

Aportes al estudio de los ensamblajes de zooplancton en una laguna urbana de la Provincia de Entre Ríos (Argentina)

Cecilia Guadalupe CACCIABUE, María Natalia SAVINO & Yamila Soledad BATTAUZ

Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, 3100 Oro Verde, Entre Ríos, Argentina;
e-mail: yamilabattauz@gmail.com

Abstract: Contributions to the study of zooplankton assemblages in an urban lake of Entre Ríos province (Argentina). The present work addresses the composition and structure of the zooplankton assemblage of the urban lake Escuela Rural Juan Bautista Alberdi (Oro Verde, Entre Ríos), in a spring-summer period (2017-2018). The objectives were analyze the zooplankton assemblage structure and its possible seasonal variations during the study period. Different physical-chemical parameters were measured and biweekly zooplankton samplings were carried out, for which three integrated of de water column samples, for each site were taken. For each sample, 30 liters of water were filtered through a 54 μm network. The zooplankton counts were carried out in 1 ml chambers, under an optical microscope and taxonomic identifications were made using different keys. The results showed that this lake has zooplanktonic organism's characteristic of the Neotropical region. The total richness was 54 species, of which 49 were rotifers, mainly from the Lecanidae and Brachionidae families, 4 of cladocerans and 1 of copepods. Among the rotifers, the Bdelloidea subclass and the *Lecane bulla* species presented high densities. The average abundance of zooplankton was higher in the spring months (944,89 ind/l) than in the summer months (731,78 ind/l), while the species richness was higher in summer with 42 registered species. The littoral 2 and central sampling sites presented greater abundance than littoral 1, which is closer to the space of anthropic use. This work shows the importance of urban lake as sinks of biodiversity.

Key words: Diversity, zooplankton, wetlands, Entre Ríos

Resumen: El presente trabajo aborda la composición y estructura del ensamble zooplanctónico de la laguna urbana Escuela Rural Juan Bautista Alberdi (localidad de Oro Verde, Entre Ríos), en un período primavera-verano (2017-2018). Tuvo por objetivos estudiar la estructura del ensamble zooplanctónico y sus posibles variaciones estacionales durante el período de estudio. Se midieron diferentes parámetros físico-químicos y se realizaron muestreos quincenales del zooplancton, para lo cual se tomaron muestras integradas de la columna de agua por cada sitio. Para cada muestra se filtraron 30 litros de agua, a través de una red de 54 μm . Los conteos del zooplancton se realizaron en cámaras de 1 ml, bajo microscopio óptico y se realizaron identificaciones taxonómicas utilizando diferentes claves. Los resultados mostraron que esta laguna posee organismos zooplanctónicos característicos de la región Neotropical. La riqueza total fue de 54 especies de las cuales 49 fueron de rotíferos, principalmente de las familias Lecanidae y Brachionidae, 4 de cladóceros y 1 de copépodos. Entre los rotíferos, la subclase Bdelloidea y la especie *Lecane bulla* presentaron altas densidades. La abundancia promedio de zooplancton fue mayor en los meses de primavera (944,89 ind/l) que en los de verano (731,78 ind/l), mientras que la riqueza de especies fue mayor en verano con 42 especies registradas. Los sitios de muestreos litoral 2 y centro presentaron mayor abundancia a diferencia de litoral 1, el cual se encuentra más próximo al espacio de uso antrópico. Este trabajo muestra la importancia que tienen las lagunas urbanas como sumideros de biodiversidad.

Palabras clave: Diversidad, zooplancton, humedales, Entre Ríos

INTRODUCCIÓN

Las lagunas urbanas permiten realizar numerosas actividades recreativas y educativas, y a su vez, albergan diversos organismos tanto acuáticos como terrestres, migratorios como residentes, que incrementan su valor paisajístico. Constituyen además sumideros de agua de escorrentía y también actúan como zonas buffer mi-

tigando la polución urbana (Mancini *et al.*, 2012; Taborada *et al.*, 2017).

Un componente importante de la biota que habita estos ambientes acuáticos es el zooplancton, constituido esencialmente por rotíferos y microcrustáceos cladóceros y copépodos, es decir organismos metazoos que viven en suspensión en la columna de agua.

Los ensamblajes de estos organismos represen-

tan un importante elemento de las redes tróficas acuáticas, cumpliendo un rol clave como principal alimento para las larvas de peces y pequeños peces planctívoros (Hutchinson, 1967). Además, poseen una valiosa función como controladores del crecimiento del fitoplancton (Lazzaro *et al.*, 2003), características que le confieren al zooplancton un alto valor ecológico (Battauz, 2016).

Si consideramos la distribución del zooplancton en ambientes lenticos, se ha estudiado que muestra cambios temporales y espaciales con variaciones en la abundancia. (José de Paggi & Paggi, 2007). Al respecto, en lagunas de inundación se encuentra una baja densidad en los períodos de aislamiento (cuando las lagunas permanecen desconectadas del río), siendo más abundantes los rotíferos y copépodos calanoideos en el área limnética, y los copépodos cyclopoideos en la zona litoral. No obstante, la abundancia puede variar horizontalmente según la heterogeneidad del lago, determinada por la morfometría y la presencia de vegetación (José de Paggi *et al.*, 2012).

