

Zooplancton del río Reconquista (Buenos Aires, Argentina): composición, densidad y variación estacional

Zooplankton from the Reconquista River (Buenos Aires, Argentina): composition, density and seasonal variation

David Kuczynski

Instituto de Ecología y Contaminación Ambiental
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad de Morón, Argentina
dkuczynski@unimoron.edu.ar

Manuscrito recibido: 18 de julio de 2017; aceptado para su publicación: 23 de noviembre de 2017

Resumen

En el presente trabajo se analizan las fluctuaciones en la composición y la abundancia relativa del zooplancton en el río Reconquista (Buenos Aires, Argentina), a lo largo de un período de 15 meses. Las densidades aumentan drásticamente durante los meses cálidos (llegando hasta los 2.430 ind/L), con valores muy bajos (20 ind/L) en la época invernal. Los rotíferos Monogononta dominan ampliamente entre noviembre y abril, registrándose 59 taxa, que en su mayor parte presenta bajas concentraciones (< 5 ind/L). Entre las especies que alcanzan las mayores densidades se destacan *Brachionus bidentatus* (1.940 ind/L), *B. calyciflorus* (2.260 ind/L) y *B. quadridentatus* (290 ind/L). Otras especies que experimentan picos ocasionales fueron *B. durgae*, *B. havanaensis*, *B. urceolaris reductispinis* y *Polyarthra vulgaris*. El género *Brachionus* se evidencia como el principal componente, con concentraciones que representan más del 90% del total del zooplancton. Entre los meses de mayo y octubre los rotíferos son reemplazados por crustáceos copépodos, especialmente en junio y julio, cuando la presencia de estos últimos supera el 80% del total del zooplancton. Los Bdelloidea están presentes a lo largo de todo el ciclo anual, en general representando 5-10% del zooplancton. Muchos rotíferos muestran un comportamiento euritermo mientras que otros hallazgos quedan restringidos a situaciones de baja temperatura. La fluctuación anual de las condiciones climáticas se evidencia como responsable directa de las variaciones del zooplancton en la comunidad acuática analizada, tanto en su estructura como en la abundancia de sus diversos componentes. La dinámica general del zooplancton se muestra en concordancia con los resultados registrados para otros ríos del mundo.

Palabras clave: zooplancton; dinámica estacional; rotíferos; potamoplancton; río Reconquista (Argentina).

Abstract

Fluctuations in composition and abundance of zooplankton in the Reconquista River, Argentina, were analyzed during a 15-month period. Zooplankton densities increase strongly during the warmer months (up to 2,430 ind/L) with lowest abundances (20 ind/L) in the winter period. Monogonont rotifers (59 taxa) largely dominated from November to April. Majority of them showed low amounts (< 5 ind/L). Species that reached highest densities were Brachionus bidentatus (1,940 ind/L), B. calyciflorus (2,260 ind/L) and B. quadridentatus (290 ind/L). Other species that showed occasional peaks were B. durgae, B. havanaensis, B. urceolaris reductispinis and Polyarthra vulgaris. The genus Brachionus was the main component, reaching peaks which represented more than 90% of total zooplankton. Rotifers were replaced by copepod crustaceans between May and October (especially in June and July, when represented more than 80% of total zooplankton). Bdelloidea were present along the whole annual cycle, usually constituting 5-10% of zooplankton.

Many rotifer species seem to be eurythermous while other findings have been restricted to rather cold conditions. The annual fluctuation in climatic conditions seems to be the primary cause for the variations in structure and abundance of zooplankton in the studied river community. Many rotifer species seem to be eurythermous while other findings have been restricted to rather cold conditions. The annual fluctuation in climatic conditions seems to be the primary cause for the variations in structure and abundance of zooplankton in the studied river community. Temporal dynamics in zooplankton was in concordance with reports from other rivers worldwide.

Keywords: zooplankton; seasonal dynamics; rotifers; potamoplankton; Reconquista River (Argentina).

Introducción

El zooplancton constituye un importante componente de todos los ecosistemas acuáticos. Sus integrantes desempeñan un rol fundamental en la dinámica de los nutrientes y en la conformación de las cadenas tróficas, actuando como base nutricional para los niveles superiores, en los que predominan los peces planctívoros y numerosos invertebrados carnívoros.

El zooplancton es considerado asimismo una herramienta sensible para monitorear los cambios y la dinámica de las condiciones ecológicas. El estudio de sus componentes puede proveer valiosa información sobre la productividad y la sustentabilidad de los ecosistemas involucrados (Hynes, 1970). Todos los organismos pueden sobrevivir dentro de determinados rangos de fluctuación para cada uno de los parámetros ambientales, pero los animales de tamaño microscópico, que se encuentran más íntimamente dependientes de su entorno, son considerados mejores bioindicadores, en lo referente a las propiedades de un medio acuático (Gannon y Stemberger, 1978); son mayores y más fáciles de identificar que los representantes de los diversos grupos de algas, y responden a los cambios físicos y químicos más rápidamente que los peces, lo que los convierte en buenos indicadores de la salud del ecosistema (Cairns et al., 1993).

