

## Conservación del plancton y protección de las cuencas hídricas. El caso de la Cuenca Inferior del Río del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Plancton conservation and water basins protection. The case of the Rio Salado Lower Basin, Province of Buenos Aires, Argentina

Néstor A. Gabellone<sup>a\*</sup>, Lía C Solari<sup>a</sup>, María A Casco<sup>b</sup>, María C Claps<sup>a</sup>

**Palabras clave:**  
conservación de la naturaleza, río de llanura, fitoplancton, zooplancton  
**Key words:** nature conservation, lowland river, phytoplankton, zooplankton

### ABSTRACT

*Contrariwise to the principles for the conservation of marine and terrestrial biotic resources, in the conservation of water resources, the biotic components such as the plankton species are dismissed. Few species of the thousands identified in this community are included in lists of endangered or threatened species by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). Therefore, globally, the plankton components are excluded from any particular type of protection. Since the 1990s, prestigious researchers in the field of ecology and biogeography have emphasized the need to recognize biodiversity in the ecosystem functioning. In this sense, some questions could be formulated: Do aquatic organisms, especially plankton, deserve to be considered conservation targets? Is the preservation of the ecological integrity of water bodies enough protection for their conservation?*

*The Salado River basin, located in the province of Buenos Aires, transports, during floods, excess of water and nutrients to the Samborombón bay (a Ramsar site). In spite of the occurrence of droughts and floods periods, with changes in salinity, and the impacts mainly of agriculture and hydraulic works, the water bodies maintain an acceptable degree of conservation and biodiversity. The plankton structure is dominated by unicellular chlorophytes, Brachionidae rotifers, Tintinnidae ciliates in the lower sector of the river and by crustaceans in zones associated with lentic environments. The community is complex, resilient and integrated by more than 300 species. The presence of key species would allow the maintenance of the ecosystem service function of this river. We propose to apply in the lowland rivers the multiscale concept of territorial unity, within the riverine landscape concept, which includes compositional conservation (Biodiversity) and functional conservation (Ecological Integrity).*

### RESUMEN

*A diferencia de los principios para la conservación de recursos bióticos terrestres o marinos, en la conservación de recursos hídricos no se asigna importancia a los componentes bióticos y ninguna al plancton. Pocas de las miles de especies identificadas en esta comunidad figuran en una lista de especies en peligro o amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Por ende, a nivel mundial no se les concede ningún tipo de protección. Desde la década del 1990, en ecología y biogeografía diferentes autores, han enfatizado la necesidad de reconocer la biodiversidad en relación al funcionamiento de los ecosistemas. En este sentido cabe plantearse los siguientes cuestionamientos: ¿Los organismos acuáticos, principalmente del plancton, merecen ser considerados objetos de conservación? ¿Mantener la integridad ecológica de los cuerpos de agua es suficiente para su conservación?*

*La Cuenca del Río Salado, localizada en la provincia de Buenos Aires, transporta excesos de agua y nutrientes durante inundaciones hacia la Bahía Samborombón (un Sitio Ramsar). A pesar de períodos de sequía e inundación, los cambios de la salinidad producto de la influencia marina y el aporte de efluentes agropecuarios, los ambientes acuáticos mantienen un aceptable grado de conservación y biodiversidad. La estructura del plancton se mantiene dominada por clorofitas unicelulares, rotíferos Brachionidae y ciliados tintínidos en la cuenca inferior y crustáceos en sectores vinculados a ambientes lénticos. La comunidad planctónica es compleja, resiliente y está integrada por más de 300 especies. Las especies clave permitirían que el río mantenga su rol como ecosistema de servicio. Proponemos para ríos de llanura la visión territorial, multiescala, dentro del concepto de riverine landscape, que incluye tanto la conservación composicional (Biodiversidad) como funcional (Integridad Ecológica).*

<sup>a</sup>Instituto de Limnología R. A. Ringuelet, CCT La Plata CONICET – UNLP, Boulevard 120 y 62, 1900 La Plata, Argentina

<sup>b</sup>Departamento Científico Fisiología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP-CONICET, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina

\*Autor para correspondencia: +54 221 4222775. gabellon@ilpla.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

La conservación de la biodiversidad se refiere a la biota en términos taxonómicos y de diversidad genética, la variedad de formas de vida presentes y la estructura comunitaria así creada, y los roles ecológicos desarrollados. La biota es organizada jerárquicamente desde el genoma hasta el individuo, las especies, la población y las comunidades. Dos aspectos de la diversidad son: la composición específica y la riqueza específica; el número de especies presentes (SER, 2004) es clave para mantener el funcionamiento de la biosfera (Wilson, 2003). Sin embargo parecen existir ciertos prejuicios con respecto a cuáles ecosistemas o especies son más valiosos de identificar o conservar sin que exista una base objetiva que justifique la elección o no, considerándose a los microorganismos como objetivo de conservación (Baillie et al., 2008).

Con respecto a la conservación hay al menos dos enfoques: a) Enfoque composicional o de grano fino, que se relaciona directamente con las especies y sus poblaciones, b) Enfoque funcional o de grano grueso, relacionado principalmente con la conservación de la integridad ecológica, el que está relacionada con la biodiversidad, las estructuras y procesos ecológicos, contextos regionales e históricos y el uso sustentable (SER, 2004; Tellería, 2008; Cotterill et al., 2008).

Existe evidencia empírica que soporta la idea de que existe una relación positiva entre la riqueza de especies, la productividad y estabilidad de un ecosistema (Tilman, 1999; Mc Cann, 2000). La hipótesis de diversidad-estabilidad también argumenta a favor de la progresiva pérdida de funcionalidad en relación a la pérdida de especies, como lo comprueba experimentalmente Cardinale (2011) con varias especies de algas. Por otro lado, la hipótesis de la redundancia indica que sólo la desaparición de especies dominantes o claves implicaría un cambio estructural del sistema ecológico (Tellería, 2008).

La utilización de estos enfoques debe realizarse prudentemente ya que en muchos casos no se conoce la función ecosistémica de las especies y por otro lado la ausencia de una especie considerada redundante requiere la presencia de otra especie similar en el grupo funcional. Además, en un sistema fluctuante como puede ser, por ejemplo, un río de llanura, una especie puede ser redundante en un momento y clave en otro. En efecto, algunos autores ven a la redundancia como un seguro natural contra los efectos negativos de las extinciones (Walker, 1992). Es por ello que la aplicación de grupos funcionales sería el paso siguiente a la utilización de especies.

A diferencia de las especies terrestres, tales como vertebrados y plantas vasculares, no se destaca la importancia de conservar la biodiversidad del plancton de un ambiente acuático continental, descuidando el valor intrínseco de las especies. Son escasos los trabajos que ponderan el valor intrínseco de las especies de plancton, por ejemplo la UICN ([www.iucn.org](http://www.iucn.org)) lista 108 especies de copépodos dulceacuícolas exclusivos de aguas subterráneas entre las cuales hay 3 extintas, 6 en peligro crítico, 73 vulnerables, 6 con bajo riesgo y 20 especies sin datos suficientes como para incluirlas en alguna de las categorías. También se incluye una especie de cladóceros en la categoría vulnerable.

Esto puede deberse a factores propios de la comunidad planctónica y a factores externos.

Los factores propios de la comunidad planctónica son:

- *Presencia de especies cosmopolitas.* La idea de su cosmopolitismo es la base por la cual se utilizan claves europeas de identificación de algas en América, considerándose en estudios ecológicos (a partir de una diagnosis morfológica) que, por ejemplo, especímenes que no responden a los rangos de talla específicos son variedades neotropicales o ecomorfos. Este accionar tiene como consecuencia que se desconozca el potencial evolutivo de la biota de cada sitio y por ende el valor de la

pérdida cuando se producen perturbaciones.

- *Resiliencia de los ambientes acuáticos.* La resiliencia es la habilidad de un ecosistema para recuperar atributos estructurales y funcionales dañados por stress o disturbio (SER, 2004). Los ciclos de vida corto de los organismos planctónicos, las estructuras de resistencia que producen, el número de especies con nicho semejante y las diferentes escalas espaciales y temporales en que ocurren los procesos son variables claves para la resiliencia de los ambientes acuáticos.

Los factores externos son:

- *Ausencia de presión social* de grupos ecologistas para su conservación o protección.

- *Particularidades en el estudio de esta comunidad biológica.* La mayoría de las especies no tienen nombre vulgar y no son visibles a simple vista.

- *Falta de difusión del conocimiento del plancton a la población.* En general la población no percibe a los microorganismos acuáticos desde los puntos de vista estético y utilitario. Sólo en casos de modificaciones a estos puntos de vista, en donde adquieren valor, se consideran específicamente. Un ejemplo son las floraciones algales que son tomadas como fenómenos indeseables. Su efecto sobre la diversidad y composición específica tanto de otras algas como de la microfauna no es considerada hasta tanto no se visualizan sus efectos en el cambio estético de los sitios destinados a recreación y su efecto negativo en el ambiente desde el punto de vista utilitario, por ejemplo respecto al abastecimiento de agua potable (Dodds *et al.*, 2009; Paerl *et al.*, 2011). Entonces, como patrón, la llegada de especies invasoras o la profusión de una determinada especie genera que se realicen acciones sobre el ambiente para cuidar una biodiversidad que hasta ese momento era descuidada o desconocida (Hudnell, 2010).