En particular, en la provincia de Entre Ríos los antecedentes sobre estudios relacionados a la diversidad y estructura del zooplancton son escasos, representando una línea de trabajo que aún debe ser explorada. A la fecha solo existen publicados dos trabajos. Uno de ellos, describe la especie de copépodo *Diaptomus susanae* (Paggi) y nombra la presencia de las especies *Argyrodiaptomus denticulatus* (Pesta) y *Notodiptomus anisitsi* (Daday), en dos cuerpos de agua lenticos al norte de la provincia, en las cuencas de Feliciano y Concordia (Paggi, 1976). Por otra parte, en un estudio de revisión de especies argentinas del género *Diaphanosoma* se registró la especie de cladóceros *Diaphanosoma chilense* (Daday) en charcas aledañas al Arroyo Ayui Grande en la localidad de Concordia (Paggi, 1978). Obtener este tipo de información toma aún más relevancia ante la constante pérdida y degradación de humedales en Argentina y el mundo (RAMSAR, 2018), la cual alimenta la necesidad creciente de realizar estudios que nos permitan conocer la estructura y composición de los organismos acuáticos que allí se desarrollan.

Los objetivos del presente trabajo son: i) determinar la composición y estructura del ensamble zooplanctónico de la laguna Escuela Rural Juan Bautista Alberdi ubicada en la localidad de Oro Verde, en el periodo primavera-verano (2017-2018); ii) Determinar variaciones estacionales de la composición del zooplancton de la laguna; iii) Conocer el valor la importancia de las

lagunas urbanas como sumidero de diversidad zooplanctónica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La laguna estudiada se localiza en el predio de la Escuela Normal Rural N° 1 Juan Bautista Alberdi, ubicada en la localidad de Oro Verde (a 10 km de la ciudad de Paraná, 31° 50' 32.68" S – 60° 31' 12.56" O; Fig. 1). De origen antrópico, presenta una superficie aproximada de 2,6 hectáreas y una profundidad que no excede los 1,6 metros. Recibe aportes de agua de la capa freática y por escorrentía superficial de las áreas lindantes. Durante las precipitaciones abundantes, se comunica mediante un desagüe de origen antrópico a un pequeño curso de agua que finalmente vierte sus aguas al río Paraná. Se encuentra caracterizada por una rica fauna de aves y se observan otros vertebrados como *Podocnemis lewyana* Duméril, *Caiman latirostris* Daudin y *Myocastor coypus* Molina (observación personal).

En cuanto a la vegetación acuática, se registraron durante el período de estudio dos especies de macrófita flotante, *Lemna minor* (L) Griff y *Wolffia* sp. El área litoral de la laguna posee una moderada cobertura vegetal compuesta principalmente por pasto pata de gallina (*Paspalum dilatatum* Poir), caña común (*Arundo donax* Linneo), juncos (*Thypha latifolia* Linneo), entre otras especies vegetales. La laguna, se encuentra lindante al Área Natural Protegida homónima a la Escuela Juan Bautista Alberdi (20 hectáreas).

Trabajo de campo

Se realizaron muestreos quincenales, durante el período comprendido entre octubre 2017 y marzo 2018. Por cada sitio de muestreo, 2 litorales (L1 y L2) y 1 del centro (C) (Fig. 1), se tomaron tres muestras de agua a diferentes profundidades y se las integró, con la finalidad de obtener una mejor representación de la comunidad zooplanctónica. Se filtraron 30 litros de agua para cada muestra, a través de una red de monofilamentos de 54 µm de abertura de malla. El zooplancton concentrado en la red fue vertido a frascos de plástico de boca ancha de 100 ml y posteriormente fue fijado *in situ* con formalina al 10% y teñidos con eritrocina. Dichas muestras fueron etiquetadas y transportadas al laboratorio para su conteo e identificación taxonómica.

En cada sitio, se registraron las siguientes variables físico-químicas: profundidad con varilla de madera graduada, transparencia mediante un

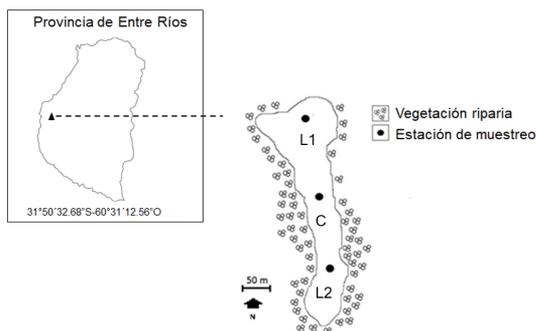


Fig. 1. Ubicación de las estaciones de muestreo (L1, C y L2) en la laguna de la Escuela Rural Juan Bautista Alberdi, Provincia de Entre Ríos, Argentina.

disco de Secchi, temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$) y pH con un pHmetro digital Hanna.

Trabajo en laboratorio

Los conteos del zooplancton (rotíferos, copépodos y cladóceros) se realizaron en cámaras del tipo Kolkwitz de 1 ml de capacidad. Las muestras se observaron bajo microscopio óptico (Leica DM 500) y se efectuaron identificaciones taxonómicas utilizando diferentes claves (Ruttner-Kolisko, 1974; Koste, 1978; Korovchinsky *et al.*, 1992; Segers, 1995; Battistoni, 1995; Alekseev, 2002, Korínek, 2002; entre otros).

