

Riqueza y composición del zooplancton de lagunas saladas de la región pampeana argentina

Echaniz, S.¹; Vignatti, A. M.¹; José de Paggi, S.²⁻³; Paggi, J. C.³

1. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Avda. Uruguay 151, 6300 Santa Rosa, La Pampa

2. Escuela de Sanidad, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Litoral (UNL), Ciudad Universitaria, S 3000 Santa Fe

3. Instituto Nacional de Limnología (CONICET-UNL), José Maciá 1933, 3016 Santo Tomé, Santa Fe

RESUMEN: Se investigó la riqueza y la composición del zooplancton de cuatro lagunas saladas de la provincia de la Pampa durante un período de dos años, mediante muestreos mensuales. Las lagunas presentaron valores de salinidad comprendidos entre 8,4 y 20,7 g.l⁻¹. Se registró un total de 27 taxones. Los rotíferos se caracterizaron por la dominancia del género *Brachionus*, representado por especies cosmopolitas, tolerantes a la salinidad. Los cladóceros y los copépodos estuvieron representados principalmente por especies endémicas de la región Neotropical. Las especies de mayor frecuencia de ocurrencia en todas las lagunas a lo largo del período de estudio fueron: *Brachionus plicatilis* Müller, 1786 (Rotífera), *Daphnia menucoensis* Paggi, 1996 (Cladocera), *Boeckella poopoensis* Marsh, 1906 y *Cletocamptus deitersi* (Richard, 1897) (Copepoda). Las lagunas difirieron significativamente en su riqueza específica a lo largo del período de estudio. La composición del zooplancton mostró importantes diferencias entre lagunas, particularmente en la frecuencia de ocurrencia de las distintas especies. En las lagunas menos saladas se registró la presencia de *Brachionus ibericus* Ciroso- Pérez, Gómez y Serra, 2001, siendo éste el primer registro de esta especie para Sudamérica. La similitud faunística, medida como el índice de dispersión de la biota o índice de Koch (IDB), entre las lagunas fue de 51 %. Las lagunas estudiadas son las de mayor salinidad en la región pampeana de Argentina de las que se tiene información sobre la comunidad del zooplancton.

Palabras claves: salinidad, rotíferos, cladóceros, copépodos.

SUMMARY: Species Richness and Composition of the Zooplankton of Saline Shallow Lakes in the Pámpean Region of Argentina. Echaniz, S.; Vignatti, A. M.; José de Paggi, S.; Paggi, J. C. The species richness and composition of the zooplankton community of four saline shallow lakes of La Pampa Province were analyzed by monthly sampling throughout a two-year period. The lakes had salinity values ranging from 8.4 to 20.7 g.l⁻¹. A total of 27 taxa were recorded. Rotifers were characterized by the dominance of the genus *Brachionus*, represented by salt-tolerant cosmopolitan species. Cladocerans and copepods were mainly represented by species endemic to the Neotropical Region. The species having the highest frequency of occurrence in all lakes throughout the study period were: *Brachionus plicatilis* Müller, 1786 (Rotifera), *Daphnia menucoensis* Paggi, 1996 (Cladocera), *Boeckella poopoensis* Marsh, 1906 and *Cletocamptus deitersi* (Richard, 1897) (Copepoda). Lakes significantly differed in their specific richness throughout the study period. Zooplankton composition showed important differences among lakes, mainly in the frequency of occurrence of the different species. The presence of *Brachionus ibericus* Ciroso- Pérez, Gómez y Serra, 2001, was recorded in the lakes having the lower salt content, being the first record of the species in South America. The faunistic similarity, measured as the biotal dispersity index (BDI) or Koch index, among the lakes was 51 %. The studied shallow lakes are the most saline water bodies in the Pámpean Region for which there is information on zooplankton community.

Key words: salinity, rotifers, cladocerans, copepods

Correspondencia:

Santiago Echaniz, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Avda. Uruguay 151, 6300 Santa Rosa, La Pampa, Argentina, T.E. 02954-434274, sechaniz@cpenet.com.ar

Introducción

Los lagos salados y las aguas de cuencas endorreicas, representan algo más de la mitad de la extensión total de las aguas epicontinentales del planeta (1). En Sudamérica este tipo de cuerpos de agua se circunscribe especialmente a las regiones áridas y semiáridas, que se extienden de norte a sur, bordeando el océano Pacífico y se internan en el continente algo al norte de los 20° de latitud S, principalmente hacia territorio argentino, donde ocupan una extensión considerable (2).

A pesar de su importancia para el conocimiento de la biodiversidad y la biogeografía, la información sobre la biota de las cubetas lacustres saladas sudamericanas aun es escasa y fragmentaria. La composición del zooplancton sudamericano ha sido analizada principalmente en las cuencas de los grandes ríos Amazonas, Orinoco y del Plata, donde la mayoría de los ambientes acuáticos presenta bajas concentraciones salinas (3, 4, 5, entre otros).

En Argentina, los estudios concernientes al zooplancton de los lagos someros de elevada salinidad, han estado restringidos a la pampa oriental húmeda, particularmente de las provincias de Buenos Aires (6, 7, 8, 9) y La Pampa (10). Unos pocos estudios de la diversidad de rotíferos incluyeron también algunas lagunas relativamente saladas del noroeste, del centro y de la Patagonia extrandina (11, 12).

El presente trabajo forma parte de una serie de estudios sobre la comunidad planctónica de lagunas saladas de la pampa occidental semiárida, región que cubre la mayor parte de la superficie de la provincia de La Pampa. Su objetivo es analizar la riqueza y la composición de las asociaciones de rotíferos y microcrustáceos planctónicos y su relación con el gradiente temporal de salinidad, a lo largo de dos ciclos anuales, en cuatro lagunas cercanas entre sí, que exhiben un gradiente de concentraciones salinas.

