Index (IDP) for assessment of rivers and streams in Argentina. Aquatic Ecology, 35: 173-181.
- Gómez, N., M. Licursi, D. E. Bauer, P. R. Hualde. y M. V. Sierra.** 2003. Reseña sobre modalidades de estudio mediante la utilización de microalgas en la evaluación y monitoreo de algunos sistemas lóticos pampeanos bonaerenses. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 38 (1-2): 93-103.
- Guarrera, S. A., S. M. Cabrera, F. López. y G. Tell.** 1968. Ficoplancton de las aguas superficiales de la provincia de Buenos Aires. I. Area de la pampa deprimida. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie) Botánica, 10 (49): 223-331.
- Guarrera, S. A., L. Malacalza. y F. López.** 1972. Ficoplancton de las aguas superficiales de la provincia de Buenos Aires. II. Complejo Lagunar Salada Grande, Encadenadas del Oeste y Encadenadas del Sur. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie) Botánica, 12 (67): 161-219.
- Hindák, F.** 1977. Studies on the chlorococcal algae / Chlorophyceae/. I. Biologické Práce XXIII/4. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences Bratislava, 190 pp.
- Hindák, F.** 1980. Studies on the chlorococcal algae / Chlorophyceae/. II. Biologické Práce XXVI/6. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences Bratislava, 197 pp.
- Hindák, F.** 1984. Studies on the chlorococcal algae / Chlorophyceae/. III. Biologické Práce XXX/1. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences Bratislava, 308 pp.
- Hindák, F.** 1988. Studies on the chlorococcal algae / Chlorophyceae/. IV. Biologické Práce XXXIV/1-2. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences Bratislava, 263 pp.
- Hindák, F.** 1990. Studies on the chlorococcal algae / Chlorophyceae/. V. Biologické Práce. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences Bratislava, 225 pp.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis.** 1985. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 2- Chroococcales. Archive für Hydrobiologie. Supplement 73, 2 (Algological Studies 56): 157-226.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis.** 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4- Nostocales. Archive für Hydrobiologie. Supplement 82, 3 (Algological Studies 56): 247-345.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis.** 1999. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart: 548 pp.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis.** 2005. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota. 2. Teil: Oscillatoriales. Elsevier GmbH, München, 758 pp.
- Licursi, M. y N. Gómez.** 2002. Benthic diatoms and some environmental conditions in three lowland streams. Annales de Limnologie, 38 (2): 109-118.
- Licursi, M. y N. Gómez.** 2003. Aplicación de índices bióticos en la evaluación de la calidad del agua en sistemas lóticos de la llanura pampeana Argentina a partir del empleo de Diatomeas. Biología Acuática, 21: 31-49.
- Licursi, M., Sierra M. V. y N. Gómez.** 2006. Diatom assemblages from a turbid coastal plain estuary: Rio de la Plata (South America). Journal of Marine Systems, 62: 35-45.
- Luttenton, M. R. y R. G. Rada.** 1986. Effects of disturbance on epiphytic community architecture. Journal of Phycology, 22: 320-326.
- Martínez, M. M.** 1993. Las Aves y la Limnología. En: Boltovskoy A. y López, H. L. (Eds.) Conferencias de Limnología. Instituto de Limnología «Dr. R. A. Ringuelet». La Plata, 249 p.
- Miglioranza, K. S. B., J. E. Aizpun de Moreno y V. J. Moreno.** 2004. Organochlorine pesticides sequestered in the aquatic macrophyte *Schoenoplectus californicus* (C. A. Meyer) Soják from the shallow lake in Argentina. Water Research, 38: 1765-1772.
- Moreno, C. E.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, México, 83 p.
- Moschini-Carlos, V., M. L. Pompêo, R. Henry y O. Rocha.** 1998. Temporal variation in the structure of periphytic algal communities on an artificial substrate in the Jurumirim reservoir, S. P., Brazil. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung der Limnologie, 26: 1758-1763.
- Niyogi, D. K., D. M. Mc Knight y W. M. Lewis Jr.** 1999. Influences of water and substrate quality for periphyton in a montane stream affected by acid mine drainage. Limnology and Oceanography, 44: 804-809.
- Oliveira, M. A., L. C. Torgan, E. A. Lobo y A. Scharzbold.** 2001. Association of Periphytic Diatom Species of Artificial Substrate in Lotic Environments in the Arroio Sampaio Basin, RS, Brazil: Relationships with Abiotic Variables. Brazilian Journal of Biology, 61 (4): 523-540.
- 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. Universidad Nacional de Mar del Plata, 25 p.
- Pizarro, H., L. Allende y S. M. Bonaventura.** 2004. Littoral epilithon of lentic water bodies at Hope bay, Antarctic Peninsula: biomass variables in relation to environmental conditions. Hydrobio-

- logia, 529: 237-250.
- Ringuelet, R. A.** 1972. Ecología y biocenología del hábitat lagunar o lago de tercer orden de la Región Neotrópica Templada (Pampasia Sud-oriental de la Argentina). *Physis*, 31: 55-76.
- Stevenson, R. J. y Y. Pan.** 1999. Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. En: E. F. Stoermer y J. P. Smol (Eds.). *The Diatoms. Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge University Press, Cambridge: 11-40.
- Tall, L., L. Cloutier y A. Cattaneo.** 2006. Grazer-diatom size relationships in an epiphytic community. *Limnology and Oceanography*, 51 (2): 1211-1216.
- Tell, G. y V. Conforti.** 1986. *Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina*. J. Cramer, Stuttgart, 301 pp.
- Turner, M. A., E. T. Howell, M. Summerby, R. H. Hesslein, D. L. Findlay y M. B. Jackson.** 1991. Changes in epilithon and epiphyton associated with experimental acidification of lake to pH 5. *Limnology and Oceanography*, 36 (7): 1390-1405.
- Vélez C. G. y N. I. Maidana.** 1995. Algae. En: E. C. Lopretto y G. Tell (Dir.) *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*. Ediciones Sur, La Plata: 379-442.
- Weber, C. I.** 1971. *A guide to the common diatoms at water pollution surveillance system stations*. U. S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Analytical Quality Control Laboratory, Ohio, 93 pp.
- Zar, J. H.** 1984. *Biostatistical analysis*. Second Edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 718 p.