Considerando la influencia negativa de las actividades humanas en la mayoría de los cursos hídricos, los organismos zooplanctónicos pueden ser utilizados asimismo como muy útiles indicadores biológicos de contaminación y del deterioro en la calidad del agua (e.g., Attayde y Bozelli, 1998; Duggan et al., 2001; Webber et al., 2005).

Con respecto a los cursos hídricos, la composición y la fluctuación estacional del zooplancton han sido analizadas en numerosos países del Mundo, especialmente para los grandes ríos (e.g., Admiraal et al., 1994; Astiz y Álvarez,

1998; Basu y Pick, 1997; Bonetto y Corrales, 1985; El-Otifi y Iskaros, 2015; Ferrari et al., 1989; Kobayashi et al., 1998; Pace et al., 1992; Saunders et al., 1988; Shiel et al., 1982; Vásquez y Rey, 1989; Xiong et al., 2016; Zimmermann-Timm et al., 2007). No obstante, en muchos otros ríos estas comunidades permanecen pobremente documentadas.

El sector noreste de la provincia de Buenos Aires corresponde a una planicie de escasa pendiente, atravesada por varios ríos relativamente de corta extensión, que corren aproximadamente paralelos entre sí para terminar volcando sus aguas en el Río de la Plata, colector de una de las cuencas hidrográficas más importantes de América del Sur. Entre dichos cursos, el río Reconquista es considerado un ejemplo paradigmático tanto por su fisiografía como por su fuerte interrelación con las actividades antrópicas. Atraviesa gran parte del populoso conglomerado urbano conocido como Conurbano Bonaerense, integrado por el territorio de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los municipios que la circundan. Tiene su nacimiento en la confluencia de dos pequeños arroyos, denominados La Chocha y El Durazno. Sobre el sitio de esta confluencia ha sido construido un dique con función hidráulica, con el objeto de demorar el flujo de agua en caso de lluvias intensas y evitar el anegamiento de las urbanizaciones ubicadas aguas abajo. El curso principal recorre desde ese punto una extensión de 42 kilómetros para desembocar en el tramo final del río Luján, que a su vez desemboca, tras pocos kilómetros de recorrido, en el Río de la Plata. Numerosos cursos menores conforman pequeñas subcuencas que drenan hacia ambos márgenes, sumando un total de 1.870 km² para la cuenca del Reconquista en su conjunto.

Como típico curso de llanura, su caudal puede variar notoriamente en función de las condiciones climáticas, en especial la sucesión de épocas de lluvia y de sequía, pudiendo fluctuar de unos 70.000 m³/día a más de 1.700.000 m³/día

en un corto lapso. Su territorio corresponde a una zona de clima templado-húmedo representado por inviernos suaves y veranos calurosos.

La caracterización y la dinámica del zooplancton del Reconquista, tanto en los aspectos cualitativos como cuantitativos, han sido escasamente estudiadas. Los relevamientos iniciales ya mostraron una microfauna variada, especialmente en la biodiversidad de su fauna de rotíferos. En una comparación de diferentes tramos del río, Kuczynski (1984) halló 28 especies distribuidas en 18 géneros, mostrando que mantienen su proporción relativa a lo largo del curso, aunque las densidades globales disminuyen marcadamente desde las nacientes a la desembocadura.

En una posterior revisión del género *Brachionus*, el mismo autor (Kuczynski, 1991a) reporta para este río 12 taxones de rango específico y subespecífico, incluyendo un análisis de su variabilidad morfológica, ampliando los datos de distribución geográfica e incorporando la descripción de nuevas especies para la ciencia mundial. En otra contribución (Kuczynski, 1991b), lleva adelante a su vez la revisión de la familia Brachionidae, incorporando la descripción de las especies pertenecientes a los géneros *Keratella*, *Notholca*, *Anuraeopsis* y *Platyias* junto con nuevas adiciones al género *Brachionus*.

El río Reconquista atraviesa una región densamente poblada. Los sectores medio y bajo de la cuenca se encuentran fuertemente urbanizados y alterados por múltiples actividades, evidenciando elevados niveles de contaminación química y biológica (Castañe et al., 2006; Nader et al., 2013; Kuczynski, 2015). El hallazgo de microorganismos patógenos integrando el bacterioplancton se evidencia como un hecho destacado por su significado tanto ecológico como sanitario (Kuczynski 2016a, 2016b). No obstante el deterioro del río, en el sector cercano a las nacientes, representado por un área de asentamientos de tipo rural, las aguas conservan un adecuado tenor de oxígeno disuelto como para permitir el desarrollo de mayor biodiversidad acuática que en el resto del curso (Castañe et al., 1998; Olgún et al., 2004). En el presente informe se analiza la dinámica estacional del zooplancton (especialmente rotíferos) en el tramo superior del río, un sector relativamente menos contaminado que los tramos de mayor influencia antrópica.