Area de estudio

Las lagunas estudiadas se encuentran en la región central de Argentina, en la provincia de La Pampa, en el departamento Utracán. Estas son: El Destino, (37° 06' 43" S, 64° 17' 08" W), La Laura (37°

10' 39" S, 64° 17' 08" W), Los Manantiales (37° 12' 42" S, 64° 17' 12" W) y El Carancho (37° 27' 05" S, 65° 04' 04" W) (Fig. 1). Están ubicadas en valles de origen tectónico, de dirección NE-SW, en una región semiárida, en la que se registran precipitaciones medias anuales cercanas a los 450 mm, el 70% de las cuales se produce durante los meses de primavera y verano (13), y donde la evapotranspiración potencial está cercana a los 800 mm anuales (14). La principal alimentación de las mismas es debida al ingreso del agua de origen pluvial caída en su cuenca y en menor medida a aportes freáticos (15).

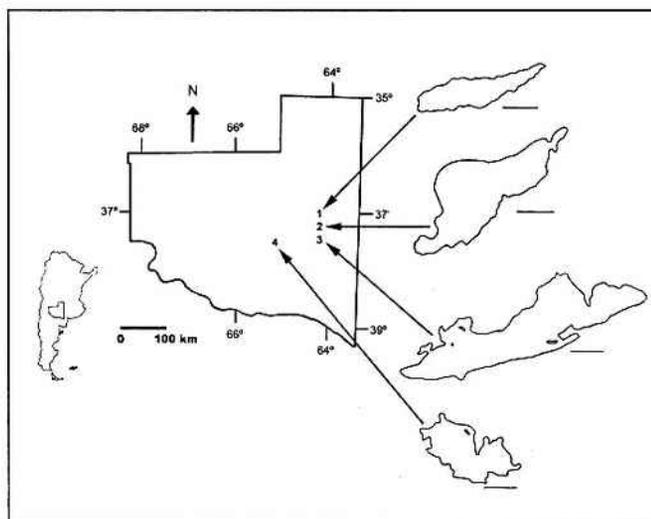
Las cuatro lagunas son de escasa profundidad, polimícticas cálidas y su volumen y extensión son altamente variables a lo largo del ciclo anual. Por su tamaño se ubican en el siguiente orden creciente: El Destino (56,8 ha), El Carancho (85,1 ha), La Laura (141,4 ha) y Los Manantiales (215,9 ha). El Destino y Los Manantiales no presentaron macrófitas durante el período de estudio, en cambio en La Laura y El Carancho se observó la presencia de *Potamogeton striatus* Ruiz López y Pavón, 1798, formando parches en la zona litoral. La presencia de peces (*Jenynsia multidentata* (Jenyns, 1842)) solamente fue registrada en El Destino y El Carancho. Por sus características generales y por la abundancia del zooplancton, las lagunas estudiadas pueden ser clasificadas como eutróficas (Echaniz *et al.*, inédito).

Material y Métodos

Las muestras se obtuvieron mensualmente durante un período de dos años, desde enero de 2001 hasta diciembre de 2002, a fin de obtener una representación muestral adecuada para lograr una estimación aceptable de la riqueza específica (16, 17).

En cada una de las lagunas se tomaron tres muestras cuantitativas con una trampa de Schindler-Patalas, de 10 litros de capacidad y 40 μm de abertura de malla. También se obtuvieron muestras cualitativas por arrastre de una red de la misma abertura de malla. Todas las muestras se fijaron *in situ* con formol al 10%. La conductividad (conductímetro Oakton), la temperatura, el pH (termopohachímetro digital Lutron PH-206) y la transparencia (disco de Secchi) se estimaron *in situ*. Además se obtuvieron muestras para la determinación de salinidad como sólidos totales disueltos (STD) por el método de re-

Figura 1: Ubicación de las lagunas estudiadas en la provincia de La Pampa. 1: El Destino; 2: La Laura; 3: Los Manantiales; 4: El Carancho. Escala de las lagunas: 0,5 km.



siduo sólido a 104°C. Durante el primer año se realizó determinación de aniones y cationes para obtener información sobre la categorización química de las lagunas.

Las muestras de zooplancton fueron analizadas bajo microscopio binocular convencional y microscopio estereoscópico a fin de obtener el número y listado de las especies presentes. Las determinaciones taxonómicas se realizaron siguiendo los criterios de diferentes autores (18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29). Se calculó la diversidad específica mediante la fórmula de Shannon-Weaver y la equitatividad (30). La asociación entre dos variables se expresó gráficamente a través de diagramas de dispersión o diagramas cartesianos y se calculó el coeficiente de correlación producto-momento y su significación. Las diferencias entre medias fueron analizadas mediante análisis de la varianza, previa verificación de la normalidad de los datos (31). Para determinar las asociaciones entre especies se utilizó el coeficiente de similitud cualitativa de Jaccard (32), los datos se expresaron gráficamente a través de dendrogramas cuyos enlaces fueron establecidos mediante la técnica aglomerativa de ligamiento

promedio aritmético no ponderado "UPGMA" (33). La afinidad faunística global entre lagunas se determinó mediante el índice de dispersión de la biota (IDB) o índice de Koch (34), que se expresa:

$$IDB = [(T-S/N-1)/S] \cdot 100$$

T: suma aritmética del número de especies de cada laguna

S: número de especies hallado en la región o grupo de lagunas

N: número de lagunas

Resultados

Factores ambientales

Teniendo en cuenta su concentración total de sales, las lagunas se ubicaron en el siguiente orden: Los Manantiales < El Destino < La Laura < El Carancho. Conforme con la clasificación de Hammer (35), basada en la concentración de sales, las tres primeras se comportaron como hiposalinas y El Carancho como mesosalina (Tabla 1). Sin embargo, La Laura en los meses de febrero de 2001 y noviem-

bre y diciembre de 2002, presentó valores superiores a los 20 g.l⁻¹ de STD, por lo que se comportó circunstancialmente como mesosalina. Las lagunas difirieron significativamente en sus concentraciones salinas ($p < 0,0001$).