ANÁLISIS DE DATOS

Se calcularon los promedios, por estación (primavera-verano) y sitio de muestreo, de los parámetros físico-químicos registrados. Se cuantificó la riqueza y la abundancia (Margalef, 1995) por sitio de muestreo, estación y grupo de zooplancton. Con los datos del zooplancton presente en cada estación se estimó, el índice de diversidad de Shannon-Weaver (Shannon & Weaver, 1964) el cual refleja la variedad dentro de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y la abundancia relativa de cada una. Se utilizó este índice ya que el mismo asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

También se determinó la equitatividad (J) y dominancia (U) (Brower & Zar, 1977), para el período estudiado y por estación (primavera y verano). Luego, se compararon las abundancias obtenidas entre primavera y verano para el zooplancton total, rotíferos, cladóceros y copépodos, usando el test no paramétrico de Mann-Whitney (Marqués, 2004). Se realizaron correlaciones entre variables biológicas y ambientales

con el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman. Para los análisis se empleó el Software PAST (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

VARIABLES FÍSICAS Y QUÍMICAS

En los meses correspondientes a primavera (2017) se registraron un total de 259,7 ml de precipitaciones y en los meses correspondiente al verano (2018) se registraron solo 43,4 ml, datos de la estación agropecuaria INTA Paraná. En consecuencia, la laguna redujo visiblemente su volumen de agua evidenciándose un retroceso de la línea de costa de 4,5 metros. La temperatura promedio del agua fue de 25,1 $^{\circ}\text{C}$ (DS= 3,89) en la temporada de primavera y de 29,4 $^{\circ}\text{C}$ (DS=2,23) en la de verano.

La transparencia del cuerpo de agua disminuyó de 43,07 cm en la temporada de primavera hasta los 22,28 cm en la temporada de verano. Los datos físico químicos promedios por estación y sitio muestreado se observan en la tabla 1.

Riqueza del zooplancton

La riqueza registrada a lo largo de todo el estudio fue de 54 especies de zooplancton (Tabla 2) de las cuales 49 correspondieron a rotíferos, una sola especie de copépodos (en estados de desarrollo: nauplios, copepoditos y copépodos) y 4 de cladóceros (Fig. 2a). En cuanto a la riqueza por estación, fue mayor en verano (42 especies) que en primavera (39 especies). En ambas temporadas la mayor riqueza de especies estuvo representada por rotíferos. Los copépodos fueron de presencia constante en ambas estaciones y los cladóceros fueron más ricos en especies en el verano (Fig. 2b).

Respecto de la riqueza por sitio de muestreo, en primavera, fue mayor en L2 con 26 especies seguido por L1 y por C con 21 y 19 especies, respectivamente. En verano, tanto en L1 como en L2 se registraron 25 especies, mientras que C presentó una riqueza menor (22 especies).

Entre los rotíferos predominó el género *Lecane* con 10 especies, como se observa en la tabla 2. En el caso de los copépodos Calanoidea, como se describió anteriormente, se observó una sola especie (no identificada), en estadios de desarrollo nauplios, copepoditos y copépodos. Los cladóceros se registraron esporádicamente, ya que *Macrotrix* sp. se encontró en tres ocasiones, entre noviembre y diciembre, *Ceriodaphnia laticaudata*, dos veces, una en febrero y otra en marzo, *Macrotrix goeldi* una sola vez en el mes

Tabla 1. Datos promedios y desvíos (entre paréntesis) de temperatura (°C), profundidad (m) y pH por estación y por sitio de muestreo de la laguna.

	Primavera			Verano		
	L1	C	L2	L1	C	L2
Temperatura (°C)	24,4 (4,43)	24,8 (3,83)	26,2 (4,15)	28,7 (1,63)	29 (3,03)	28 (1,51)
Profundidad (m)	0,73 (0,19)	1,40 (0,12)	0,43 (0,08)	0,53 (0,25)	0,83 (0,33)	0,32 (0,09)
pH	9,36 (1,05)	9,3 (1,05)	9,42 (1,12)	8,18 (0,45)	8,23 (0,50)	8,02 (0,78)

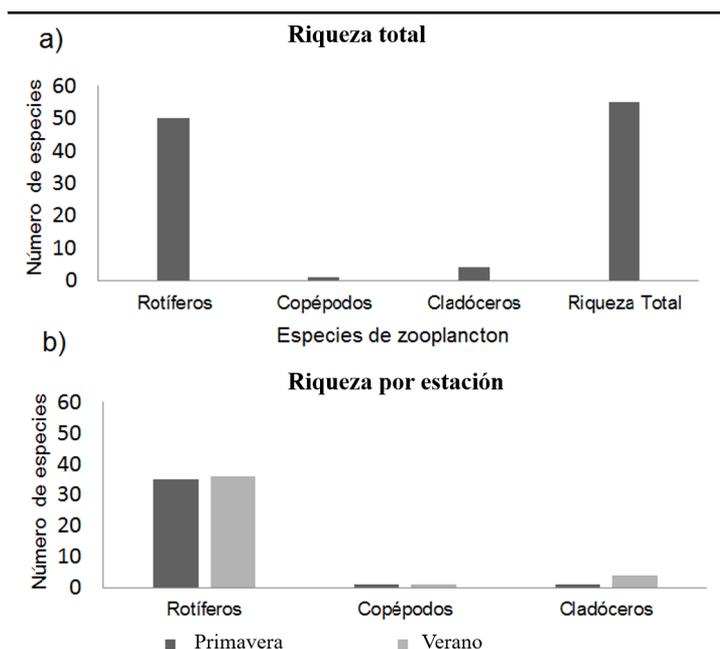


Fig. 2. a) Riqueza total de rotíferos, copépodos, cladóceros y zooplancton total. b) Riqueza específica en primavera y en verano de los principales grupos zooplanctónicos presentes en la laguna.

de marzo y, Cladóceros sp. (no identificado), dos veces en el mes de febrero.