Este trabajo está enmarcado en la principal línea de investigación llevada adelante por el Instituto de Ecología

y Contaminación Ambiental (IECA), perteneciente a la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad de Morón, consistente en el estudio de la ecología y la contaminación de las aguas continentales. Las tareas de muestreo y el trabajo de campo fueron realizados en simultáneo con el monitoreo desarrollado para el proyecto “Investigación ecológica y microbiológica de recursos hídricos bonaerenses. Partes I y II” (PIDs Secyt-UM 09-002/12 y 09-002/14), que arrojó hasta el momento una serie de diversos productos, incluyendo presentaciones en congresos y publicaciones en revistas especializadas.

Material y Métodos

Simultáneamente con los muestreos biológicos se efectuaron algunas mediciones de factores abióticos. La temperatura del agua, el pH y la conductividad fueron medidas *in situ*. Los sólidos totales fueron medidos en laboratorio, siguiendo las respectivas técnicas estandarizadas (APHA, 2005).

Las muestras de zooplancton fueron tomadas con intervalos de aproximadamente cuatro semanas, entre abril de 2013 y junio de 2014, en el sitio conocido como Cascallares, ubicado en el tramo superior del río Reconquista, unos cinco kilómetros aguas abajo de su nacimiento (**Fig. 1**). Para los estudios cuantitativos se filtraron 150 a 200 litros de agua a través de una red de plancton estándar marca Kahlsico de 64 μm de malla. El material concentrado se preservó con una solución de formaldehído al 4%. Para los análisis cualitativos se efectuaron duplicados de las muestras que se mantuvieron sin fijar. Todas las tareas de muestreo se llevaron adelante en horario diurno, generalmente entre las

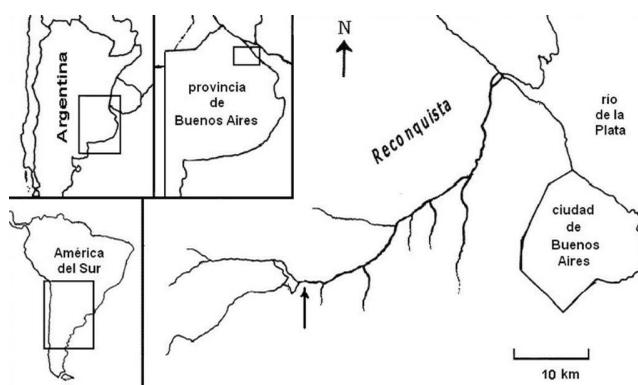


Figura 1. Mapa de la cuenca del río Reconquista iniciando la ubicación de la estación de muestreo de zooplancton.

10:00 AM y las 6:00 PM.

Para la identificación taxonómica del material, así como para los conteos, se utilizó un microscopio binocular con aumentos de 150-400x. Las densidades del zooplancton fueron calculadas dividiendo el número de ejemplares hallados en el total de cada muestra por el volumen de agua filtrada en el trabajo de campo y expresadas en número de individuos por litro de agua.

Resultados

Variables ambientales

Los resultados de las mediciones de las variables abióticas se agrupan en la Tabla I y se ilustran en las Figuras 2 y 3. El pH fluctúa entre valores de 7,4 y 8,9 (media = 8,2), la conductividad entre 860 y 1.620 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (media = 1.140) y los sólidos totales entre 740 y 1.060 mg/L (media = 925). Por otra parte, la temperatura del agua varía entre 6,2 y 28,9 °C, siguiendo el padrón del ciclo estacional, con los valores inferiores para los meses invernales (junio a agosto) y los más elevados para el período estival (noviembre a marzo).

Tabla I. Rango de las variables abióticas registradas durante el período analizado.

Variable	Rango	Promedio	Valor mínimo	Valor máximo
pH	7,4 - 8,9	8,2	Enero	Octubre
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	860 - 1.620	1.140	Mayo	Diciembre
Sólidos totales (mg/L)	740 - 1.060	925	Abril	Septiembre
Temperatura (°C)	6,2 - 28,9	17,5	Junio	Diciembre

Composición del zooplancton

La distribución temporal de los principales grupos del

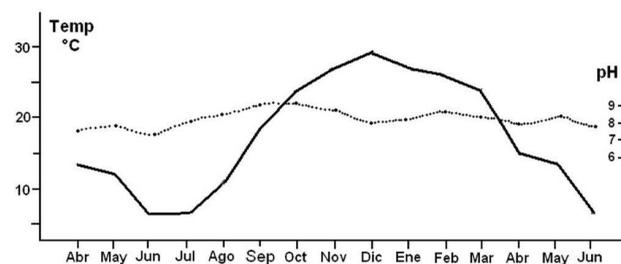


Figura 2: Variación estacional de la temperatura y el pH..