- *Vacios de información biológica.* La biogeografía del plancton de sistemas acuáticos continentales no está muy desarrollada debido en gran medida a la

suposición de conectividad entre cuencas y la dispersión entre ellas por diversos agentes (anemocoria, antropocoria, zoocoria).

- *Diversidad de enfoques en el estudio de la conservación de los ambientes acuáticos.* Desde el punto de vista científico se considera que en la conservación de los ambientes acuáticos no es importante conocer a sus integrantes sino preservar las principales propiedades emergentes del sistema, aunque exactamente el mismo principio se podría aplicar a sistemas terrestres, en los que, en cambio, miles de especies son objeto de conservación y protección (listas de IUCN: [www.iucn.org](http://www.iucn.org)). Existe el principio de que si se conservan zonas terrestres también se conservan los ecosistemas acuáticos incluidos, pero esto no se realiza considerando escalas de cuenca (Likens, 1983) para establecer sus límites, sino criterios de biodiversidad terrestre (Olson *et al.*, 1998). En muchos casos la justificación para proteger áreas de humedales, es el cuidado del hábitat de las aves acuáticas, la reproducción de peces, la belleza escénica y el concepto de que la existencia o supervivencia de especies ubicadas en los puestos más altos de la cadena o trama trófica significa la supervivencia en estructura y funcionamiento de los niveles más bajos. En muchas áreas terrestres con un grado elevado de antropización se considera que no existen ya zonas para conservar o proteger, sin tener en cuenta que los ecosistemas acuáticos incluidos pueden estar en un grado aceptable de conservación, no sólo respecto a los microorganismos sino también en referencia a la fauna asociada (aves, anfibios, etc.).

El plancton en sí mismo es interesante como ya lo plantea Hutchinson (1961) en su trabajo sobre la paradoja del plancton refiriéndose a la gran diversidad en un medio aparentemente homogéneo.

¿Es necesario considerar al plancton de agua dulce como merecedor de atención para su protección? ¿La pérdida de biodiversidad del plancton puede tener

las mismas consecuencias sobre el planeta que la de otras comunidades de sistemas naturales complejos? Es interesante preguntarse si los cambios en diversidad implican cambios en la estructura y por lo tanto en el estado de equilibrio. El plancton al igual que otros sistemas naturales parece ser un sistema redundante, con claras posibilidades de resiliencia y reemplazo de especies en el caso que se superen sus niveles de tolerancia (Jorgensen, 1997). También puede considerarse que el plancton sufre microsucesiones anuales (Reynolds, 2003), por ejemplo cambios en el fitoplancton relacionados a modificaciones en la temperatura del agua, con lo cual las especies pueden agruparse como invernales, estivales o indiferentes (Bazzuri et al., 2010), o en el zooplancton (Claps et al., 2009).

Sus diferentes formas de reproducción con diversas estrategias para sobrevivir en momentos adversos, les brindan mayor resiliencia como especie individual o como comunidad. La diversidad genética se considera un punto focal de la conservación y en particular la alta diversidad genética de procariontas y eucariotas que se encuentra en el plancton representa una singularidad dentro de los sistemas naturales.

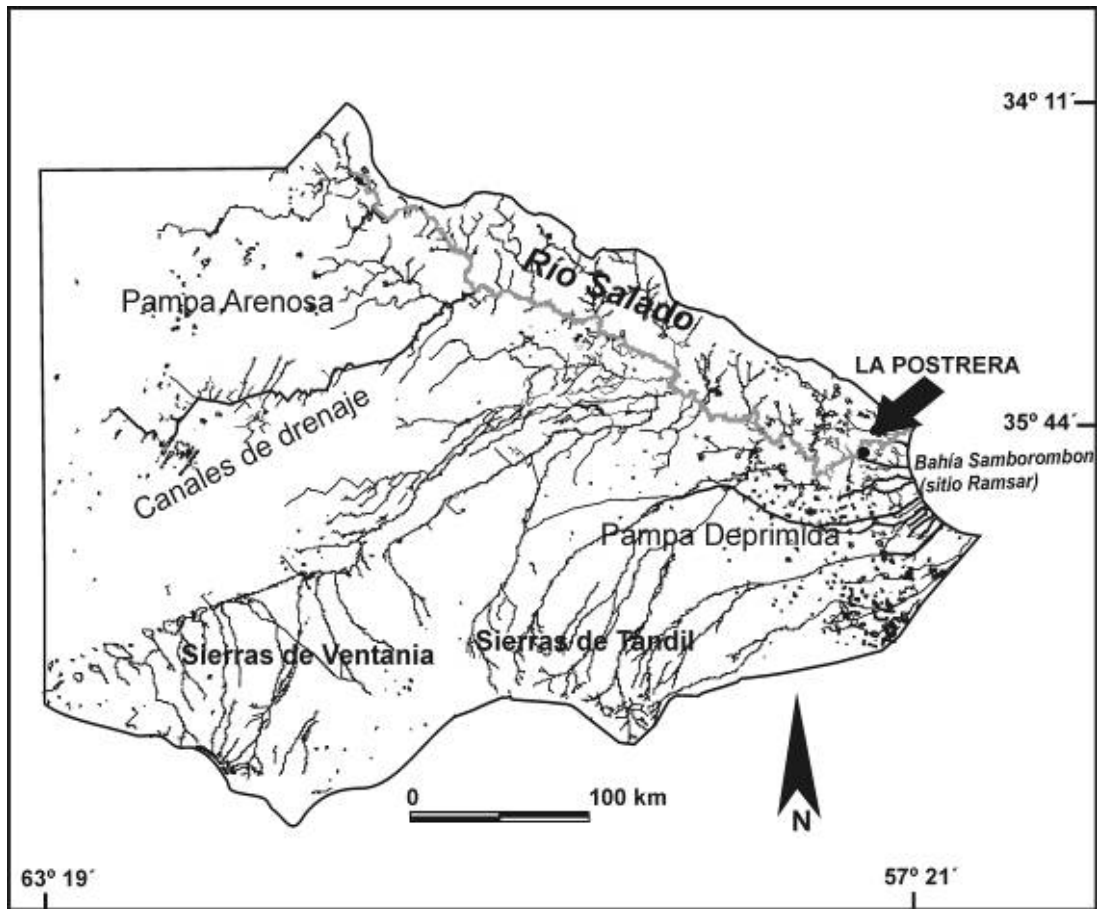
En el marco de la discusión sobre los conceptos generales de conservación referidos a las cuencas hídricas y el análisis de la aplicación de la conservación bajo los principios de integridad biológica y de conservación de la biodiversidad, se propone establecer la importancia de las características de la comunidad del plancton de ríos y la necesidad que éste sea objeto de conservación. Para ello se analizaron los cambios en la estructura del plancton en un período de 15 años en el sector inferior de la Cuenca del Río Salado, que se caracteriza por ser un río de llanura con un aumento exponencial de la producción agropecuaria y por estar sometido a intervenciones hidráulicas para atemperar el efecto de las inundaciones (caso de estudio). Asimismo, se sugieren los mecanismos más adecuados para la conservación de la biodiversidad del plancton en ríos de llanura.

## CASO DE ESTUDIO

El Río Salado es de régimen fluctuante, con períodos secos con bajo caudal y alta conductividad, que pueden ocurrir con recurrencia de varios años e incluso en el mismo año. Detalles acerca de características de la cuenca del río Salado pueden hallarse en Conzonno et al. (2001), Gabellone et al. (2003, 2005, 2008), Moscuza et al. (2007), Schenone et al. (2008), entre otros. Nuestro equipo de investigación está estudiando hace más de 15 años este río y los ambientes lénticos asociados. Durante el período de estudio se produjeron períodos secos, húmedos y de inundación, incluyendo recurrencias de caudal superiores a 20 años, tal como en el período 2002-2003.

Esta cuenca, situada en la provincia de Buenos Aires, de 150.000 km<sup>2</sup> de extensión es una de las más importantes de la Argentina por estar ubicada en una zona donde se produce un tercio de la producción agropecuaria nacional. En los últimos años, el incremento de la agricultura (que ya alcanzó para todo el país los 100 millones de toneladas anuales) en desmedro de la ganadería extensiva produjo cambios en el aumento del uso de agroquímicos, especialmente fertilizantes y a la aparición de sistemas intensivos de cría de ganado (Baldi & Paruelo, 2008; Lobbosco, 2009; Lence, 2010; Riskin et al., 2013). Además la cuenca está siendo afectada por variadas obras hidráulicas para aumentar su capacidad de transporte (Palmer et al., 2002).

Concomitantemente, en los cuerpos de agua de la cuenca se ha registrado aumento en la concentración de las distintas fracciones de P (Gabellone et al., 2010) y modificaciones en la estructura y dinámica del plancton (Neschuk et al., 2002; Claps et al., 2009).



**Figura 1.** Mapa de la Cuenca del río Salado (Buenos Aires, Argentina) donde se muestran el cauce principal, los principales tributarios y el lugar de muestreo.