La categorización iónica de Los Manantiales fue $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{K}^+$ y $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{=}$, mientras que en las tres restantes los cationes mantuvieron el mismo orden, pero no así los aniones, cuyo ordenamiento fue $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{=} > \text{HCO}_3^-$ (Echaniz *et al.*, inédito). En las cuatro lagunas los iones dominantes fueron cloro y sodio.

En Los Manantiales y El Destino el rango de variación en la concentración de sales fue menor (6,98 y 12,7 g.l⁻¹ respectivamente) que en La Laura y El Carancho (30,87 y 27,21 g.l⁻¹, respectivamente). En general en las cuatro lagunas hubo un incremento de la salinidad desde los últimos meses de 2001 hasta marzo de 2002, es decir durante el período de primavera-verano, cuando las temperaturas y la evaporación fueron más altas. Como consecuencia de las lluvias tardías caídas en marzo de 2001, al final del verano, la salinidad decreció en una proporción equivalente a aproximadamente la mitad de aquella observada durante el pico previo y fluctuó muy poco durante los meses siguientes (invierno y primavera). Los procesos de concentración y dilución quedaron evidenciados por la estrecha relación que existe entre la profundidad, indicativa del volumen del cuerpo de agua, y la salinidad ($r = 0,45$, $p < 0,0001$) (Fig. 2).

La Laura y El Carancho no solamente fueron las lagunas más saladas sino también las que presentaron aguas de mayor transparencia (Tabla 1).

De acuerdo al rango de valores de pH registrados, las aguas de todas las lagunas fueron decididamente alcalinas, con medias de hasta 10,18 en El Carancho.

Composición del zooplancton y distribución temporal de la riqueza específica

La diversidad alfa o local (representada por la riqueza específica) de las lagunas más saladas, La Laura y El Carancho, fue de 15 y 16 especies respectivamente, y de 21 y 17 especies en Los Manantiales y El Destino, respectivamente (Tabla 2).

Para el conjunto de las cuatro lagunas se halló un total de 27 especies. Entre los rotíferos se registraron 17 especies de Monogononta y 1 Bdelloideo

(no identificable por su estado de contracción), presente sólo en la laguna El Carancho. Se registraron 10 géneros de rotíferos, siendo *Brachionus* el más diverso (8 especies). El número total de especies de Monogononta por laguna fue bastante similar, variando entre 9 y 13.

Entre los microcrustáceos se registró un total de 9 especies, 5 de "cladocera" (1 Ctenopoda y 4 Anomopoda) y 4 de Copepoda (1 Calanoida, 2 Cyclopoida y 1 Harpacticoida).

La riqueza de microcrustáceos en general fue baja. El mayor valor se registró en Los Manantiales, donde se hallaron 8 especies, seguida por El Destino, con 6 especies, y finalmente, en La Laura y El Carancho sólo se registraron 5 especies.

La riqueza no presentó un patrón temporal definido común a las cuatro lagunas (Fig. 3). El número de especies fue fluctuante. Las lagunas más saladas presentaron su mayor riqueza en enero y febrero de 2002, y las menos saladas en enero de 2001, enero de 2002 y diciembre de 2002.

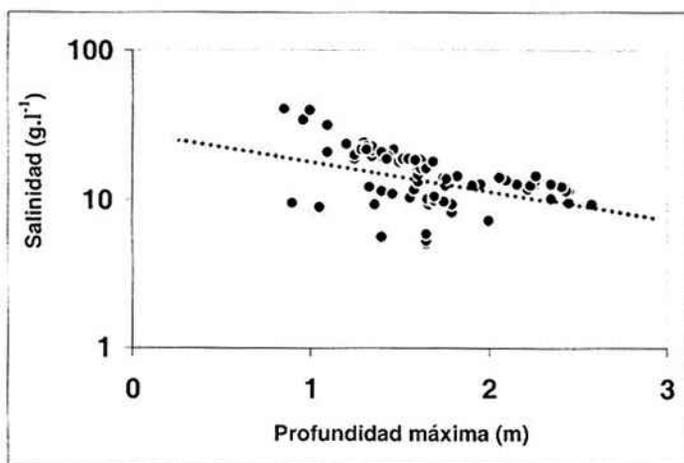
A diferencia de los crustáceos que siempre estuvieron presentes, los rotíferos estuvieron ocasionalmente ausentes, generalmente durante los meses de agosto a octubre (invierno-primavera), tanto del año 2001 como del 2002.

El mayor número de especies de rotíferos, entre 6 y 7 según las lagunas, se registró en los meses cálidos, principalmente enero y febrero de 2002. Únicamente en El Destino se observó un pico de 5 especies en el mes de junio (invierno).

Las lagunas difirieron significativamente en sus valores de riqueza (ANOVA $P = 0,0034$, $F = 4,878$), el test *a posteriori* de Tukey - Kramer reveló que la mayor diferencia ocurrió entre Los Manantiales y La Laura, ($P < 0,05$), particularmente durante el año 2001.