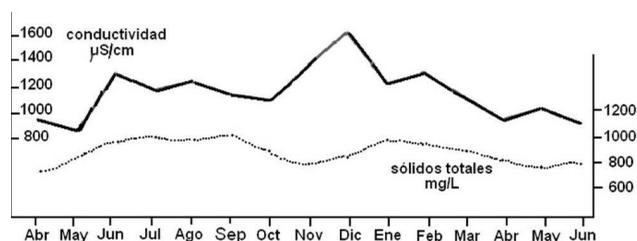


Figura 3: Variación estacional de la conductividad y los sólidos totales.

zooplancton (rotíferos Monogononta, Bdelloidea, crustáceos copépodos y cladóceros) se ilustra en la Fig. 4. Se observa que las densidades totales aumentan marcadamente durante los meses cálidos. Las mayores abundancias ocurrieron entre diciembre y enero (2.430 y 2.110 ind/L), mientras que las más bajas (20 - 38 ind/L) correspondieron a la época invernal (junio a agosto). Entre marzo y mayo las densidades se mantuvieron alrededor de los 500 ind/L.

En la Figura 5 se grafican las proporciones relativas de los principales grupos del zooplancton a lo largo del período estudiado. Los rotíferos Monogononta dominan ampliamente entre noviembre y abril. El género *Brachionus* resulta su principal componente, alcanzando picos que representan más del 90% del zooplancton total para diciembre y enero. Decaen bruscamente para ser reemplazados por los crustáceos copépodos entre mayo y octubre, especialmente en junio y julio en que los copépodos pasan a significar más del 80% del total del zooplancton.

Los Bdelloidea, por su parte, estuvieron presentes a lo largo de todo el ciclo anual, en general representando una proporción del 5-10% del zooplancton total, mostrando su mayor ocurrencia en agosto (52,1%) con algunos picos en septiembre (34,9%), octubre (21,5%) y mayo (20,7%), mientras que su valor mínimo fue registrado en diciembre (1,9%).

La presencia de cladóceros estuvo restringida a invierno y primavera. Los géneros más representados fueron *Diaphanosoma*, *Bosmina*, *Moina* y *Daphnia*. Entre junio y agosto constituyen alrededor del 5% del zooplancton, aumentando en septiembre y octubre (11,9% y 16,7% respectivamente) para resultar particularmente abundantes en noviembre (30,8%) cuando reemplazan completamente a los copépodos (*Metacyclops*, *Eucyclops*, *Acanthocyclops* y escasos calanoideos no identificados), para luego desaparecer en los meses siguientes.

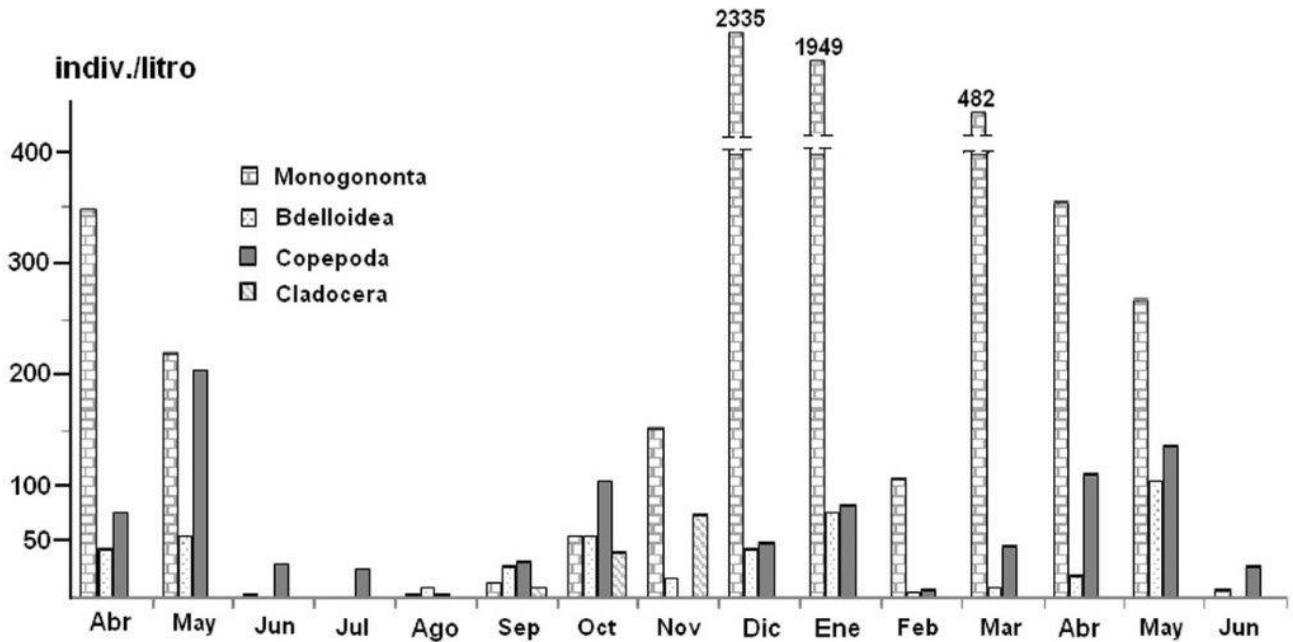


Figura 4: Variación temporal de las densidades de los principales grupos del zooplancton durante el período analizado.