**Figure 1.** Map of the Salado River Basin (Buenos Aires, Argentina), which shows the main channel, tributaries, and sampling site

## METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el estudio del fitoplancton y del zooplancton se basa en Solari *et al.* (2002), Gabellone *et al.* (2005) y Claps *et al.* (2009). El presente análisis incluye la identificación de cambios en la estructura de la comunidad a partir de la presencia o ausencia de especies y en las especies más representativas de grupos funcionales tanto del zooplancton como del fitoplancton en la Cuenca Baja del Río Salado. Los datos que se presentan corresponden a un sitio de muestreo (La Postrera) (Figura 1), donde se efectuaron muestreos con periodicidad mensual (1995-1997) y estacional (1997-1999, 2002-2003,

2004-2005) y un muestreo de control (2011). La clasificación de las algas planctónicas en grupos funcionales fue ideada por Reynolds (1997) de acuerdo a un criterio funcional basado en las propiedades fisiológicas, morfológicas y ecológicas de las especies.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La riqueza total del plancton del Río Salado en el sitio de muestreo La Postrera, considerando distintas escalas espaciales y temporales alcanza las 419 especies. Esto sin

considerar otros grupos de organismos como hongos y bacterias de difícil identificación. Durante la totalidad del período de muestreo

(1995-2011) se identificaron 306 taxones de fitoplancton (Tabla 1) y 113 taxones en el zooplancton (Tabla 2).

| REINO BACTERIA                         | REINO CHROMISTA                           |   |
|--|---|---|
| CYANOBACTERIA                          | CRYPTOPHYTA                               | <i>C. quadratum</i>                         |
| <i>Anabaena aphanizomenoides</i>       | <i>Chroomonas coerulea</i>                | <i>Crucigenia</i> sp.                       |
| <i>A. cylindrica</i>                   | <i>Cryptomonas</i> sp.                    | <i>C. fenestrata</i>                        |
| <i>A. inaequalis</i>                   | <i>C. erosa</i>                           | <i>C. quadrata</i>                          |
| <i>A. sphaerica</i>                    | <i>C. ovata</i>                           | <i>C. tetrapedia</i>                        |
| <i>A. spiroides</i>                    | <i>C. pusilla</i>                         | <i>Crucigeniella rectangularis</i>          |
| <i>Anabaenopsis</i> sp.                |   | <i>Desmodesmus granulatus</i>               |
| <i>A. circularis</i>                   | BACILLARIOPHYCEAE                         | <i>D. intermedius</i>                       |
| <i>A. elenkini</i>                     | <i>Actinocyclus senarius</i>              | <i>D. opoliensis</i>                        |
| <i>A. nadsonii</i>                     | <i>Achnanthes</i> sp.                     | <i>D. opoliensis</i> var. <i>mononensis</i> |
| <i>A. tanganyikae</i>                  | <i>A. linearis</i>                        | <i>D. pannonicus</i>                        |
| <i>Aphanocapsa delicatissima</i>       | <i>Amphora ovalis</i>                     | <i>D. perforatus</i>                        |
| <i>A. elachista</i>                    | <i>Anomoeonis sphaerophora</i>            | <i>D. quadricaudatus</i>                    |
| <i>A. grevillei</i>                    | <i>Aulacoseira distans</i>                | <i>D. spinosus</i>                          |
| <i>A. pulchra</i>                      | <i>A. granulata</i> var. <i>granulata</i> | <i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>       |
| <i>Aphanothece smithii</i>             | <i>A. g. var. angustissima</i>            | <i>Didymocystis biocellularis</i>           |
| <i>Arthrospira platensis</i>           | <i>Bacillaria paxillifera</i>             | <i>Dimorphococcus lunatus</i>               |
| <i>Chroococcus</i> sp.                 | <i>Caloneis oregonica</i>                 | <i>Elakatothrix gelatinosa</i>              |
| <i>C. aphanocapsoides</i>              | <i>Cocconeis placentula</i>               | <i>Enallax acutiformis</i>                  |
| <i>C. dispersus</i>                    | <i>Cyclotella comta</i>                   | <i>Eutetramorus fotti</i>                   |
| <i>C. minutus</i>                      | <i>C. glomerata</i>                       | <i>Francoia amphitricha</i>                 |
| <i>C. turgidus</i>                     | <i>C. meneghiniana</i>                    | <i>F. droescheri</i>                        |
| <i>Coelomonon pusillum</i>             | <i>Cylindrotheca dosterium</i>            | <i>Geminella interrupta</i>                 |
| <i>Coelosphaerium</i> sp.              | <i>Diademsis confervacea</i>              | <i>Golenkinia radiata</i>                   |
| <i>C. dubium</i>                       | <i>Diploneis</i> sp.                      | <i>Hindakia tetrachotoma</i>                |
| <i>C. kuetzingianum</i>                | <i>Entomoneis alata</i>                   | <i>Kirchneriella aperta</i>                 |
| <i>Eucapsis</i> sp.                    | <i>Epithemia argus</i>                    | <i>K. contorta</i>                          |
| <i>E. minuta</i>                       | <i>Eunotia</i> sp.                        | <i>K. irregularis</i>                       |
| <i>Gleiterinema amphibium</i>          | <i>Fragilaria</i> sp.                     | <i>K. microscopica</i>                      |
| <i>G. lemmermanni</i>                  | <i>Gomphonema</i> sp.                     | <i>K. obesa</i>                             |
| <i>Gloeocapsa dermochroa</i>           | <i>G. acuminatum</i>                      | <i>K. phaseoliformis</i>                    |
| <i>G. granosa</i>                      | <i>G. angustatum</i>                      | <i>K. pseudoaperta</i>                      |
| <i>G. punctata</i>                     | <i>G. parvulum</i>                        | <i>Korshikoviella limnetica</i>             |
| <i>Gomphosphaeria</i> sp.              | <i>Gyrosigma</i> sp.                      | <i>Lagerheimia chodatii</i>                 |
| <i>G. aponina</i>                      | <i>G. acuminatum</i>                      | <i>L. genevensis</i>                        |
| <i>Jaaginema minimum</i>               | <i>G. attenuatum</i>                      | <i>Lobocystis planctonica</i>               |
| <i>Leptolyngbya limnetica</i>          | <i>Halamphora coffeaeformis</i>           | <i>Monactinus simplex</i>                   |
| <i>Limnocoocus limneticus</i>          | <i>Mastogloia elliptica</i>               | <i>Monoraphidium arcuatum</i>               |
| <i>Limnothrix planctonica</i>          | <i>Melosira varians</i>                   | <i>M. circinale</i>                         |
| <i>Merismopedia glauca</i>             | <i>Naviocula</i> sp.                      | <i>M. contortum</i>                         |
| <i>M. minima</i>                       | <i>N. cryptocephala</i>                   | <i>M. convolutum</i>                        |
| <i>M. tenuissima</i>                   | <i>N. hungarica</i>                       | <i>M. griffithii</i>                        |
| <i>M. warmingiana</i>                  | <i>N. peregrina</i>                       | <i>M. irregulare</i>                        |
| <i>Microcystis aeruginosa</i>          | <i>N. radiosa</i>                         | <i>M. komarkovae</i>                        |
| <i>M. aeruginosa</i> var. <i>minor</i> | <i>N. rhynchocephala</i>                  | <i>M. minutum</i>                           |
| <i>M. firma</i>                        | <i>Nitzschia</i> sp.                      | <i>M. tortile</i>                           |
| <i>M. novaceki</i>                     | <i>N. acicularis</i>                      | <i>Mucidosphaerium pulchellum</i>           |
| <i>M. pulvereae</i>                    | <i>N. amphibia</i>                        | <i>Mougeotia</i> sp.                        |
| <i>Nodularia spumigena</i>             | <i>N. braarudii</i>                       | <i>Nephrocystium agardhianum</i>            |
| <i>Oscillatoria</i> sp.                | <i>N. constricta</i>                      | <i>Oocystis borgei</i>                      |
| <i>Oscillatoria</i> sp.1               | <i>N. filiformis</i>                      | <i>O. gloeocystiformis</i>                  |
| <i>O. tenuis</i>                       | <i>N. fonticola</i>                       | <i>O. lacustris</i>                         |
| <i>Phormidium granulatum</i>           | <i>N. fruticosa</i>                       | <i>O. marssonii</i>                         |
| <i>P. tergestinum</i>                  | <i>N. linearis</i>                        | <i>O. parva</i>                             |
| <i>Planktolyngbya limnetica</i>        | <i>N. longissima</i>                      | <i>O. pusilla</i>                           |
| <i>Planktothrix agardhii</i>           | <i>N. palea</i>                           | <i>O. rhomboidea</i>                        |
| <i>Pseudoanabaena</i> sp.              | <i>N. romana</i>                          | <i>O. socialis</i>                          |
| <i>P. amphigranulata</i>               | <i>N. rostellata</i>                      | <i>O. solitaria</i>                         |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <i>P. catenata</i>                       | <i>N. sigma</i>                            | <i>O. submarina</i>                         |
| <i>P. limnetica</i>                      | <i>Plagiotropis lepidoptera</i>            | <i>Pandorina morum</i>                      |
| <i>P. mucicola</i>                       | <i>Planothidium lanceolatum</i>            | <i>Pediastrum angulosum</i>                 |
| <i>Raphidiopsis mediterranea</i>         | <i>Pleurosigma delicatulum</i>             | <i>P. boryanum</i> var. <i>longicome</i>    |
| <i>Romeria</i> sp.                       | <i>P. elongatum</i>                        | <i>P. duplex</i>                            |
| <i>R. elegans</i>                        | <i>P. salinarum</i>                        | <i>P. tetras</i> var. <i>tetraodon</i>      |
| <i>R. okensis</i>                        | <i>Pseudostaurosira brevistriata</i>       | <i>Planctonema lauterbornii</i>             |
| <i>Spirulina laxissima</i>               | <i>P. brevistriata</i> var. <i>inflata</i> | <i>Pseudodidymocystis fina</i>              |
| <i>S. okensis</i>                        | <i>Skeletonema costatum</i>                | <i>P. planctonica</i>                       |
| <i>Woronichinia naegeliana</i>           | <i>Staurosira construens</i>               | <i>Pseudopediastrum boryanum</i>            |
|  | <i>Staurosirella leptostauron</i>          | <i>Quadricoccus ellipticus</i>              |
| <b>REINO PROTOZOA</b>                    | <i>S. pinnata</i>                          | <i>Scenedesmus acunae</i>                   |
|  | <i>Surirella minuta</i>                    | <i>S. acutus</i>                            |
| <b>EUGLENOPHYTA</b>                      | <i>S. ovalis</i>                           | <i>S. armatus</i> var. <i>boglariensis</i>  |
| <i>Cryptoglana</i> sp.                   | <i>S. striatula</i>                        | <i>S. bijuga</i>                            |
| <i>Euglena</i> sp.                       | <i>Synedra ulna</i>                        | <i>S. caudato-acuteolatus</i>               |
| <i>E. caudata minor</i>                  | <i>Tryblionella hungarica</i>              | <i>S. ecomis</i>                            |
| <i>E. deses</i>                          |  | <i>S. intermedius</i> var. <i>acaudatus</i> |
| <i>E. ehrenbergi</i>                     | <b>REINO PLANTAE</b>                       | <i>S. linearis</i>                          |
| <i>E. elastica</i>                       |  | <i>S. longispina</i>                        |
| <i>E. exilis</i>                         | <b>CHLOROPHYTA</b>                         | <i>S. nanus</i>                             |
| <i>E. gasterosteus</i>                   | <i>Actinastrum aciculare</i>               | <i>S. obtusus</i>                           |
| <i>E. limophila</i>                      | <i>A. gracilinum</i>                       | <i>S. ovalternus</i>                        |
| <i>E. megalithus</i>                     | <i>A. hantzschii</i>                       | <i>S. peccensis</i>                         |
| <i>E. oblonga</i>                        | <i>Acutodesmus acuminatus</i>              | <i>Schizochlamys planctonica</i>            |
| <i>E. oxyuris</i>                        | <i>A. obliquus</i>                         | <i>Schroderia indica</i>                    |
| <i>E. oxyuris minima</i>                 | <i>Binuclearia eriensis</i>                | <i>S. planctonica</i>                       |
| <i>E. proxima</i>                        | <i>Chlamydomonas grovei</i>                | <i>S. setigera</i>                          |
| <i>E. proxima</i> var. <i>piniformis</i> | <i>C. epiphytica</i>                       | <i>Scoiellopsis reticulata</i>              |
| <i>E. retronata</i>                      | <i>Chlorella vulgaris</i>                  | <i>Stauridium tetras</i>                    |
| <i>E. rostrata</i>                       | <i>Chlorobium braunii</i>                  | <i>Tetracystis</i> sp.                      |
| <i>E. sociabilis</i>                     | <i>Chodatella subsalsa</i>                 | <i>Tetraedriella regularis</i>              |
| <i>E. viridis</i>                        | <i>Closteriopsis acicularis</i>            | <i>Tetraedron caudatum</i>                  |
| <i>E. vivida</i>                         | <i>C. longissima</i>                       | <i>T. gracile</i>                           |
| <i>Euglenaria anabaena</i>               | <i>Closterium</i> sp.                      | <i>T. minimum</i>                           |
| <i>Lepocindis</i> sp.                    | <i>C. acutum</i>                           | <i>T. muticum</i>                           |
| <i>L. acus</i>                           | <i>C. gracile</i>                          | <i>T. pentaedricum</i>                      |
| <i>L. tripteris</i>                      | <i>C. lanceolatum</i>                      | <i>T. triangulare</i>                       |
| <i>Monomorphina pyrum</i>                | <i>C. venus</i>                            | <i>T. trigonum</i>                          |
| <i>Peranema inflexum</i>                 | <i>Coelastrum cambricum</i>                | <i>Tetraselmis</i> sp.                      |
| <i>Phacus acuminatus</i>                 | <i>C. microporum</i>                       | <i>Tetraspora</i> sp.                       |
| <i>P. granum</i>                         | <i>C. pseudomicroporum</i>                 | <i>Tetrastum glabrum</i>                    |
| <i>P. triquetra</i>                      | <i>Coenochloris helvetica</i>              | <i>T. triangulare</i>                       |
| <i>Strombomonas</i> sp.                  | <i>C. ovalis</i>                           | <i>T. staurogeniiforme</i>                  |
| <i>S. schavinslandii</i>                 | <i>C. planconvexa</i>                      | <i>Thorakochloris planktonica</i>           |
| <i>Trachelomonas planctonica</i>         | <i>Coenocystis</i> sp.                     | <i>Treubaria triapendiculata</i>            |
|  | <i>Cosmarium</i> sp.                       | <i>Ulothrix variabilis</i>                  |
| <b>DINOPHYTA</b>                         | <i>C. dodgei</i>                           | <i>Westella botryoides</i>                  |
| <i>Gymnodinium</i> sp.                   |  |   |
| <i>Peridinium</i> sp.                    |  |   |