Abundancia del zooplancton

La abundancia promedio del zooplancton fue mayor en los meses de primavera (944,89 ind/l) que en los de verano (731,78 ind/l). Resultando el muestreo de octubre (322,89 ind/l) el más abundante, seguido por el tercer muestreo de noviembre (287,67 ind/l) (Fig. 3). El muestreo con menor abundancia fue el segundo del mes de enero (51,70 ind/l), seguido por el segundo muestreo en el mes de marzo (63,04 ind/l).

Los rotíferos fueron dominantes en todos los muestreos a excepción del primer muestreo de octubre y segundo muestreo de noviembre donde los nauplios fueron superiores en número de individuos registrados.

Los rotíferos de la clase Bdelloidea estuvieron presente en ambas estaciones, en el 76% de los muestreos y en un promedio para todos los sitios de 766,10 ind/l. Lo mismo ocurrió con la especie *Lecane bulla*, pero el mayor número de individuos se registró en los meses de febrero y marzo con un total de 188,37 ind/l. Ambos taxones, fueron los más abundantes en las dos estaciones muestreadas; en primavera Bdelloidea exhibió un total de 210,45 ind/l y *L. bulla* 113,78 ind/l, mientras que en verano fueron 567,85 ind/l y 638,96 ind/l, respectivamente. Los cladóceros no fueron abundantes en ningún momento del estudio (Fig. 4).

En cuanto a la abundancia promedio en cada sitio de muestreo, fue mayor en el L2, seguida por el sitio C y por último L1, como se observa en la figura 5, donde se muestra la composición de

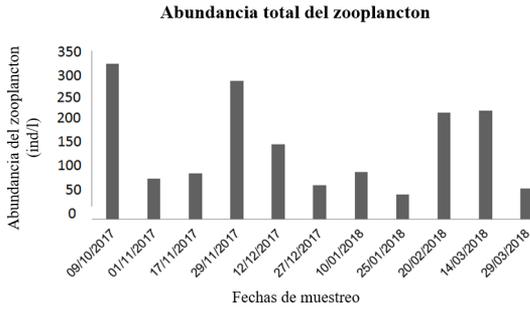


Fig. 3. Abundancia total del zooplancton (ind/l), en cada una de las fechas de muestreo.

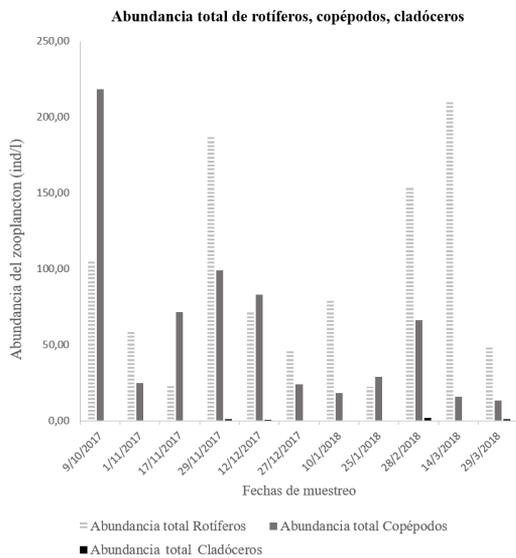


Fig. 4. Abundancia total por grupos del zooplancton (ind/l), en cada una de las fechas de muestreo.

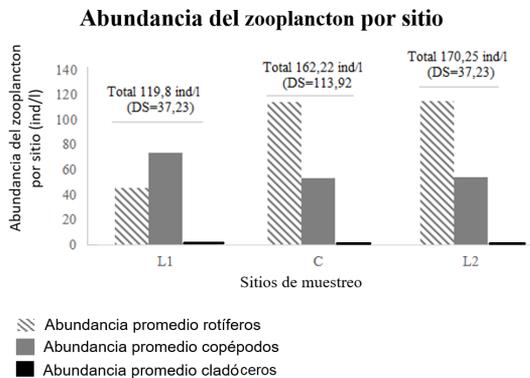


Fig. 5. Abundancia promedio (ind/l) por grupo de zooplancton y sitio de muestreo.

rotíferos, copépodos y cladóceros para cada sitio.

Al comparar las densidades de los tres grupos de zooplancton entre primavera y verano, solo se observó una diferencia significativa en el grupo de los copépodos ($Z = -2,152, p = 0,031$). Los rotíferos ($Z = 0,796, p = 0,426$) y los cladóceros ($Z = 0,734, p = 0,463$) no mostraron diferencias significativas.

Al confrontar los valores obtenidos con el índice de Shannon entre las dos temporadas estudiadas, la diversidad de individuos fue baja, variando entre 1,90 en primavera y 2,39 en verano. Por su parte, la equitatividad fue similar en ambas estaciones (0,50 y 0,60 respectivamente) y la dominancia osciló entre 0,23 en primavera y 0,15 en verano.

Por último, el coeficiente de correlación de Spearman mostró relaciones significativas y negativas, aunque no muy fuertes, entre la riqueza de rotíferos y la profundidad ($p = 0,01 / Rho = -0,19$), riqueza de cladóceros y la profundidad ($p = 0,04 / Rho = -0,34$), riqueza total y la profundidad ($p = 0,004 / Rho = -0,48$), abundancia de cladóceros y la profundidad ($p = 0,004 / Rho = -0,34$), y la abundancia de copépodos y la temperatura ($p = 0,008 / Rho = -0,44$), y una relación significativa positiva entre la abundancia de copépodos y la transparencia del agua ($p = 0,01 / Rho = 0,41$).