La riqueza promedio en cada laguna fue menor a 7 especies (Tabla 3). La diversidad específica promedio, calculada a partir de datos de abundancia (Echaniz *et al.*, inédito) fue muy baja, variando entre 0,98 y 1,26 bits, lo que junto con los bajos valores de equitatividad indica en todos los casos una fuerte dominancia de algunas especies. No se observaron diferencias significativas en la diversidad ni en la equitatividad de las cuatro lagunas (ANOVA $P = 0,2532$ y $P = 0,3429$, respectivamente).

Figura 2: asociación entre la profundidad máxima y la salinidad de las cuatro lagunas estudiadas durante el periodo 2001-2002, $r = 0,46$, $p < 0,0001$, $n = 287$.



Similitudes faunísticas e incidencia de las variables ambientales

La similitud global entre las lagunas según el IDB fue del 51 %. Sólo nueve especies fueron comunes a todos los cuerpos de agua, seis entre los rotíferos (*Brachionus dimidiatus* f. *inermis* (Schmarda, 1854), *B. plicatilis* Müller, 1786, *B. rotundiformis* Tschugunoff, 1921, *Hexarthra fennica* (Levander, 1892), *Lecane thalera* (Harring y Myers, 1926) y *Lepadella patella* (Müller, 1786)), solamente una entre los cladóceros (*Daphnia menucoensis* Paggi, 1996) y dos especies entre los copépodos (*Boeckella popoensis* Marsh, 1906 y *Cletocampus deitersi* (Richard, 1897)).

Las lagunas se diferenciaron entre sí por su composición específica, puesta en evidencia particularmente por las frecuencias de ocurrencia de las distintas especies (Tabla 2). La laguna menos salada, Los Manantiales (STD=8,43 g.l⁻¹), presentó las mayores frecuencias de ocurrencia de *Brachionus angularis* Gosse, 1851, *B. pterodinoides* (Rousselet, 1913) y *Lecane thalera*, y fue la única en donde se registraron los géneros más frecuentes en aguas dulces, como *Collotheca* (Harring, 1913) y *Testudinella* (Bory de St. Vincent, 1826) y cladóceros como *Alona diaphana* King, 1853 y *Latonopsis occidentalis* Birge,

1891. Junto con El Destino, la segunda en concentración creciente de sales (STD=12,62 g.l⁻¹), presentaron las mayores frecuencias de ocurrencia de *B. dimidiatus*, *B. rotundiformis* y *Metacyclops mendocinus* (Wierzejski, 1892), y sólo en ellas se registró *B. ibericus*.

La Laura, tercera en orden creciente de salinidad (STD=18,45 g.l⁻¹), se diferenció de las restantes por la gran frecuencia de ocurrencia de *Hexarthra fennica*.

La laguna más salada, El Carancho (STD=20,79 g.l⁻¹), fue la que presentó la mayor frecuencia de ocurrencia de *B. plicatilis*, *Daphnia menucoensis* y *Moina* cf. *eugeniae* Olivier, 1954, verificándose la ausencia total de *B. angularis* y *B. pterodinoides* y la menor frecuencia de *B. rotundiformis*.

Considerando las cuatro lagunas en conjunto, las especies más constantes y frecuentes a lo largo de los 24 meses de estudio fueron: *Brachionus plicatilis* entre los rotíferos, *Daphnia menucoensis* entre los cladóceros y *Boeckella popoensis* y *Cletocampus deitersi* entre los copépodos.

La asociación de especies más frecuente en las cuatro lagunas fue *Cletocampus deitersi*, *Boeckella popoensis* y *Daphnia menucoensis* (0,7) a la que se agrega *Brachionus plicatilis* (0,5). *Lecane*

Tabla 1: Valores promedio (de tres muestras mensuales en cada laguna durante los años 2001 y 2002), desvíos estándar (entre paréntesis) y número de observaciones (en cursiva) de los principales parámetros ambientales de las cuatro lagunas estudiadas.

	STD (g.l ⁻¹)	Conductividad (μ S.cm ⁻¹)	pH	Transparencia (m)	n
Los Manantiales	8,43 (2,31)	14920,69 (4008,67)	9,93 (0,33)	0,42 (0,16)	71
El Destino	12,62 (2,69)	19830,29 (3933,29)	9,84 (0,41)	0,56 (0,26)	72
La Laura	18,45 (6,51)	26059,01 (8943,44)	9,23 (0,49)	1,45 (0,25)	72
El Carancho	20,79 (5,52)	33269,14 (9003,52)	10,18 (0,30)	1,26 (0,36)	72

thaler, *Lepadella patella*, *Brachionus dimidiatus* y *B. angularis* conforman el segundo gran grupo en orden de mayor afinidad (Fig. 4).

El número total de especies en cada fecha de muestreo o riqueza instantánea no experimentó una asociación directa con la salinidad. Sin embargo, analizando la riqueza por grupos taxonómicos se observó la existencia de una relación inversa entre la salinidad y el número de especies de copépodos (Fig. 5). Por otra parte, se registró una relación inversa y significativa entre la salinidad media y la riqueza de cada año de muestreo (Fig. 6). Se encontró asimismo una relación directa y significativa entre la riqueza y la temperatura ($r=0,27$, $p=0,0001$).