**Tabla 1.** Lista de las especies del fitoplancton encontradas en el sector inferior de la cuenca del río Salado durante el período 1995-2011.

**Table 1.** List of species found in the phytoplankton of the lower sector of Salado River basin during the 1995-2011 period

| REINO PROTISTA                    | REINO ANIMALIA                      |                                      |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>CILIOPHORA</b>                 | <b>ROTIFERA</b>                     |                                      |
| <i>Askensia</i> sp.               | <i>Anuraeopsis</i> sp.              | <i>Pompholyx sulcata</i>             |
| <i>Aspidisca</i> sp.              | <i>Ascomorpha</i> sp.               | <i>Testudinella patina</i>           |
| <i>Carchesium</i> sp.             | <i>Asplanchna brightwelli</i>       | <i>Testudinella</i> sp.              |
| <i>Codonella cratera</i>          | <i>Asplanchna girodi</i>            | <i>Synchaeta</i> sp.                 |
| <i>Chilodonella</i> sp.           | <i>Brachionus angularis</i>         | <i>Trichocerca pusilla</i>           |
| <i>Epistylis plicatilis</i>       | <i>B. budapestinensis</i>           | <i>T. stylata</i>                    |
| <i>Euplotes patella</i>           | <i>B. calyciflorus</i>              | <i>T. tigris</i>                     |
| <i>Halteria grandinella</i>       | <i>B. caudatus</i>                  | <i>Trichocerca</i> sp.               |
| <i>Holophrya simplex</i>          | <i>B. dimidiatus</i>                |                                      |
| <i>Fabrea salina</i>              | <i>B. havanaensis</i>               | <b>TARDIGRADA</b>                    |
| <i>Paramecium caudatum</i>        | <i>B. nilsoni</i>                   | <i>Isohypsibius tetradactyloides</i> |
| <i>Prorodon</i> sp.               | <i>B. plicatilis</i>                | <i>Pseudobiotus augusti</i>          |
| <i>Tininnidium fluviatile</i>     | <i>B. pterodinoideus</i>            |                                      |
| <i>Tininnopsis fibriata</i>       | <i>B. quadricauda</i>               | <b>ARTHROPODA</b>                    |
| <i>Thuricola</i> sp.              | <i>B. satanicus</i>                 | <i>Alona glabra</i>                  |
| <i>Tokophrya</i> sp.              | <i>B. urceolaris</i>                | <i>Alona rectangula</i>              |
| <i>Vorticella campanula</i>       | Bdelloideos                         | <i>Alona</i> sp.                     |
| <i>Vorticella</i> sp <sub>1</sub> | <i>Colurella colurus</i>            | <i>Alonella</i> sp.                  |
| <i>Vorticella</i> sp <sub>2</sub> | <i>C. uncinata</i>                  | <i>Bosmina huaronensis</i>           |
|                                   | <i>Cephalodella</i> sp <sub>1</sub> | <i>Ceriodaphnia</i> sp.              |
| <b>AMOEBOZOA</b>                  | <i>Cephalodella</i> sp <sub>2</sub> | <i>Chydorus</i> sp.                  |
| <i>Arcella dentata</i>            | <i>Cephalodella</i> sp <sub>3</sub> | <i>Daphnia ambigua</i>               |
| <i>A. discoides</i>               | <i>Conochilus unicornis</i>         | <i>Diaphanosoma birgei</i>           |
| <i>A. hemisphaerica</i>           | <i>Dicranophorus</i> sp.            | <i>Ilyocryptus</i> sp.               |
| <i>Centropyxis aculeata</i>       | <i>Epiphanes</i> sp.                | <i>Leydigia</i> sp.                  |
| <i>C. ecomis</i>                  | <i>Euchlanis dilatata</i>           | <i>Macrothrix laticornis</i>         |
| <i>Cyphoderia ampulla</i>         | <i>Filinia longiseta</i>            | <i>Moina micrura</i>                 |
| <i>Diffugia acuminata</i>         | <i>Filinia opoliensis</i>           | <i>Pleuroxus</i> sp.                 |
| <i>D. gramen</i>                  | <i>Gastropus</i> sp.                | <i>Pseudochydorus globosus</i>       |
| <i>Euglypha acanthophora</i>      | <i>Hexarthra fennica</i>            | <i>Notodiaptomus incompositus</i>    |
| <i>Euglypha ciliata</i>           | <i>Keratella americana</i>          | <i>Pseudodiaptomus richardsii</i>    |
| <i>Trinema</i> sp.                | <i>K. cochlearis</i>                | <i>Acanthocyclops robustus</i>       |
|                                   | <i>K. lenzi</i>                     | <i>Dyacyclops michaelseni</i>        |
| <b>HETEROKONTA</b>                | <i>K. tropica</i>                   | <i>Metacyclops mendocinus</i>        |
| <b>HELIOZOA</b>                   | <i>Lecane bulla</i>                 | <i>Paracyclops fibriatus</i>         |
| <i>Actinophrys</i> sp.            | <i>L. closterocerca</i>             | <i>Cletocamptus deitersi</i>         |
|                                   | <i>L. hastata</i>                   | <i>Cypridopsis</i> sp.               |
|                                   | <i>L. pyriformis</i>                |                                      |
|                                   | <i>Lepadella ovalis</i>             |                                      |
|                                   | <i>Lophocaris salpina</i>           |                                      |
|                                   | <i>Mytilina ventralis</i>           |                                      |
|                                   | <i>Notholca acuminata</i>           |                                      |
|                                   | <i>N. squamula</i>                  |                                      |
|                                   | <i>Platyes quadricornis</i>         |                                      |
|                                   | <i>Polyarthra vulgaris</i>          |                                      |
|                                   | <i>Proales</i> sp.                  |                                      |
|                                   | <i>Proalides</i> sp.                |                                      |