DISCUSIÓN

La información obtenida, constituye el primer registro de especies zooplanctónicas de la laguna urbana Escuela Juan Bautista Alberdi, y particularmente el primer estudio sobre la estructura del zooplancton de un cuerpo de agua para la provincia de Entre Ríos.

La laguna Escuela Juan Baustista Alberdi es un cuerpo de agua somero, léntico y alcalino, rasgo que comparte con otras lagunas de la región de similares características como la Laguna urbana del Parque General Belgrano (Provincia de Santa Fe) (José de Paggi, 1976) y la Laguna El Mirador, ubicada en la Reserva Ecológica de la Universidad Nacional del Litoral, (Provincia de Santa Fe) (Battaui et al., 2014), entre otras.

El número total de especies zooplanctónicas de la laguna estudiada fue de 54, un valor mayor en comparación a la registrada por José de Paggi (1976) para la laguna urbana del Parque General Belgrano (Santa Fe), con 36 especies halladas durante los 14 meses que duro su estudio. Empero, el número de especies, fue bajo, si se la compara con el exhibido por la laguna El Mirador de la Reserva ecológica de la UNL (Santa Fe) de 12 hec-

Tabla 2. Listado faunístico de especies presentes en primavera (PR) y verano (VE).

Rotifera	PR	VE	Rotifera	PR	VE
<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse	X	X	<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg)	X	X
<i>Anuraeopsis navicula</i> Rousselet	X	X	<i>Lepadella patella</i> (Müller)	X	X
<i>Ascomorpha</i> sp. 1	X	X	<i>Lepadella quinquecostata</i> (Lucks)	X	
<i>Ascomorpha</i> sp. 2		X	<i>Lepadella</i> sp.		X
<i>Asplachna</i> sp.	X		<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg)	X	
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	X		Rotífero sp. 1	X	
<i>Brachionus bidentata</i> (Anderson)	X	X	Rotífero sp. 2	X	X
<i>Brachionus plicatilis</i> (Müller)		X	<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg)	X	
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann	X	X	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	X	
<i>Brachionus urceolaris</i> Müller	X	X	<i>Polyartha</i> sp. 1	X	
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg)	X	X	<i>Polyartha</i> sp. 2	X	
<i>Cephalodella</i> sp. 1	X	X	<i>Proalides</i> sp.		X
<i>Cephalodella</i> sp. 2		X	<i>Ptygura</i> sp.	X	
<i>Colurella obtusa</i> (Gosse)		X	<i>Synchaeta</i> sp.		X
<i>Colurella</i> sp.		X	<i>Testudinella patina</i> (Hermann)		X
<i>Dicranophorus</i> sp.		X	<i>Trichocerca ruttneri</i> Donner	X	
<i>Epiphanes macroua</i> (Barrois & Daday)	X	X	<i>Trichotria</i> sp.	X	X
<i>Euchlanis meneta</i> Myers	X		<i>Tripleuchlanis plicata</i> Carlin		X
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg)		X	Bdelloidea	X	X
<i>Filinia</i> sp.		X	Copepoda		
<i>Harringia</i> sp.	X	X	Copepoda sp.	X	X
<i>Lecane bulla</i> (Gosse)	X	X	Cladocera		
<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda)	X	X	<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> Müller		X
<i>Lecane copeis</i> (Harring & Myers)	X	X	<i>Macrotrix goeldi</i> Richard		X
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray)	X	X	<i>Macrotrix</i> sp.	X	X
<i>Lecane hamata</i> (Stokes)		X	Cladocero sp.		X
<i>Lecane leontina</i> (Turner)	X				
<i>Lecane luna</i> (Müller)	X	X			
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg)	X				
<i>Lecane nana</i> (Murray)	X	X			

táreas, donde se registraron un total de 110 especies de rotíferos, cladóceros y copépodos, en 12 meses de estudio, (Battaui *et al.*, 2014). No obstante, la riqueza de la laguna en estudio es alta si consideramos la cantidad de meses de muestreo.

La riqueza total registrada fue levemente mayor en verano que en primavera, lo cual difiere a lo observado por José de Paggi (1976) para la laguna del parque General Belgrano, quien obtuvo su mayor riqueza en primavera. Asimismo, Keppeler & Hardy (2004), indican que la baja profundidad de un cuerpo de agua es un factor que disminuye la riqueza zooplanctónica en un hábitat. No obstante, en este estudio registramos en verano una relación significativa y negativa entre profundidad y riqueza de zooplancton, así como de cladóceros y rotíferos. Esto puede responder al aumento del área litoral y a la domi-

nancia de especies, en su mayoría rotíferos, con este hábito de vida.

En cuanto a la abundancia promedio, fue mayor en primavera, lo cual coincide con mayor abundancia de especies dominantes de rotíferos y de nauplios (como lo indican los índices de dominancia). Este fenómeno coincide con altas densidades de nauplios en primavera, como lo estableció el test de Man-Whitney (marcando la única diferencia significativa entre estaciones) y el test de Spearman (que mostró una relación significativa y negativa entre copépodos y temperatura, con dominio de estadios de nauplios). El incremento de nauplios en presencia de un elevado nivel de agua, como se observó durante la primavera, podría estar relacionado fundamentalmente con la eclosión de huevos de resistencia antes las condiciones favorables del ambiente (Holden &

Green, 1960). Por otra parte, la relación positiva entre la densidad total del zooplancton y mayor transparencia del agua coinciden con lo explicado en José de Paggi & Paggi (2007, 2014), para ambientes de agua dulce.