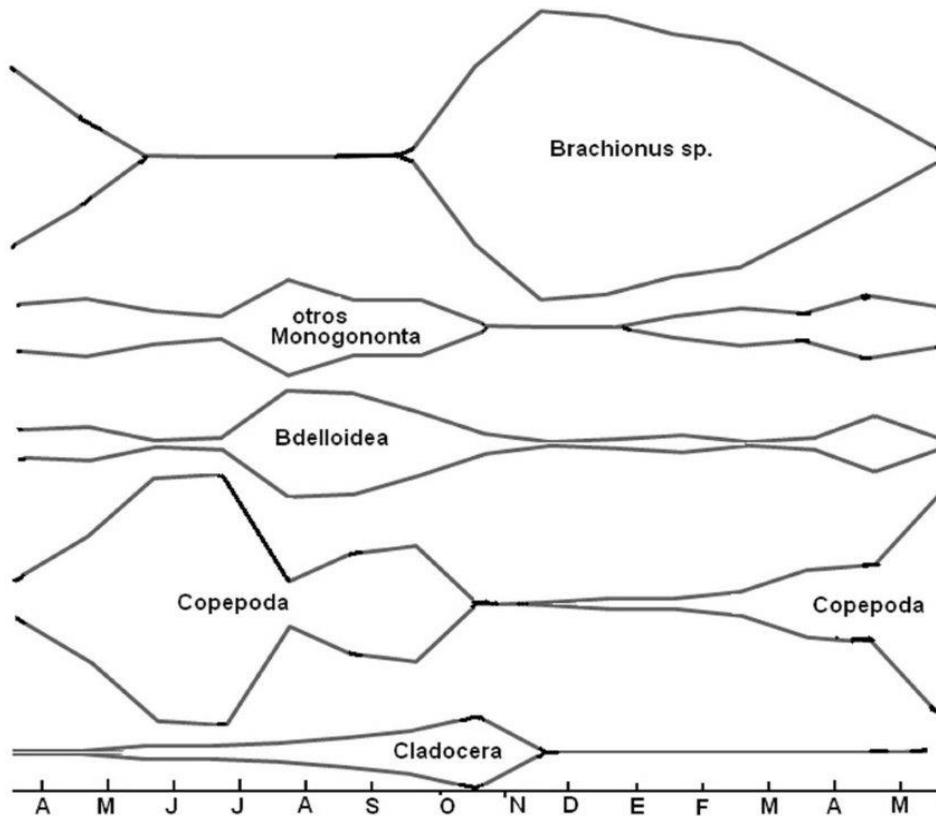


Figura 5: Variación de la proporción relativa de los principales grupos del zooplancton a lo largo del período de estudio.

Entre los Monogononta se registraron los siguientes 59 taxa, distribuidos en 26 géneros y 14 familias:

Familia Brachionidae

Brachionus angularis Gosse 1851
B. bidentatus Anderson 1889
B. budapestinensis Daday 1885
B. calyciflorus Pallas 1776
B. caudatus Barrois & Daday 1894
B. durgae Dhanaphati 1974
B. havanaensis Rousselet 1911
B. mirabilis Daday 1897
B. postucurvatus Kuczynski 1991
B. quadridentatus Hermann 1783
B. rubens Ehrenberg 1838
B. urceolaris urceolaris Muller 1773
B. urceolaris reductispinis Kuczynski 1991
Plationus patulus (O. F. Müller 1786)
Keratella hispida (Lauterborn 1900)
K. lenzi Hauer 1953
K. procurva (Thorpe 1891)
K. serrulata (Ehrenberg 1838)
K. tropica (Apstein 1907)
Notholca acuminata (Ehrenberg 1832)
Platyias quadricornis (Ehrenberg 1832)
Anuraeopsis fissa Gosse 1851
A. navicula Rousselet 1991

Familia Epiphanidae

Epiphanes brachionus (Ehrenberg 1837)

Familia Euchlanidae

Euchlanis dilatata Ehrenberg 1832
Dipleuchlanis propatula (Gosse 1886)

Familia Mytilinae

Mytilina ventralis (Ehrenberg 1830)
Lophocharis salpina (Ehrenberg 1834)
L. oxysternon (Gosse 1851)

Familia Trichotridae

Macrochaetus sericus (Thorpe 1893)
Trichotria tetractis (Ehrenberg 1830)

Familia Colurelidae

Colurella obtusa (Gosse 1886)
Lepadella acuminata (Ehrenberg 1834)
L. ovalis (Müller 1786)
L. patella (Müller 1773)

Familia Lecanidae

Lecane (M.) arcuata (Bryce 1891)
L. bulla bulla (Gosse 1851)
L. closterocerca (Schmarda 1859)
L. cornuta (Müller 1786)
L. hamata (Stokes 1896)
L. lunaris (Ehrenberg 1834)
L. monostyla (Daday 1897)
L. pyriformis (Daday 1905)
L. (s.str.) curvicornis (Murray 1913)
L. hornemanni (Ehrenberg 1834)
L. leontina (Turner 1892)
L. luna (Müller 1776)
L. papuana (Murray 1913)

Familia Notommatidae

Cephalodella mucronata Myers 1924
Monommata sp.