**Tabla 2.** Lista de las especies del zooplancton encontradas en el sector inferior de la cuenca del río Salado durante el período 1995-2011.

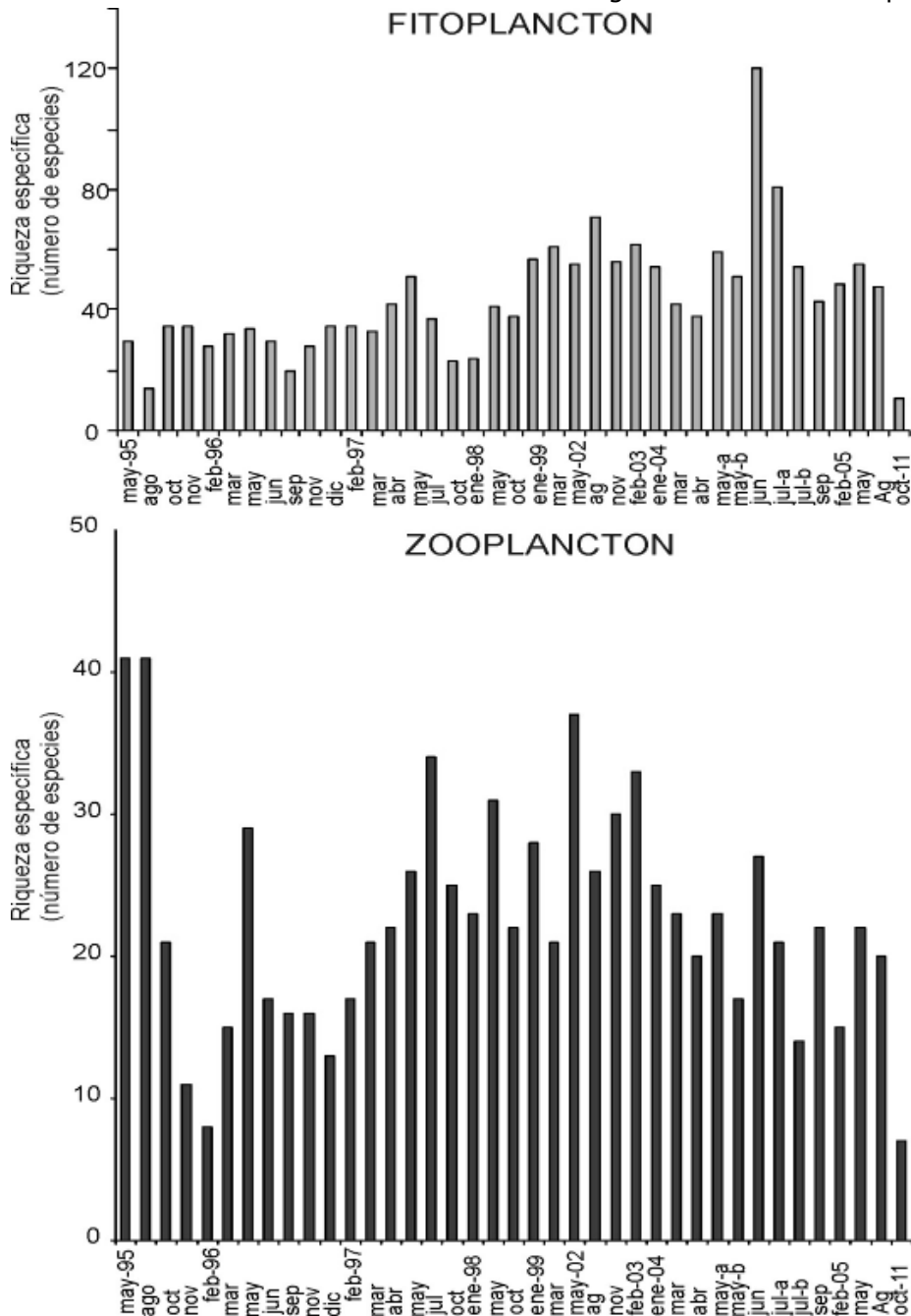
**Table 2.** List of species found in the zooplankton of the lower sector of Salado River basin during the 1995-2011 period



La riqueza específica del fitoplancton fue cambiante (promedio: 44 especies) con valores entre 11 y 120 taxones, vinculándose al régimen fluctuante del río, variaciones térmicas y la conexión con

ambientes lénticos (Figura 2). El fitoplancton presentó, en general, mayores valores de riqueza en meses correspondientes al otoño y primavera.

Se registraron 67 especies de



**Figura 2.** Cambios en la riqueza específica del fitoplancton y del zooplancton en el sector inferior del río Salado durante el período 1995-2011.

**Figure 2.** Changes of phytoplankton and zooplankton specific richness at the lower sector of the Salado River during the 1995-2011 periods

cianobacterias, 133 clorofitas, 67 diatomeas, 32 euglenofitas, 5 criptofitas y 2 dinofitas (Tabla 1). La estructura del fitoplancton estuvo dominada por formas cocales tanto de clorofitas como de cianobacterias que según Reynolds & Descy (1996) son las más adaptadas a vivir en ríos de llanura. Esta forma estuvo acompañada por formas filamentosas de cianobacterias y formas unicelulares de diatomeas. Las principales especies dominantes fueron aquellas que soportan variaciones en la salinidad, alcanzando valores elevados de abundancia. Predominó el género *Monoraphidium* (clorofita) con varias especies, destacándose principalmente *M. minutum*.

El fitoplancton fue organizado en grupos funcionales considerando diferentes características como hábitat, morfología, tolerancia y sensibilidad (Tabla 3). El grupo J que posee mayor riqueza específica (Figura 3), y es un grupo característico de ríos enriquecidos con nutrientes. Este grupo incluye clorofitas cenobiales y muchas unicelulares, ambos tipos muy palatables para el zooplancton filtrador. El grupo J es el único presente en todas las ocasiones de muestreo, mientras que los demás estuvieron en más del 50% de las muestras (Figura 3).

Las especies de *Monoraphidium* pertenecen al grupo funcional X1 que incluye especies adaptadas a las condiciones del río y muy sensibles a la deficiencia de nutrientes y al pastoreo. Otro grupo funcional con varios representantes en el río es el F (Figura 3), que incluye a las especies coloniales con envoltura gelatinosa (especies de *Oocystis* y *Dictyosphaerium*) que son tolerantes a la elevada turbidez del río. Las diatomeas se incluyen en el grupo funcional D, siendo tolerantes a la velocidad de la corriente. Las cianobacterias filamentosas como *Anabaena aphanizomenoides*, *A. spiroides* y *Anabaenopsis circularis*, pertenecen al grupo funcional H1 son sensibles a la deficiencia de fósforo en el río.

Los protozoos estuvieron representados por ciliados, rizópodos y heliozoos (Tabla 2), siendo los ciliados tintínidos muy frecuentes

(Tabla 4) y abundantes, con picos en verano. Los rotíferos constituyeron el grupo más diverso (Figura 3) y abundante, con la familia Brachionidae por la mayor riqueza específica. En este grupo predominan especies que prefieren ambientes con elevada salinidad como *Keratella tropica*, *Brachionus plicatilis* y *B. angularis* (Tabla 4). Entre los cladóceros, se registra la presencia de especies restringidas a la región Neotropical como *Alona glabra* y *Bosmina huaronensis* (Paggi, 1979; Sinev, 2002). También se hallaron especies endémicas entre los copépodos como *Cletocamptus deitersi*, *Notodiaptomus incompositus* y *Metacyclops mendocinus* (Gómez et al., 2003; José de Paggi & Paggi, 2007; Silva, 2008).