Discusión

Como se señaló previamente, sólo 9 especies fueron comunes a todas las lagunas. Entre los rotíferos, los taxa hallados son considerados típicos de ambientes salinos. *Brachionus dimidiatus* f. *inermis*, aunque no muy frecuente de hallar, es de distribución cosmopolita (36). *B. plicatilis* es probablemente el rotífero más frecuente en ambientes salinos de todo el mundo, pero recientes estudios moleculares y morfométricos mostraron que reúne en realidad, al menos tres especies gemelas (*B. plicatilis*, *B. rotundiformis* y *B. ibericus*). (37, 21), todas ellas fueron registradas en las lagunas estudiadas (Fig. 7). *B. plicatilis* es eurihalina y está mejor adaptada a temperaturas inferiores a 25°C (37, 21), *B. rotundiformis* es frecuente a salinidades media-

nas a altas (10 a 57 g.l⁻¹) y a temperaturas altas (10 a 30°C) (21), sin embargo en la Pampa se la encontró principalmente en las lagunas menos saladas (Los Manantiales y El Destino), y su mayor abundancia se registró en la primera de ellas, a 21,67°C. En cuanto a *B. ibericus*, cuyo hallazgo constituye el primer registro para Sudamérica, Serra *et al.* (37) consideran que estaría mejor adaptada a ambientes de menor salinidad y ello coincide con los registros de esta especie únicamente en Los Manantiales y El Destino. Las otras especies relativamente frecuentes entre los rotíferos son *Hexarthra fennica* y *Lecane thaler*, que son cosmopolitas de ambientes salinos (18, 20).

Los rotíferos que no estuvieron presentes en todas las lagunas también son cosmopolitas. Algunas especies como *B. angularis* y *B. pterodinoides* son frecuentes tanto en lagunas como en ríos de menor salinidad en otras regiones de Argentina (38, 39, 40, 41). Además se registró *Colurella adriatica* Ehremerberg, 1831, para la que Hauer (42) señala un aumento del tamaño corporal con el incremento de la salinidad, observación que coincide con nuestras mediciones, ya que los ejemplares presentaron un tamaño considerable (150-155 mm de longitud total).

Entre los crustáceos, las especies frecuentes en todas las lagunas fueron *Daphnia menucoensis*, *Boeckella poopoenis* y *Cletocampus deitersi*. Las dos primeras son endémicas de Sudamérica, hallándose la primera presente en ambientes salinos continentales de la Patagonia, centro de Argentina y el Altiplano (43, 44, 10, Paggi, inédito). La segunda

Tabla 2: Composición específica y frecuencias de ocurrencia (%) de las distintas especies en las cuatro lagunas estudiadas.

	Los Manantiales	El Destino	La Laura	El Carancho
Rotifera				
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	33	4	4	0
<i>B. dimidiatus</i> f. <i>inermis</i> (Schmarda, 1854)	20	37	12	25
<i>B. havanaensis</i> Rousselet, 1911	0	0	0	4
<i>B. plicatilis</i> Müller, 1786	29	33	12	87
<i>B. pterodinoidea</i> (Rousselet, 1913)	25	16	8	0
<i>B. quadridentatus</i> Hermann, 1783	0	0	0	4
<i>B. rotundiformis</i> Tschugunoff, 1921	33	33	20	4
<i>B. ibericus</i> Ciro-Pérez, Gómez & Serra, 2001	4	8	0	0
<i>Collotheca</i> sp.	8	0	0	0
<i>Colurella adriatica</i> Ehremsberg, 1831	0	0	20	0
<i>Filinia</i> sp.	4	4	0	8
<i>Hexarthra fennica</i> (Levander, 1892)	16	25	54	4
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1910)	4	8	0	12
<i>Lecane thalera</i> (Harring & Myers, 1926)	33	8	16	12
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1786)	20	45	20	8
<i>Polyarthra</i> sp.	0	0	4	0
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	4	0	0	0
Bdelloidea	0	0	0	1
Cladocera				
<i>Alona diaphana</i> King, 1853	4	0	0	0
<i>Daphnia menucoensis</i> Paggi, 1996	54	67	71	83
<i>Latonopsis occidentalis</i> Birge, 1891	4	0	0	0
<i>Moina</i> cf. <i>eugeniae</i> Olivier, 1954	21	38	0	96
<i>M. macrocopa</i> (Straus, 1820)	0	4	4	0
Copepoda				
<i>Boeckella poopensis</i> Marsh, 1906	96	71	96	100
<i>Cletocamptus deitersi</i> (Richard, 1897)	79	92	79	96
<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski, 1892)	92	100	0	4
<i>Microcyclops anceps</i> (Richard, 1897)	83	0	50	0
Riqueza específica total	21	17	15	16

Tabla 3: Valores promedio, máximos, mínimos, desvíos estándar y coeficiente de variación porcentual de los datos de diversidad específica (índice de Shannon-Weaver), equitatividad y riqueza específica

Diversidad	X	Max	Min	d.e.	C.V.
Los Manantiales	1,19	1,84	0,36	0,42	35
El Destino	1,11	2,38	0,16	0,58	52
La Laura	0,98	1,91	0,00	0,53	55
El Carancho	1,26	2,55	0,46	0,48	38
Equitatividad					
Los Manantiales	0,45	0,75	0,16	0,16	35
El Destino	0,43	0,81	0,07	0,20	46
La Laura	0,43	0,65	0,00	0,21	48
El Carancho	0,52	0,81	0,14	0,17	34
Riqueza					
Los Manantiales	6,67	12,00	4,00	2,28	34
El Destino	6,00	9,00	4,00	1,38	23
La Laura	4,75	9,00	1,00	1,80	38
El Carancho	5,71	10,00	4,00	1,46	26

Tabla 4: Salinidad promedio ($g.l^{-1}$), número de especies de rotíferos (Ro) cladóceros (Cl), copépodos (Co) y total (T) en lagunas de la provincia de Buenos Aires (7, 8) y de la Pampa (en cursiva). En las primeras los promedios corresponden a un período anual y en las segundas bianual.