Familia Trichocercidae

Trichocerca sp.

Familia Gastropidae

Gastropus stylifer (Imhof 1891)

Familia Synchaetidae

Polyarthra vulgaris Carlin 1943
Synchaeta pectinata Ehrenberg 1832

Familia Asplanchnidae

Asplanchna brightwelli Gosse 1850

Familia Testudinellidae

Pompholyx complanata Gosse 1851
Testudinella patina (Hermann 1783)

Familia Filinidae

Filinia longiseta (Ehrenberg 1834)
F. terminalis (Plate 1886)

La mayoría de las especies registradas en las muestras presentó bajas concentraciones (< 5 ind/L). Entre las especies que alcanzaron densidades altas se destacan *Brachionus bidentatus* (1.940 ind/L en enero), *B. calyciflorus* (2.260 ind/L en diciembre) y *B. quadridentatus* (256 ind/L en abril y 290 ind/L en mayo). Otras especies que mostraron picos ocasionales fueron *B. durgae* (= *B. moronensis*) (51,3 ind/L en diciembre), *B. havanaensis* (35 ind/L en febrero), *B. urceolaris reductispinis* (29,6 ind/L en diciembre) y *Polyarthra vulgaris* (23,5 ind/L en mayo).

Discusión y Conclusiones

Como se pudo constatar, las variaciones en la composición y abundancia del zooplancton coincidieron con la modificación de las condiciones ambientales, regidas principalmente por la estacionalidad climática. La caracterización general y el comportamiento del zooplancton observado en el río Reconquista concuerdan con las observaciones de estudios similares llevadas adelante en muchos otros ríos del mundo (Shiel et al., 1982; Ferrari et al., 1989; Thorp et al., 1994; Thorp y Mantovani, 2005; Burger et al., 2002; Zimmermann-Timm et al., 2007, Jose de Paggi y Paggi, 2007, 2014, *inter alia*). Se evidencia en tal sentido: 1) que en el río Reconquista la biodiversidad del zooplancton está dominada por los rotíferos; 2) los rotíferos significan una fracción importante del total del zooplancton; 3) los rotíferos son reemplazados ocasionalmente por los microcrustáceos entre mediados de otoño y comienzos de primavera, especialmente en los meses de junio y julio.

Además de lo mencionado, se destaca que dentro de la taxocenosis de rotíferos dominan unas pocas especies, en su gran mayoría pertenecientes al género *Brachionus*. Estas circunstancias fueron reportadas asimismo para cursos de muy variadas regiones, como el Rin (van Dijk y van Zanten, 1995), el Vistula (Napiórkowski y Napiórkowska, 2013), el Elba (Zimmermann-Timm et al., 2007), el Danubio (Reckendorfer et al., 1999), el Loira (Lair y Reyes-Marchant, 1997), el Darling (Shiel, 1985), el Orinoco (Vásquez y Rey, 1989) o el Paraná (Bonetto y Corrales, 1985), entre otros.

Los hallazgos del presente trabajo amplían la diversidad de rotíferos registrada previamente para la cuenca. El género *Brachionus* es considerado cosmopolita y algunas de sus especies han evidenciado una amplia distribución geográfica. No obstante, algunas formas manifiestan un marcado endemismo, como en nuestro caso *Brachionus*

durgae y *B. postcurvatus*. La identificación taxonómica puede llegar a generar confusiones ante la presencia de la plasticidad fenotípica que presentan muchas especies de *Brachionus* y *Keratella*.

Con respecto a los resultados cuantitativos, muchos taxa presentan bajas densidades y aparecen ocasionalmente. Entre las especies registradas con mayor frecuencia a lo largo del año se destacan *Brachionus bidentatus*, *B. quadridentatus*, *B. calyciflorus*, *B. angularis* y *Keratella procurva*.

Brachionus bidentatus resulta un miembro común del río, abunda entre noviembre y mayo, alcanzando un notable pico de 1.940 ind/L en enero. Como ocurre con otros organismos bien adaptados a la vida planctónica, la especie experimenta variación fenotípica en el desarrollo de las espinas posteriores en respuesta a pequeños cambios en la densidad y en otras propiedades físicas del medio. Los ejemplares con espinas posteriores bien desarrolladas (forma "típica") fueron escasos. En la mayoría de los individuos las espinas posterolaterales estuvieron ausentes, variedad descrita como *Brachionus bidentatus* forma *inermis*. Kuczynski (1989) realizó un estudio biométrico con esta población trabajando exclusivamente con los ejemplares sin espinas posteriores (forma *inermis*), mostrando que las proporciones corporales relativas analizadas, largo y ancho máximo de la lórica, se mantienen constantes en todo el rango de tamaños y se ajustan bien a una ecuación lineal. La fluctuación de temperatura no parece influir en esta circunstancia, por lo que la población no presenta variación alométrica.