La riqueza zooplanctónica promedio fue de 23 especies, con un mínimo de 6 y un máximo de 41 especies (Figura 3). Estas fluctuaciones se deben a la estacionalidad, a la incorporación de inóculo desde ambientes lénticos asociados (conectividad) y a cambios hidrológicos que conllevan variaciones drásticas en la salinidad (Claps et al., 2009).

El valor mínimo de riqueza específica de ambas fracciones del plancton se registró en la misma ocasión de muestreo (Figura 3), con una evidente disminución de grupos funcionales fitoplanctónicos y de las especies que los representan (Figura 4).

Los rotíferos tuvieron más de 10 especies en promedio en los años analizados excepto en 2011, mientras que los protistas (rizópodos y ciliados) y los crustáceos siempre presentaron valores muy inferiores (Figura 3).

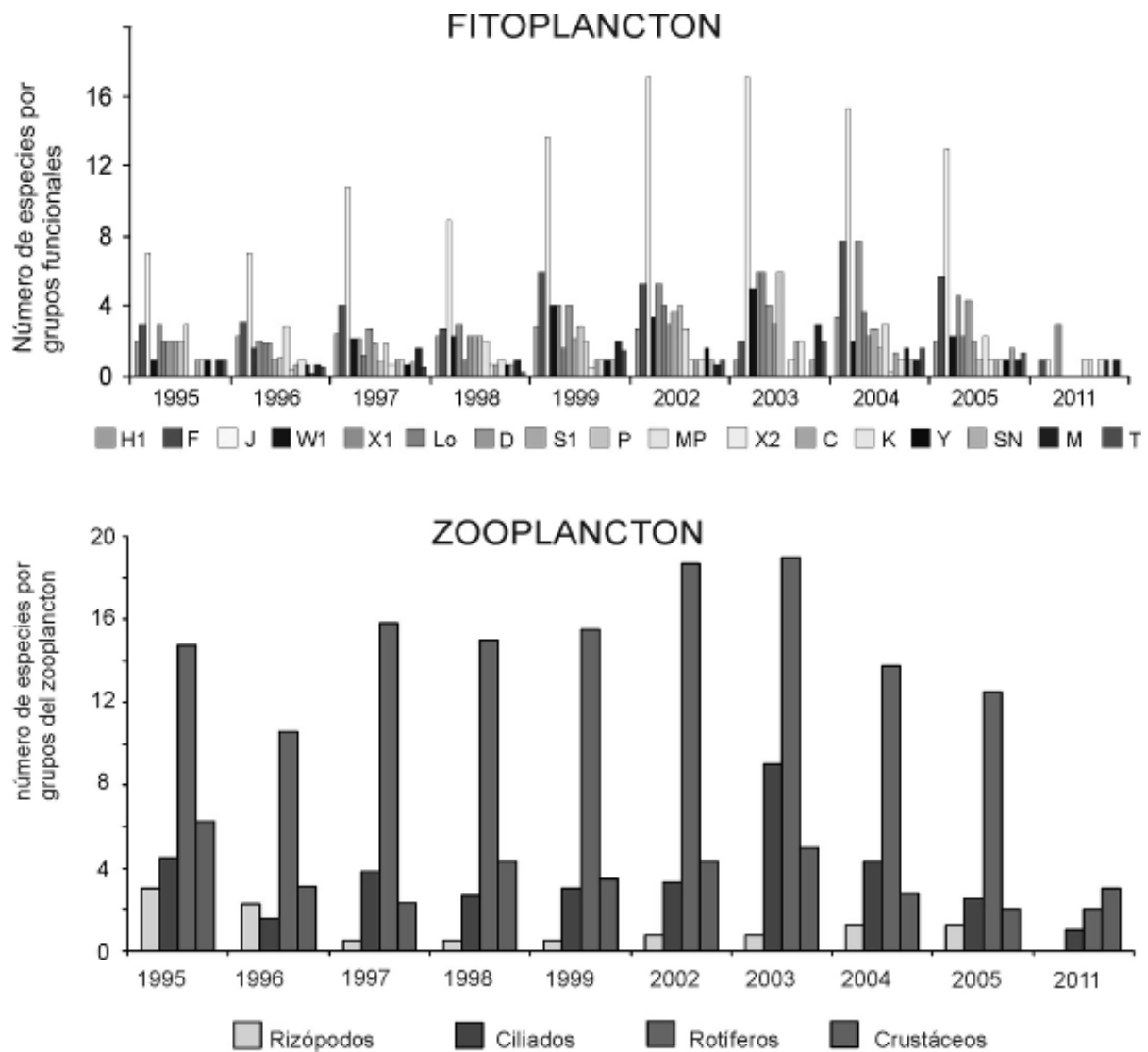
Se ha determinado que los rangos de tolerancia para temperatura y salinidad de las principales especies del zooplancton son variables y definirían parte de las características de su nicho ecológico (Claps et al., 2009).

Por las características de régimen fluctuante del río la comunidad planctónica debería resultar fuertemente resiliente a los cambios hidrológicos y en gran medida

| GF | Habitat   | Morfología   | Tolerancia   | Sensibilidad                         | Ejemplos en el río Salado   |
|----|---|--|--|--------------------------------------|---|
| C  | ambientes mezclados ríos y lagunas              | diatomeas unicelulares                             | deficiencia de luz   | deficiencia de sílice                | <i>Cyclotella meneghiniana</i>  |
| J  | enriquecidos con nutrientes                     | clorofitas cenobiales                              |  | deficiencia de luz                   | <i>Scenedesmus</i> spp. y <i>Pediastrum</i> spp.  |
| X1 | ambientes bien mezclados con nutrientes         | clorofitas unicelulares                            |  | deficiencia de nutrientes y pastoreo | <i>Monoraphidium</i> spp. y <i>Schroederia</i> spp.   |
| F  | lagos transparentes                             | clorofitas coloniales con envoltura gelatinosa     | alta turbidez  |                                      | <i>Dictyosphaerium</i> spp., <i>Oocystis</i> spp.   |
| D  | ambientes turbios enriquecidos, ríos            | diatomeas unicelulares grandes                     | velocidad de corriente   | deficiencia de nutrientes            | <i>Nitzschia</i> spp. y <i>Gyrosigma</i> spp.   |
| H1 | organismos fijadores de nitrógeno               | cianobacterias filamentosas fijadoras de nitrógeno | deficiencia de nitrógeno   | deficiencia de fósforo               | <i>Anabaena aphanizomenoides</i> , <i>A. spiroides</i> , <i>Anabaenopsis circularis</i>                           |
| Y  | usualmente en lagos enriquecidos con nutrientes | unicelulares flageladas                            | deficiencia de luz   | pastoreo                             | <i>Cryptomonas</i> spp. y <i>Chroomonas</i> sp.   |
| X2 | lagos con mezcla, meso-eutróficos               | unicelulares flageladas                            | estratificación  | pastoreo                             | <i>Chlamydomonas</i> spp.   |
| P  | ambientes eutróficos                            | diatomeas coloniales                               | luz media  | estratificación                      | <i>Aulacoseira</i> spp., <i>Melosira</i> sp., <i>Fragilaria</i> spp.  |
| Lo | lagos mesotróficos                              | cianobacterias coloniales y dinoflagelados         |  | mezcla prolongada                    | <i>Chroococcus</i> spp., <i>Coelosphaerium</i> spp., <i>Merismopedia</i> spp., <i>Peridinium</i> sp.              |
| MP | lagunas someras y turbias                       | diatomeas bénticas o perifíticas                   | altos valores de atenuación de la luz y alta concentración de nutrientes |                                      | <i>Gomphonema</i> spp., <i>Navicula</i> spp., <i>Surirella</i> spp.   |
| K  | ambientes ricos en nutrientes                   | cianobacterias coloniales                          |  | mezcla profunda                      | <i>Aphanocapsa</i> spp., <i>Aphanothece</i> spp.  |
| M  | lagos a bajas latitudes                         | cianobacterias coloniales                          | alta insolación  | velocidad de corriente               | <i>Microcystis</i> spp.   |
| W1 | lagunas con materia orgánica                    | euglenoides flagelados                             |  | pastoreo                             | <i>Euglena</i> spp., <i>Phacus</i> spp.   |
| S1 | ambientes mezclados y turbios                   | cianobacterias filamentosas                        | deficiencia de luz   | velocidad de corriente               | <i>Leptolyngbya limnetica</i> , <i>Plantothrix agardhii</i> , <i>Geitlerinema</i> spp., <i>Pseudanabaena</i> spp. |
| SN | ambientes cálidos y mezclados                   | cianobacterias filamentosas                        | deficiencia en nitrógeno y luz   | velocidad de corriente               | <i>Raphidiopsis mediterranea</i>  |
| T  | ambientes bien mezclados                        | clorofitas filamentosas                            | deficiencia de luz   | deficiencia de nutrientes            | <i>Binuclearia eriensis</i> , <i>Geminella interrupta</i> , <i>Mougeotia</i> sp.                                  |

**Tabla 3.** Características principales de los Grupos Funcionales (GF) (Reynolds, 1997; Reynolds et al., 2002; Padišák et al., 2009) utilizados para el fitoplancton de la Cuenca Inferior del Río Salado.