Los rotíferos fueron el grupo con mayor riqueza taxonómica y abundancia durante el periodo de muestreo, en concordancia con los resultados encontrados en cuerpos de agua de similares características por Battauz *et al.* (2014) en la laguna El Mirador de la Reserva Ecológica (UNL) y José de Paggi (1976) en la laguna del Parque General Belgrano. Este patrón es común en ambientes dulceacuicolas tropicales y subtropicales. El mismo puede ser atribuido a que estos organismos son estrategas r, es decir, oportunistas, de tamaño pequeño, ciclo de vida corto y amplia tolerancia a una variedad de factores ambientales (Neves *et al.*, 2003). Además, el amplio espectro de partículas alimenticias consumidas por los rotíferos (bacterias, algas y detritus de distintos tamaños), permite diferentes dietas para muchas especies presentes simultáneamente en los cuerpos de agua (Arora & Mehra, 2003).

Una de las particularidades encontradas en la laguna estudiada, fue que los individuos de la clase Bdelloidea estuvieron presentes en ambas temporadas, en la mayoría de los muestreos y en gran número. Es probable que su alta densidad este indicando alguna condición de la laguna, teniendo en cuenta que los bdelloideos son organismo que resisten diversas condiciones del ambiente (Ricci, 2001). Asimismo, nos resulta difícil vincular estas densidades con las condiciones ambientales medidas, valores de concentraciones de oxígeno en el agua podría respaldar este comportamiento, pero no se midió este parámetro.

Por otra parte, en coincidencia con los resultados obtenidos por Iannacone & Alvarino (2007) en 21 puntos de muestreo en humedales urbanos de los Pantanos de Villa (Lima, Perú), las familias Lecanidae (típicamente litorales) y Brachionidae (planctónica), fueron las familias de rotíferos más frecuentemente observadas en el presente trabajo. Estas familias son descriptas como predominantes en ambientes tropicales y subtropicales (Keppeler & Hardy, 2004; José de Paggi & Paggi, 2014).

Lecane bulla fue más abundante en verano, cuando la laguna redujo drásticamente su volumen y se observó la presencia de abundantes macrófitas sumergidas, lo cual favorecería la presencia de esta especie litoral (Martínez & José De Paggi, 1988), registrándose en mayor número en la estación de muestreo L2. Por otra parte, las

especies de rotíferos encontrados concuerdan en su mayoría con las que han sido halladas en otros ambientes lenticos alcalinos de similares características; así como también a las registradas en las lagunas de inundación del río Paraná medio descriptas por José de Paggi & Paggi (2007).

Los copépodos calanoideos fueron el segundo grupo con mayor abundancia y con presencia continua en todas las fechas de muestreo, pero registrándose una sola especie. La predominancia numérica de estados tempranos de desarrollo, nauplios y copepoditos, es el patrón común, registrando también por Moreno (2003) y Iannacone & Alvarino (2007) en diferentes hábitats dulceacuicolas. Las altas densidades de formas larvales son el resultado de una continua reproducción de estos organismos, en las regiones neotropicales, con superposición de varias generaciones (Iannacone & Alvarino, 2007). Por otra parte, la existencia de formas inmaduras es de gran importancia para la dinámica poblacional y también en los aspectos tróficos, debido a que las fases tempranas pueden ocupar nichos diferentes que los adultos (Neves *et al.*, 2003).

Los cladóceros fueron el grupo de menor abundancia de especies; su registro en este trabajo fue relativamente bajo teniendo en cuenta su significativa diversidad regional (Paggi, 2004). Nuestros resultados muestran que, en la temporada de verano, cuando la laguna presentaba muy bajo nivel de agua, aparecieron mayor número de cladóceros que en primavera, tal como lo describe José de Paggi & Paggi, (2007) en las lagunas de inundación del río Paraná en períodos de aislamiento.

Los cladóceros registrados son de talla mediana a pequeña, pertenecientes a los géneros *Ceriodaphnia* y *Macrotrix*, relacionados con aguas eutróficas (Santos-Wisniewski *et al.*, 2002). Gilbert (1988) propone que la depredación por los grandes cladóceros tiene un rol modelador y de control en las comunidades naturales del zooplancton, principalmente sobre los rotíferos; por lo tanto, los rotíferos pueden ocurrir en altas densidades solo en presencia de pequeños cladóceros. No obstante, este grupo no fue dominante en número en ningún momento del estudio.

Nos resulta importante señalar que, si bien no se muestrearon las poblaciones de peces planctívoros, si se observaron en gran número a campo. Estos peces podrían controlar las poblaciones de zooplancton, especialmente de cladóceros, como ha sido demostrado en numerosos estudios en cuerpos de agua continentales (e.j., Balseiro *et al.*, 2007; Iglesias, 2010).

En cuanto a la distribución de los organismos, la mayor riqueza se registró en las estaciones de muestreo litorales. Como sostiene Iannacone & Alvaríño (2007) y Rodríguez & Matsumura-Tundisi (2000), la zona litoral ha sido señalada como la que presenta una mayor diversidad de rotíferos en comparación a la zona limnética debido a su mayor heterogeneidad.