Lagunas	Salinidad	Ro	Cl	Co	T
Vitel	1,00	18	6	3	27
Chascomús	0,86	9	4	3	16
El Carpincho	2,00	12	7	4	23
Santa María	0,69	15	7	2	24
Las Barrancas	1,25	21	9	6	36
Del Monte (Guamini)	1,03	12	7	4	23
Adela	2,05	8	7	3	18
Chis Chis	1,16	10	8	3	21
Del Burro	1,04	18	6	4	28
La Tablilla	1,54	15	3	3	21
La Viuda	1,40	6	4	2	12
La Limpia	0,85	9	4	3	16
La Salada (Pedro Luro)	1,20	11	5	3	19
Yalca	0,42	10	2	2	14
De Lobos	1,78	7	5	3	15
Las Flores Grande	5,86	18	7	3	28
Mar Chiquita (Junin)	2,30	2	9	3	14
De Gómez	4,95	6	5	3	14
<i>Los Manantiales</i>	8,43	13	4	4	21
<i>El Destino</i>	12,62	11	3	3	17
<i>La Laura</i>	18,45	10	2	3	15
<i>El Carancho</i>	20,79	11	2	3	16

ha sido registrada desde el sur del Perú hasta el sur de la Patagonia (45, 46). En cuanto a *Cletocampus deitersi*, es considerada cosmopolita, sin embargo, dado que se trata de una especie de alta variabilidad morfológica (47), su amplia distribución podría deberse a que se trata en realidad de un conjunto de especies crípticas (25, 48).

Se hallaron otras especies endémicas de Sudamérica como *Microcyclops anceps* (Richard, 1897), *Metacyclops mendocinus* y *Moina* cf. *eugeniae*. Cabe destacar el registro de *Moina macrocopa* (Straus, 1820), ya que se trata de una especie de distribución holártica, que habría sido introducida recientemente en Sudamérica (49).

Teniendo en cuenta la dominancia de especies endémicas de nuestro subcontinente entre los crustáceos, el zooplancton de estas lagunas difiere marcadamente del registrado en ambientes similares estudiados en el hemisferio norte y en el continente australiano (50, 51, 52).

Los factores que determinan la riqueza total de especies en los lagos y lagunas son principalmente

su capacidad de dispersión, las características del hábitat y las interacciones bióticas (53). La dispersión de las especies entre lagunas a través del transporte pasivo de huevos de resistencia, aseguraría cierto grado de homogeneidad en la composición específica del zooplancton de ambientes cercanos, si bien en los últimos años se discute la eficacia de este mecanismo que implica anemocoria y zoocoria (54). El valor del índice de dispersión de la biota entre las lagunas (51 %) parece indicar una dispersión relativamente baja, ya que las mismas se encuentran dentro de un área de 38 km de radio. El bajo valor del índice es probablemente mejor indicador de que ciertas especies son menos tolerantes que otras a las diferentes salinidades de las lagunas, de lo contrario debería esperarse una mayor similitud. La composición de las asociaciones de las lagunas estudiadas estuvo dominada por organismos bastante especializados en ambientes salados. Comparativamente, puede señalarse que se halló sólo el 22% de los rotíferos, 8% de los cladóceros y 30% de los copépodos registrados en las lagunas bonaerenses, que son de menor salinidad (7).

Figura 4: Frecuencia de conformación de asociaciones de especies

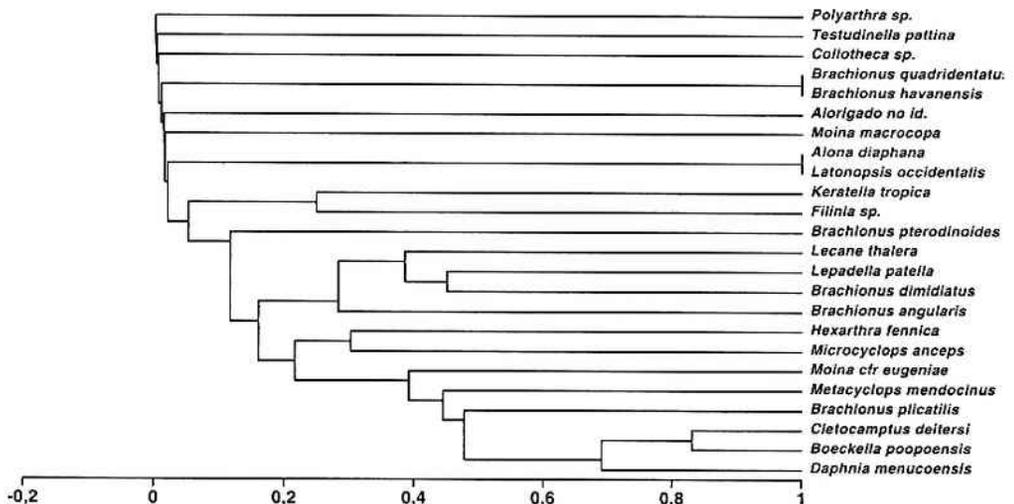


Figura 5: Asociación entre riqueza específica de copépodos y salinidad, en las cuatro lagunas estudiadas, $r = -0,45$, $p < 0,0001$, $n = 95$.

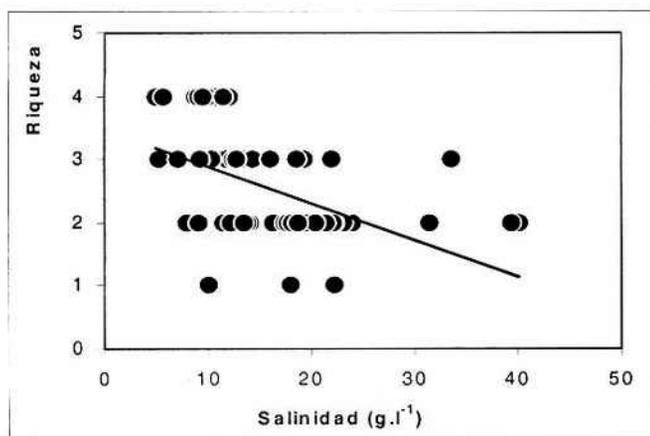


Figura 6: Asociación entre la riqueza específica total y la salinidad promedio para cada año de muestreo. Referencias: El Destino (cuadrados), Los Manantiales (triángulos), La Laura (rombos) y El Carancho (círculos), $r = 0,81$, $p = 0,015$, $n = 8$.