**Table 3.** Main characteristics of phytoplankton Functional Groups (Reynolds, 1997; Reynolds et al., 2002; Padišák et al., 2009) used in the Salado River



**Figura 3.** Promedio anual del número de especies del fitoplancton por grupo funcional (GF) y del número de especies del zooplancton por grupo taxonómico en el sector inferior del río Salado durante el período 1995-2011.

**Figure 3.** Annual mean of species number of phytoplankton by functional group (GF) and species number of zooplankton according to the taxonomic groups at the lower sector of Salado River during the 1995-2011 period.

|             | Rizópodos  | Ciliados   | Rotíferos   | Crustáceos  |
|-------------|--|--|---|---|
| Más del 50% |  | <i>Tintinnopsis fimbriata</i>  | <i>Asplanchna brightwelli</i><br><i>Brachionus angularis</i><br><i>Brachionus calyciflorus</i><br><i>Brachionus caudatus</i><br><i>Brachionus plicatilis</i><br>Bdelloideos<br><i>Filinia longiseta</i><br><i>Keratella tropica</i><br><i>Polyarthra vulgaris</i><br><i>Proalides</i> sp. |   |
| Más del 25% | <i>Arcella emisphaerica</i><br><i>Cyphoderia ampulla</i><br><i>Diffugia gramen</i> | <i>Codonella cratera</i><br><i>Holophrya simplex</i><br><i>Paramecium caudatum</i><br><i>Tintinnidium fluviatile</i> | <i>Brachionus quadridentatus</i><br><i>Notholca acuminata</i><br><i>Proales</i> sp.<br><i>Synchaeta</i> sp.<br><i>Trichocerca pusilla</i>   | <i>Bosmina huaronensis</i><br><i>Acanthocyclops robustus</i><br><i>Metacyclops mendocinus</i> |

**Tabla 4.** Lista de las especies más frecuentes del zooplancton en la cuenca inferior del río Salado durante el período 1995-2011.

**Table 4.** List of more frequent zooplankton species of the Salado River during the period 1995-2011

al impacto de las obras hidráulicas, no así a los cambios en el uso de la tierra. Otro factor positivo a su resiliencia es que al ser un río de llanura está directamente o indirectamente asociado a cuerpos lénticos que aumentan su complejidad estructural y son fundamentales como áreas de reproducción y fuentes de inóculos, refugio, entre otros.

## CONCLUSIONES

Los cambios producidos en las características estructurales de la comunidad del plancton en un ambiente fluctuante como el Río Salado, durante los 15 años estudiados en los que el río atravesó situaciones de niveles normales de agua, inundaciones y sequías, permitió comprobar que este sistema multiespecie que se adapta a las diferentes situaciones asociadas al caudal

del río, a través de marcados cambios en la riqueza específica y en la densidad de las especies pero siempre a partir de una estructura basada en los rotíferos (principalmente de la familia Brachionidae) y en las clorofitas clorococales. Sin embargo es de destacar, que el plancton tuvo un cambio estructural marcado e importante en el último muestreo (año 2011), con la dominancia de la cianobacteria *Aphanothece smithii* - que no había sido encontrada previamente en los 40 muestreos realizados en la cuenca- y con un empobrecimiento de la riqueza específica del zooplancton, con un total de seis especies. No puede conocerse si el cambio fue gradual o abrupto debido a que se produjo un período prolongado sin información entre los muestreos de 2005 al 2011. Los marcados cambios registrados tanto en la riqueza específica como en el número de grupos funcionales y el número de especies por grupos funcionales, indican que se produjeron reemplazos de especies respondiendo a: la estacionalidad térmica, los cambios hidrológicos que producen

cambios en la conectividad hidrológica y en la conductividad. Estos cambios pueden superar los límites en la tolerancia de muchas especies que sin embargo se encontrarán nuevamente en momentos más favorables. El plancton del río Salado demuestra un alto grado de resiliencia y de adaptabilidad ante los cambios, que incluso pueden llegar a condiciones extremas en los períodos de sequía que superan los 15000  $\mu\text{S cm}^{-1}$  de conductividad del agua (Solari et al., 2002).

¿Cuáles serían las alternativas para la conservación y protección de la biodiversidad del plancton? ¿Qué principios deberían usarse? Tal vez, los relacionados con la conservación de la biodiversidad de manera integral, identificando aquellas especies consideradas importantes que son claves en la estructura y funcionamiento. Se podrían utilizar principios filogenéticos respecto a importantes especies y grupos taxonómicos del plancton, o utilizar principios de la integridad ecológica sobre el fundamento de que manteniendo las características principales de estructura y función se obtiene la protección y conservación de las especies. Este último concepto, y de acuerdo con trabajos recientes (Telleria, 2008; Reza & Saiful, 2011) propone que se mantengan las características y procesos del sistema pudiendo desaparecer especies, ya que sostiene que los mecanismos de retroalimentación pueden ser cumplidos por otras especies y a diferentes niveles de organización. Estos principios pueden ser complementarios, sin embargo no suele considerarse la identificación de determinadas especies en el plancton de una cuenca dada como objetos de conservación.

Un factor que debe ser tomado en cuenta es la posibilidad de autorestauración que tienen los sistemas acuáticos, considerando que las diferentes estrategias de resistencia que tienen muchos organismos planctónicos le permiten al sistema reiniciarse en breves lapsos luego de un disturbio. En un río de llanura esta condición está determinada en

gran medida por el grado de conectividad hídrica del sistema, con la existencia de zonas muertas y cuerpos lénticos asociados que pueden aportar inóculos, sin despreciar otras fuentes de recolonización como los organismos que llegan incluso transportados por el aire.

El Río Salado debido a sus características no presenta utilidad para el hombre como fuente de agua dulce o para riego (por su alta conductividad), o como vía navegable (principalmente por su escasa profundidad y sus ciclos de inundación y sequía) o como fuente de energía hidroeléctrica (debido a su escasa pendiente). Sin embargo, cumple muchas funciones como ecosistema de servicio, al modular las inundaciones y servir para vehicular excedentes de agua producto de las inundaciones. También recibe y transporta los vertidos de efluentes de las localidades ubicadas a su vera y los agroquímicos utilizados en las actividades agropecuarias que llegan a través de la escorrentía superficial, y parte de los cuales pueden metabolizarse en sus extensos humedales previos a su desembocadura en la bahía Samborombón (Sitio RAMSAR, 2004). Todas estas actividades humanas se han incrementado recientemente y están produciendo cambios de difícil pronóstico en el río. El río también provee otros servicios de índole recreativa, tales como pesca deportiva, actividades náuticas, observación de aves, etc.

¿Cuál puede ser la estrategia para su conservación y que a su vez incluya los dos enfoques de conservación (composicional y funcional)? De acuerdo con las características de la cuenca que presenta diferencias geológicas entre las subcuencas (con variada composición iónica del agua y comunidades presentes); con diferentes usos de la tierra (que varían desde zonas con uso intensivo a otras menos pobladas de uso extensivo); con la proyección en el tiempo como cuenca productora de alimentos; probablemente se requieran principios territoriales para su conservación relacionados con la Ecología del Paisaje, con un enfoque multiescala

considerando los patrones espaciales y sus procesos ecológicos.

Aunque los ríos difieren de los sistemas terrestres que los rodean por la conectividad que provee el agua y la fuerte influencia de factores físicos como los geológicos e hidrológicos, los principios de la ecología del paisaje también se aplican igual que para los ecosistemas terrestres y la unión entre estos (Wiens, 2002).

En general los ríos son incluidos sólo como una parte más del paisaje, definido invariablemente como terrestre. Sin embargo el concepto de "Riverine Landscape" intenta reunir los elementos comunes de la ecología del paisaje con la ecología acuática (Wiens, 2002). El uso intensivo del paisaje ribereño ha llevado a la degradación de las cuencas hídricas por lo cual se han establecido una serie de estándares y normas a cumplir para mantener o restaurar su integridad ecológica (Jungwirth *et al.*, 2002). El marco dado por la Ecología del Paisaje y dentro de éste el concepto de Riverine Landscape, parece ser el más adecuado para una política de conservación de una cuenca hídrica en general y del plancton en particular, y es coincidente en parte con el concepto territorial como objetivo de conservación (Olson *et al.*, 1998), con las consignas de incluir cuencas o subcuencas lo suficientemente extensas que conserven ecosistemas representativos y que interconectan manteniendo sus condiciones físicas, la calidad del agua y conservando su biodiversidad para garantizar los procesos ecológicos, evolutivos y la resiliencia del sistema para soportar cambios o bioinvasiones, e integrar los usos de la tierra con los objetivos de conservación.

## AGRADECIMIENTOS

Los resultados utilizados en este trabajo fueron obtenidos durante un periodo prolongado de tiempo, durante el cual, para poder realizarlo se recibieron subsidios de distintas instituciones como el CONICET, la UNLP y la ANPCYT. Agradecemos también a los revisores que permitieron mejorar la claridad del trabajo y su lectura más fluida. Contribución científica N° 935 del Instituto de Limnología "Dr. Raúl A Ringuelet".