La mayor abundancia registrada en L2, si bien no es un parámetro medido en este trabajo y no existen registros en trabajos previos, podría estar relacionada con el alto contenido de nutrientes que podría llegar a la laguna por las escurrientías de los campos agrícolas lindantes, los cuales poseen siembra durante todo el año. Este ingreso favorecería el desarrollo del fitoplancton, aumentando la disponibilidad de alimento, ya que existe una correlación directa entre la tasa de producción primaria del fitoplancton y la del zooplancton no depredador (Maisterrena, 1999). Asimismo, el sitio L1 presentó la menor abundancia de organismos, esto puede deberse a que el sitio está expuesto al accionar antrópico, por su fácil acceso es el más utilizada por los visitantes del lugar, a diferencia de los sitios C y L2 los cuales poseen difícil acceso para su uso recreativo. En este trabajo no se estimó la concentración de nutrientes, la composición y abundancia del fitoplancton, oxígeno disuelto y conductividad de la laguna, debiendo ser contemplados estos parámetros en estudios futuros de esta laguna.

En conclusión, la laguna urbana de la escuela rural Juan Bautista Alberdi posee condiciones físico químicas como temperatura, profundidad y turbiedad del cuerpo agua, entre otras, que condicionan su estructura zooplanctónica. Con presencia de organismos zooplanctónicos característicos de la región Neotropical, con dominancia de especies de rotíferos, principalmente de las familias Lecanidae y Brachionidae, y altas densidades de la especie *Lecane bulla* y de la clase Bdelloidea.

La estructura de la laguna estuvo representada por una mayor riqueza de especies zooplanctónicas en verano y mayor abundancia de las mismas en primavera.

Para finalizar, recomendamos la continuidad de estudios limnológicos en esta laguna urbana y en lagunas urbanas del resto de la provincia, teniendo en cuenta la relevancia de estos lugares como espacios públicos, recreativos y educativos donde los habitantes pueden conocer el funcionamiento de estos sistemas, revalorizando estos sitios como importantes sumideros de biodiversidad.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencia y Tecnología (UADER), por el financiamiento y utilización de los laboratorios. A los directivos de la escuela Juan Bautista Alberdi y especialmente a Hugo Ramírez y "Cuchi" Gadea, personal encargado del Vivero de dicha institución, por su grato recibimiento y colaboración constante en nuestro trabajo de campo.

REFERENCIAS

- Alekseev, V.R. 2002. Copépoda. En: C.H. Fernando (ed.), *Guide to Tropical Freshwater Zooplankton*, pp. 123-188, Backhugs Publishers, Leiden.
- Arora, J. & N.K. Mehra. 2003. Species diversity of planktonic and epiphytic rotifers in the backwaters of the Delhi segment of the Yamuna Rivers, with remarks on new records from India. *Zoological studies* 42: 239-247.
- Balseiro, E., B. Modenutti, C. Queimaliños, & M. Reissig. 2007. Daphnia distribution in Andean Patagonian lakes: effect of low food quality and fish predation. *Aquatic Ecology* 41: 599-609.
- Battaaz, Y., S. José de Paggi y J.C. Paggi. 2014. Passive zooplankton community in dry littoral sediment: Reservoir of diversity and potential source of dispersal in a subtropical floodplain lake of the Middle Paraná River (Santa Fe, Argentina). *International Review of Hydrobiology* 98: 1-10.
- Battaaz, Y.S. 2016. Propagulos del zooplancton: importancia en el mantenimiento de la diversidad en los ambientes acuáticos y dispersión de las especies. Tesis Doctoral. Laboratorio de plancton. Instituto Nacional de Limnología. UNL-CONICET.
- Battistoni, P. 1995. Copépoda. En: E. Lopretto & G. Tell, (eds.), *Ecossistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*, pp. 953 - 971, Ediciones Sur, La Plata.
- Brower, J.E. & J.H. Zar. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*, W. C. Brown Co. Publishers, Dubuque, Iowa, 320 pp.
- Gilbert, J.J. 1988. Suppression of rotifer populations by Daphnia: A review of the evidence, the mechanisms, and the effects on zooplankton community structure. *Limnology and Oceanography* 33: 1286-1303.
- Hammer, O., D.A.T. Harper & P.D. Ryan. 2001. PAST: paleontological statistics software Package for education and data analysis. *Palaeontology Online*. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf.
- Holden, M.J. & J. Green. 1960. The hidrology and plankton of the river Sokot. *Journal of Animal Ecology* 29: 65-84.
- Hutchinson, G.E. 1967. Introduction to lake biology and the limnoplankton. *A Treatise on Limnology*, 1115 pp.
- Iannacone, J. & L. Alvaríño. 2007. Diversidad y abundancia de comunidades zooplanctónicas litorales