Otro integrante frecuente del zooplancton del río Reconquista fue *Brachionus quadridentatus*, que estuvo presente todo el año salvo un corto lapso en agosto y septiembre, y llegó a presentar altas densidades para los meses de abril y mayo. Con respecto al comportamiento ante la temperatura, muchas de las especies se manifiestan como euritermas (*Brachionus bidentatus*, *B. quadridentatus*, *Plationus patulus*, *Keratella lenzi*, *Lepadella patella*, *Cephalodella mucronata*) mientras que otras muestran una presencia más restringida a condiciones de bajas temperaturas (*Keratella serrulata*, *Notholca acuminata*, *Dipleuchlanis propatula*, *Mytilina ventralis*, *Filinia terminalis*).

La fuerte dominancia de rotíferos y la escasa proporción de copépodos y cladóceros coincide con lo observado en el río Paraná por De Paggi et al. (2014), quienes atribuyen esta

circunstancia a una posible competencia entre rotíferos y cladóceros. Por otra parte, Thorp y Mantovani (2005), comparando el zooplancton de cinco ríos de las planicies del centro de los Estados Unidos, sugieren que los rotíferos son más abundantes en aguas más bien turbias (como es el caso del río Reconquista), ya que indirectamente se beneficiarían por el aumento de sólidos sedimentables. Explican esta circunstancia indicando que sus competidores tróficos (cladóceros y copépodos) resultan más susceptibles a la turbidez y prefieren aguas más límpidas. Se puede indicar al respecto que niveles altos de partículas en suspensión perjudican a los filtradores de mayor tamaño, facilitando el predominio de los zoopláncteres más pequeños, ya que la mayoría de las especies de rotíferos referenciados se alimenta de detritos cuyo diminuto tamaño no es utilizado por cladóceros o copépodos filtradores.

Referencias bibliográficas

- Admiraal, W., Breebaart, L., Tubbing, G.M.J. van Zanten, B., de Ruijter, E.D. & Bijkerk, R. (1994). Seasonal variation in composition and production of planktonic communities in the lower River Rhine. *Freshwater Biology*, 32, 519-531.
- A.P.H.A., (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington, DC. 21 edición: American Public Health Association.
- Astiz, S. y Álvarez, H. (1998). El zooplancton en el alto y medio río Orinoco, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 49, 5-18.
- Attayde, J.L. & Bozelli, R.L. (1998). Assessing the indicator properties of zooplankton assemblages to disturbance gradients by canonical correspondence analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 55, 1.789-1.797.
- Bonetto, A.A. y Corrales, M. (1985). Zooplancton del río Paraná Medio. Variaciones temporales y distribucionales en el área de confluencia con el río Paraguay. *Ecosur*, 12, 1-23.
- Basu, B.K. & Pick, F.R. (1997). Phytoplankton and zooplankton development in a lowland, temperate river. *Journal of Plankton Research*, 19, 237-253.
- Burger, D.F., Hogg, I.D. & Green, J.D. (2002). Distribution and abundance of zooplankton in the Waikato River, New Zealand. *Hydrobiologia*, 479, 31-38.
- Cairns, J., McCormick, P.V. & Niederlehner, B.R. (1993). A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiologia*, 263, 1-44.
- Castañé, P.M., Topalián, M.L., Rovedatti, M.G. & Salibián, A. (1998). Impact of human activities on the water quality of the Reconquista River (Buenos Aires, Argentina). *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 26, 1.206-1.208.
- Castañé, P.M., Rovedatti, M.G., Topalián, M.L. & Salibián, A. (2006). Spatial and temporal trends of physicochemical parameters in the water of the Reconquista River (Buenos Aires, Argentina). *Environmental Monitoring and Assessment*, 117, 135-144.
- Duggan, I.C., Green, J.D. & Shiel, R.J. (2001). Distribution of rotifers in North Island, New Zealand, and their potential use as bioindicators of lake trophic state. *Hydrobiologia*, 446, 155-164.
- El-Otify, A.M. & Iskaros, I.A. (2015). Water quality and potamoplankton evaluation of the Nile River in Upper Egypt. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 27, 171-190.
- Ferrari, I., Farabegoli, A. & Mazzoni, R. (1989). Abundance and diversity of planktonic rotifers in the Po River. *Hydrobiologia*, 186/187, 201-208.
- Gannon, J.E. & Stemberger, R.S. (1978). Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Transactions of the American Microscopical Society*, 97, 16-35.
- Hynes, H.B.N. (1970). *The ecology of running waters*. Liverpool University Press: 555 pp.
- José de Paggi, S.B. & Paggi, J.C. (2007). Zooplankton. En: M.H. Iriondo, J.C. Paggi y M.J. Parma (Editors), *The Middle Parana River: limnology of a subtropical wetland* (pp.229-249). Berlín, Springer-Verlag.
- José de Paggi, S.B. y Paggi, J.C. (2014). El zooplancton de los grandes ríos sudamericanos con planicie de inundación. *Revista de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del*