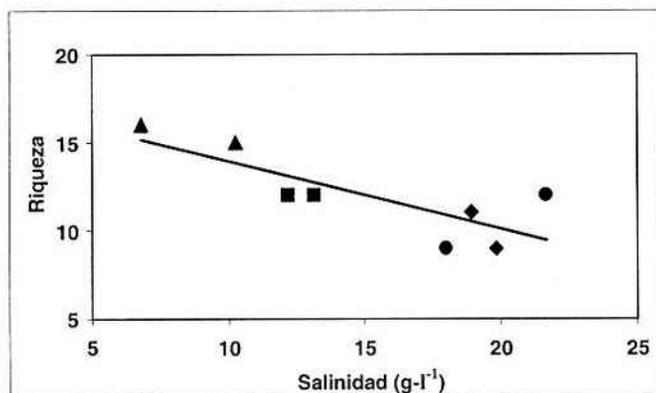
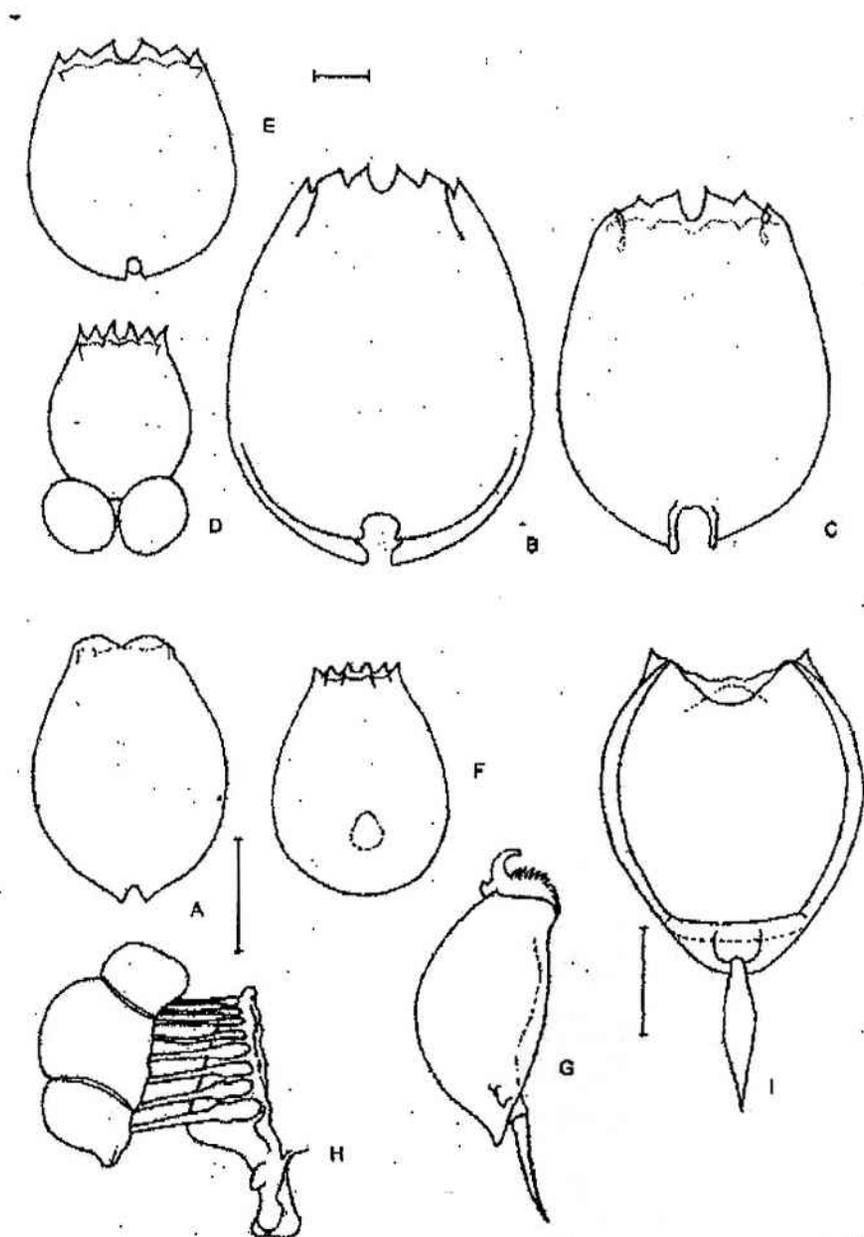


Figura 7: A: *Brachionus dimidiatus* f. *inermis*; B, C: *B. plicatilis*; D: *B. rotundiformis*; E: *B. ibericus*; F: *B. pterodinoides*; G: *Colurella adriatica*; H: *Hexarthra fennica trophi*; I: *Lecane thalera*. C: Los Manantiales; A, B, D, G: La Laura; E, F, H, I: El Destino. Escala: 50 μ m.



Una de las características relevantes del hábitat, como es el tamaño de las lagunas, no tendría mayor incidencia en la riqueza por variar dentro de un rango relativamente estrecho para este conjunto de lagunas. En cuanto a las interacciones bióticas no se encontró ninguna relación entre riqueza y composición específica con la presencia o ausencia de peces.