- del humedal Pantanos de Villa, Lima, Peru. *Gayana* 71(1): 49-65.
- Iglesias, C. 2010. Cascading effects of predators in temperate and subtropical shallow lakes. PhD Thesis. Faculty of Sciences AARHUS University.
- José de Paggi S.B., S. Muñoz, D. Frau, J.C. Paggi, P. Scarabotti, M. Devercelli & M. Meerhoff. 2012. Horizontal distribution and diel migrations of rotifers in a subtropical shallow lake without piscivorous fishes (Paraná floodplain, Argentina). *Fundamental and Applied Limnology* 180: 321-333.
- José de Paggi, S. & J.C. Paggi. 2007. Zooplankton. En: M. Iriondo, J.C. Paggi, & J. Parma, (eds.), *The Middle Paraná River: limnology of a subtropical wetland*, pp. 229-245, Springer, Berlin.
- José De Paggi, S. & J.C. Paggi. 2014. El zooplankton de los grandes ríos Sudamericanos con planicie de inundación. *Revista FABICIB* 8:166-194.
- José de Paggi, S. 1976. Distribución espacial y temporal del zooplankton de un cuerpo de agua eutrófico (Lago del parque Gral. Belgrano, Santa Fe). *Physis* 91: 171-183.
- José de Paggi, S. 2005. Introducción al Estudio de los Rotíferos. *Natura Neotropicalis* 1(9): 19-49.
- Keppeler, E.C. & E.R. Hardy. 2004. Vertical distribution of zooplankton in the water column of Lago Amapá, Rio Branco, Acre, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 169-177.
- Kořínek, V. 2002. Cladóceras. En: C.H. Fernando (ed.), *Guide to Tropical Freshwater Zooplankton*, pp. 69-122, Backhugs Publishers, Leiden.
- Korovchinsky, N.M. 1992. *Sididae & Holopediidae (Crustacea: Daphniiformes) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*, III, SPB Academic Publishing, Amsterdam, 82 pp.
- Koste, W. 1978. Die Rotatorien fauna in Gewässersüdöstlich von Concepción, Paraguay, Südamerika. *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen*. 12: 129-155.
- Lazzaro, X., M. Bouvy, R.A. Ribeiro-Filho, V.S. Oliviera, L.T. Sales, A.R.M. Vasconcelos & M.R. Mata. 2003. Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic Northeast Brazilian reservoirs. *Freshwater Biology* 48: 649-668.
- Maisterrena, V.D. 1999. La eutrofización y el zooplankton en los ambientes acuáticos. Anuario de la facultad de ciencias veterinarias. *Anuario de la Facultad de Ciencias Veterinarias* 1: 1.
- Mancini, M., S. Crichigno, M. Ortíz & J.G. Haro. 2012. Lagos urbanos: Importancia, dinamismo y multiplicidad de usos. El caso del lago Villa Dalcar. *Biología Acuática* 27: 175-189.
- Margalef, R. 1995. *Ecología*, Ediciones Omega. Barcelona, 950 pp.
- Marqués, D.S.M.J. 2004. *Probabilidad y Estadística para Ciencias Químico Biológicas*, Facultad de Estudios Superiores, U.N.A.M. México, 626 pp.
- Martínez, C. & S. José de Paggi. 1988. Especies de *Lecane* Nitzsch (Rotífera, Monogonta) en ambientes acuáticos del Chaco Oriental y del valle aluvial del río Paraná (Argentina). *Revue d'hydrobiologie tropicale* 21 (4): 279-295.
- Moreno, A.R.P. 2003. Comunidades hidrobiológicas en los humedales de Ventanilla, Callao. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima, Perú, 67 pp.
- Neves, I.F., O. Rocha, K.F. Roche & A.A. Pinto. 2003. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the River Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of rotífera and cladocera diversity. *Brazilian Journal of Biology* 63: 329-343.
- Paggi J.C. 1976. *Diatomus susanae*: Nueva especie de Diatomidae hallada en la provincia de Entre Ríos, Republica Argentina. *Physis* 35(9): 85-92.
- Paggi J.C. 1978. Revisión de las especies argentinas del género *Diaphanosoma* Fisher (Crustacea, Cladocera). *Acta Zoológica Lilloana* 33:43-65.
- Paggi, J.C. 2004. Importancia de la fauna de "Cladóceros" (Crustácea, Branchiopoda) del Litoral Fluvial Argentino. Tucumán, Argentina. *INSUGEO, Miscelánea* 12: 239-246.
- RAMSAR. (2018). Convención de Ramsar sobre los Humedales. Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas. Gland (Suiza), Secretaría de la Convención de Ramsar, 88 pp.
- Ricci, C. 2001. Dormancy patterns in rotifers. *Hydrobiologia* 446/447: 1-11.
- Rodríguez, M.P. & T. Matsumura-Tundisi. 2000. Variación de la densidad, composición de especies y dominancia de los rotíferos en un embalse tropical poco profundo (embalse de Broa, SP, Brasil) en un tiempo de pequeña escala. *Revista Brasileira de Biología* 60(1): 01-09.
- Ruttner-Kolisko, A. 1974. *Plankton Rotifers: Biology and Taxonomy*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 146 pp.
- Santos-Wisniewski, M.J., O. Rocha, A. M. Guntzel & T. Matsumura-Tundisi. 2002. Cladóceras Chydoridae de cuerpos de agua de alta altitud (Serra da Mantiqueira). *Brazilian Journal Biology* 62 (4):681-687.
- Segers, H. 1995. Rotífera. En: H.J. Dumont (Ed.), *Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*, pp1-226, Backhuys Publishers, Leiden.
- Shannon, C. & W. Weaver. 1964. *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, 125pp.
- Taborda V.J, D. Gianello, I. Aguer & M.C Crettaz Minglia. 2017. *Importancia de la conservación de las lagunas urbanas pampeñas*. Congreso internacional Aguas, Ambiente y Energía. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.

Doi: 10.22179/REVMACN.24.760

Recibido: 3-XII-2021
Aceptado: 19-IV-2022