- Litoral*, 18, 166-194.
- José de Paggi, S.B., Devercelli, M. & Rojas Molinas, F.M. (2014) Zooplankton and their driving factors in a large subtropical river during low water periods. *Fundamental and Applied Limnology*, 184, 125-139.
 - Kobayashi, T., Shiel, R.J., Gibbs, P. & Dixon, P.I. (1998). Freshwater zooplankton in the Hawkesbury-Nepean River: comparison of community structure with other rivers. *Hydrobiologia*, 377, 133-145.
 - Kuczynski, D. (1984). Zooplankton (especialmente rotíferos) del río Reconquista (provincia de Buenos Aires). *Physis*, 42, 1-7.
 - Kuczynski, D. (1989). Estudio biométrico en una población de *Brachionus bidentatus* (Rotifera, Brachionidae) del río Reconquista. *Brazilian Journal of Biology*, 49, 341-345.
 - Kuczynski, D. (1991a). Rotifers from Reconquista River, Argentina: the genus *Brachionus*, with descriptions of new species. *Hydrobiologia*, 215, 135-152.
 - Kuczynski, D. (1991b). Rotíferos del río Reconquista (Provincia de Buenos Aires, Argentina): familia Brachionidae. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 221, 65-80.
 - Kuczynski, D., Musa, J.C., Mejias, C. & D'Alessandro, M.F. (2015). Food characterization of the spotted pimelodid fish *Pimelodus maculatus* from a polluted urban river in Argentina. *Journal of Tropical Life Science*, 5, 102-107.
 - Kuczynski, D. (2016a). Occurrence of pathogenic bacteria in surface water of an urban river in Argentina (Reconquista River, Buenos Aires). *International Journal of Aquatic Science*, 7, 30-38.
 - Kuczynski, D. (2016b). New records of pathogenic bacteria from urban rivers in Argentina. *Journal of Tropical Life Science*, 6, 151-154.
 - Lair, N. & Reyes-Marchant, P. (1997). The potamoplankton of the middle Loire and the role of the moving littoral in downstream transfer of algae and rotifers. *Hydrobiologia*, 356, 33-52.
 - Napiórkowski, P. & Napiórkowska, T. (2013). The diversity and longitudinal changes of zooplankton in the lower course of a large, regulated European river (the lower Vistula River, Poland). *Biologia*, 68 (6), 1163-1171.
 - Nader, G.M., Sánchez Proaño, P.V. & Cicerone, D.S. (2013). Water quality assessment of a polluted urban river. *International Journal of Environment and Health*, 6 (4), 307-319.
 - Olguín, H.F., Puig, A., Lóez, C.R., Salibián, A, Topalián, M.L., Castañé, P.M. & Rovedatti, M.G. (2004). An integration of water physicochemistry, algal bioassays, phytoplankton and zooplankton for ecotoxicological assessment in a highly polluted lowland river. *Water, Air and Soil Pollution*, 155, 355-381.
 - Pace, M.L., Findlay, S.E.G. & Lints, D. (1992). Zooplankton in advective environments: The Hudson River community and a comparative analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 49, 1060-1069.
 - Reckendorfer, W., Keckeis, H., Winkler, G. & Schiemer, F. (1999). Zooplankton abundance in the River Danube, Austria. *Freshwater Biology*, 41, 583-591.
 - Saunders, J.F. & Lewis, W.M. (1988). Zooplankton abundance in the Caura River, Venezuela. *Biotropica*, 20, 206-214.
 - Shiel, R.J. (1985). Zooplankton of the Darling River system, Australia. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 22, 2136-2140.
 - Shiel, R.J., Walker, K.F. & Williams, W.D. (1982). Plankton of the Lower River Murray, South Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 33, 301-327.
 - Thorp, J.H., Black, A.R., Haag, K.H. & Wehr, J.D. (1994). Zooplankton assemblages in the Ohio River: seasonal, tributary and navigation dam effects. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 51, 1634-1643.
 - Thorp, J.H. & Mantovani, S. (2005). Zooplankton of turbid and hydrologically dynamic prairie rivers. *Freshwater Biology*, 50, 1474-1491.
 - van Dijk, G.M. & van Zanten, B. (1995). Seasonal changes in zooplankton abundance in the lower Rhine during 1987-1991. *Hydrobiologia*, 304, 29-38

- Vásquez, E. & Rey, J. (1989). A longitudinal study of zooplankton along the lower Orinoco River and its Delta. *Annales de Limnologie*, 25, 107-120.
- Webber, M.E., Myers, E., Campbell, C. & Webber, D. (2005). Phytoplankton and zooplankton as indicators of water quality in Discovery Bay, Jamaica. *Hydrobiologia*, 545: 177-193.
- Xiong, W., Li, J., Chen, Y., Shan, B., Wang, W., & Zhan, A. (2016). Determinants of community structure of zooplankton in heavily polluted river ecosystems. *Scientific Reports*, 6 (22043), 1-11.
- Zimmermann-Timm, H., Holst, H. & Kausch, H. (2007). Spatial dynamics of rotifers in a large lowland river, the Elbe, Germany. *Hydrobiologia*, 593, 49-58.