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baillie JEM, Collen B, Amin R, Resit Akcakaya H, Butchart SHM, Brummitt N, Meagher TR, Ram M, Hilton-Taylor C & Mace GM. 2008. Toward monitoring global biodiversity. *Conservation Letters*, 1: 18-26
- Baldi G & Paruelo JM. 2008. Land-use and land cover dynamics in South American temperate grasslands. *Ecology and Society*, 13: 6
- Bazzuri M, Gabellone N & Solari L. 2010. Seasonal variation in the phytoplankton of a saline lowland river (Buenos Aires, Argentina) throughout an intensive sampling period. *River Research and Applications*, 26: 766-778
- Cardinale BJ. 2011. Biodiversity improves water quality through niche partitioning. *Nature* 472: 86-89
- Carpenter SR, Caraco NF, Correll DL, Howarth RW, Sharpley AN & Smith DH. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications*, 8: 559-568
- Cavalier-Smith T. 2004. Only six kingdoms of life. *Proceeding of the Royal Society of London B*, 271:1251-1262
- Claps M, Gabellone N & Neschuk N. 2009. Influence of regional factors on zooplankton structure in a saline lowland river: the Salado River (Buenos Aires, Argentina). *River Research and Applications*, 25: 453-471
- Conzonno V, Miretzky P & Fernández Cirelli A. 2001. The impact of man-made hydrology on the lower stream bed of the Salado River drainage basin (Argentina). *Environmental Geology*, 40: 968-972
- Cotterill FPD, Al-Rasheid K & Foissner W. 2008. Conservation of protists: is it needed at all? *Biodiversity Conservation*, 17: 427-443
- Dodds WK, Bouska WW, Eitzmann JL, Pilger TJ, Pitts , KL, Riley AJ, Schloesser J & Thornbrugh DJ. 2009. Eutrophication of U.S. freshwaters: analysis of potential economic damages. *Environmental Science & Technology*, 43: 12-19
- Edwards AC & Withers PJA. 2007. Linking phosphorus sources to impacts in different types of water body. *Soil Use Management*, 23: 133-143



- Gabellone NA, Sarandón R & Claps C. 2003. Caracterización y zonificación ecológica de la cuenca del río Salado. P 87-126 En: Maiola OC, Gabellone NA & Hernández MA (ed). *Inundaciones en la región Pampeana*. Edulp, La Plata, Argentina
- Gabellone NA, Claps MC, Solari LC & Neschuk NC. 2005. Nutrients, conductivity and plankton in a landscape approach to a pampean lowland river (Salado River, Argentina). *Biogeochemistry*, 75: 455–477
- Gabellone NA, Solari LC, Claps MC & Neschuk NC. 2008. Chemical classification of the water in a lowland river basin (Salado River, Buenos Aires, Argentina) affected by hydraulic modification. *Environmental Geology*, 53: 1353–1363
- Gabellone NA, Claps MC, Solari LC & Neschuk NC. 2010. Dinámica espacial y temporal de fracciones de fósforo en la cuenca del río Salado (Buenos Aires, Argentina). *Actas del I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras*, 2: 641-646
- Gómez S, Fleeger JW, Rocha Olivares A & Foltz, D. 2003. Four new species of *Cletocamptus* Schrankewitsch, 1875, closely related to *Cletocamptus deitersi* (Richard, 1897) (Copepoda: Harpacticoida). *Journal of Natural History*, 37: 1–64
- Hudnell HK. 2010. The state of U.S. freshwater harmful algal blooms assessments, policy and legislation. *Toxicon*, 55: 1024–1034
- Hutchinson GE. 1961. The Paradox of the Plankton. *The American Naturalist*, 95:137-145
- Jarvie HP, Withers PJA, Bowes MJ, Palmer-Felgate EJ, Harper DM, Wasiak K & Wasiak P. 2010. Streamwater phosphorus and nitrogen across a gradient in rural-agricultural land use intensity. *Agricultural Ecosystems & Environment*, 135: 238–252
- Jørgensen SE. 1997. *Integration of ecosystem theories: A pattern*. 2nd revised ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht : 400 p
- José de Paggi S & Paggi JC. 2007. Zooplancton. P 229-249 En: Iriondo OMH, Paggi JC & Parma MJ (ed) *The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg

- Jungwirth M, Muhar S & Schmutz. 2002. Re-establishing and assessing ecological integrity in a riverine landscapes. *Freshwater Biology*, 47:867-887
- Lence S H. 2010. The agricultural sector in Argentina: major trends and recent developments. P 409-448 En: *The Shifting Patterns of Agricultural Production and Productivity Worldwide*. The Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center, Iowa State University
- Likens GE. 1983. A priority for ecological research. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 64: 234-243
- Lobbosco FA. 2009. *El engorde a corral para la producción de carne en la provincia de Buenos Aires: un análisis económico*. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina: 84 p
- McCann KS. 2000. The diversity-stability debate. *Nature*, 405: 228-233
- Moscuza C, Volpedo AV, Ojeda C & Fernández Cirelli A. 2007. Water quality index as an tool for river assessment in agricultural areas in the pampean plains of Argentina. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 1: 18-25
- Neschuk N, Gabellone N & Solari L. 2002. Plankton characterisation of a lowland river (Salado River, Argentina). *Verhandlungen International Verein Limnologie*, 28: 1336-1339
- Olson D, Dinerstein E, Canevari P, Davidson I, Castro G, Morisset V, Abell R & Toledo E (Eds.). 1998. *Freshwater biodiversity of Latin America and the Caribbean: A conservation assessment*. Biodiversity Support Program. Library of Congress, Washington, DC : 61 p
- Padisak J, Crossetti LO & Naselli-Flores L. 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia*, 621:1-19
- Paerl HW, Hall NS & Calandrino ES. 2011. Controlling harmful cyanobacterial blooms in a world experiencing anthropogenic and climatic-induced change. *Science of the Total Environment*, 409: 1739-1745
- Paggi JC. 1979. Revisión de las especies argentinas del género *Bosmina*. *Acta Zoológica Lilloana*, 35: 137-162

- Palmer J, Suter SN & Aradas RD. 2002. The Rio Salado Basin Introduction in Argentina: An Integrated Master Plan. *Water and environment Journal*, 16: 141-146
- Ramsar Convention Bureau. 2004. The List of Wetlands of International Importance. <http://www.ramsar.org/>
- Reza MIH & Saiful AA. 2011. Regional Index of Ecological Integrity: A need for sustainable management of natural resources. *Ecological Indicators* 11: 220–229
- Reynolds CS. 1997. Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystems theory. P 114–122 En: Kinne O (ed), *Excellence in Ecology*. ECI, Oldendorf
- Reynolds CS & Descy JP 1996. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Archiv für Hydrobiologie Supplement*, 113: 161-187
- Reynolds CS, Huszar V, Kruk C, Naselli-Flores L & Melo S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 24: 417–428
- Reynolds CS. 2003. Planktic community assembly in flowing water and the ecosystem health of rivers. *Ecological Modelling*, 160: 191-203
- Riskin SH, Porder S, Schipanski ME, Bennett EM & Neill C. 2013. Regional Differences in Phosphorus Budgets in Intensive Soybean Agriculture. *BioScience* 63: 49–54
- SER. 2004. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. [www.ser.org](http://www.ser.org)
- Schenone N, Volpedo A & Fernández Cirelli A. 2008. Estado trófico y variación estacional de nutrientes en los ríos y canales del humedal mixo-halino de Bahía Samborombón (Argentina). *Limnetica*, 27: 143-150
- Silva WM. 2008. Diversity and distribution of the free-living freshwater Cyclopoida (Copepoda: Crustacea) in the Neotropics. *Brazilian Journal of Biology*, 68: 1099-1106
- Sinev AY. 2002. Redescription of *Alona glabra* Sars, 1901, a South American species of the *pulchella*-group (Branchiopoda: Anomopoda: Chydoridae. *Arthropoda Selecta*, 10: 273-280

- Solari LC, Claps MC & Gabellone NA. 2002. River-backwater pond interactions in the lower basin of the Salado River (Buenos Aires, Argentina). *Archiv für Hydrobiologie Supplement*, 141: 99-119
- Suárez-Morales E, Reid JW & Elías-Gutiérrez M. 2005. Diversity and distributional patterns of Neotropical Freshwater Copepods (Calanoida: Diaptomidae). *International Review of Hydrobiology*, 90: 71-83
- Telleria JL. 2008. Conservation Ecology Why conserve species? En: Valladares F, Camacho A, Elosegui A & Gracia C (ed), *Unity in diversity. Reflections on Ecology after the legacy of Ramón Margalef. Barcelona, España.*
- Tilman D. 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. *Ecology*, 80: 1455-1474
- Unión Europea. 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. *Diario Oficial n° L 327 de 22/12/2000 0001 - 0073.* <http://eur-ex.europa.eu>
- Unión Europea. 2003. Guidance Document on Establishing Reference Conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters rivers and lakes. Common Implementation Strategy. Working Group 2.3. <http://eur-ex.europa.eu>
- Vonlanthen P, Bittner D, Hudson AG, Young KA, Müller R, Lundsgaard-Hansen B, Roy D, Di Piazza S, Largiader CR & Seehausen O. 2012. Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* 482: 357-362
- Walker BH. 1992. Biodiversity and Ecological Redundancy. *Conservation Biology*, 6: 18-23
- Wiens JA. 2002. Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater Biology*, 47: 501-515
- Wilson E. 2003. Encyclopedia of life. *Trends in Ecology and Evolution*, 18: 77-80