El número total de especies de cada laguna es bajo cuando se lo compara con el de lagunas no saladas, situación esperable dado que se ha verificado que los ambientes acuáticos de este tipo de todo el mundo se caracterizan por su baja biodiversidad (55). Las lagunas difirieron significativamente en su salinidad y su riqueza. El análisis de la frecuencia de ocurrencia de las especies indicó que la salinidad es el factor que incide en la composición, ya que mostró que las especies más tolerantes tienen una mayor frecuencia que otras en los lagos más salinos.

Considerando el grado de salinidad de las lagunas pampeanas (8,43 a 20,79 g.l⁻¹), la riqueza del zooplancton fue considerablemente importante, principalmente si se la compara con las de las numerosas lagunas bonaerenses de menores concentraciones salinas (0,52 a 4,76 g.l⁻¹) estudiadas por Ringuélet (8). Las lagunas de La Pampa presentaron una diversidad alfa similar a muchas de esas lagunas (Tabla 4). A nivel de los microcrustáceos (cladóceros y copépodos) la fauna fue más rica que las de otros ambientes acuáticos salados de Sudamérica como los de la región de Atacama, donde especies como *Cletocamptus deitersi* y de los géneros *Moina* y *Daphnia* no fueron registrados (56). La comunidad de rotíferos fue también más rica que la de algunos lagos africanos, donde a partir de una conductividad de 3.000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, la diversidad desciende a sólo dos o tres especies (57, 58), mientras que en El Destino (enero de 2002) con 17.000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ se registraron hasta 7 especies.

Las lagunas estudiadas son las de mayor salinidad de Argentina sobre las cuales se haya realizado un estudio de la composición del zooplancton durante un período considerable de tiempo. El número de especies zooplanctónicas comparativamente alto, así como los registros de endemismos neotropicales y el hallazgo de una especie nueva para Sudamérica, señalan la importancia de la con-

tinuidad de los estudios faunísticos en este tipo de ambientes.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa.

Bibliografía

- Margalef, R., 1983. "Ecología". Ed. Omega (Barcelona), 951 pp.
- Morello, J., 1984. "Perfil ecológico de Sudamérica. Características estructurales de Sudamérica y su relación con espacios semejantes del planeta". Ediciones Cultura Hispánica (Madrid), 93 pp.
- Junk, W.J. (ed.), 1997. "The Central Amazon Floodplain". Ecological Studies 126. Springer-Verlag (Berlin), 525 pp.
- Lewis, W.M.; Hamilton, S. and Saunders, J. III, 1995. Rivers of northern South America. pp. 219-256. En Cushing, C.E., Cummins, K.W. and Minshall, G.W. (eds.). "River and stream ecosystems". Elsevier (Amsterdam).
- Paggi, J.C. and José de Paggi, S., 1990. Zooplankton of lotic and lenitic environments of the Middle Paraná River. Acta Limnologica Brasiliensis 3: 685-719.
- Olivier, S.R., 1955. Contribution to the limnological knowledge of the Salada Grande lagoon. 2. Plankton seasonal variations and some correlations with physico-chemical factors. Verh. Internat. Verein. Limnol. 12: 302-307.
- Ringuélet, R.; Moreno, I. y Feldman, E., 1967. El zooplancton de las lagunas de la Pampa Deprimida y otras aguas superficiales de la llanura bonaerense (Argentina). Physis 27 (74):187-200.
- Ringuélet, R.; Salibián, A.; Claverie, E. e Ilhero, S., 1967. Limnología química de las lagunas pampásicas (provincia de Buenos Aires). Physis 27 (74): 201-221.
- Claps, M.C.; Gabellone, N.A. and Benitez, H.H., 2004. Zooplankton biomass in an eutrophic shallow lake (Buenos Aires, Argentina): spatio temporal variations. Ann. Limnol. 40 (3): 201-210.
- Echaniz, S. y Vignatti, A., 2002. Variación anual de la taxocenosis de cladóceros planctónicos (Crustacea: Branchiopoda) de una laguna de elevada salinidad (La Pampa, Argentina). Neotrópica 48: 11-17.
- José de Paggi, S., 1989. Rotíferos de algunas provincias del Noroeste de Argentina. Rev. Hydrobiol. Trop. 22: 223-238.
- Kuckzinsy, D., 1987. The rotifer fauna of Argentine Patagonia as a potential limnological indicator. Hydrobiologia 150: 3-10.

13. Roberto, Z.; Casagrande, G. y Viglizo, E., 1994. Lluvias en la Pampa Central. Tendencias y variaciones. Centro Regional La Pampa-San Luis. INTA. Publ. N° 12. 25 pp.
14. Ponce de León, E., 1998. Evapotranspiración. pp. 31-42. En Fundación Chadiluevú (eds.) "El agua en La Pampa". Fondo Editorial Pampeano (Santa Rosa).
15. Giai, S. y Tullio, J., 1998. Características de los principales acuíferos de la Provincia de La Pampa. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente 12: 51-68.
16. Baltanas, A., 1992. On the use of some methods for the estimation of species richness. Oikos 65: 484-492.
17. Dumont, H. and Segers, H., 1996. Estimating lacustrine zooplankton species richness and complementarity. Hydrobiologia 341: 125-132.
18. Ruttner Kolisko, A., 1974. "Planktonic Rotifers. Biology and Taxonomy". Die Binnengewässer (Supplement) 26/1. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller) (Stuttgart), 146 pp.
19. Koste, W., 1978. "Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Überordnung Monogononta. I. Textband. II. Tafelband." Gebrüder Borntraeger (Berlin), 675+476 pp.
20. Segers, H., 1995. Rotifera. 2. The Lecanidae (Monogononta). pp. 1-226. In Dumont, H.J. y Nogrady, T. (eds.). "Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. 6". SPB Academic Publishing BV (The Hague).
21. Ciroso-Pérez, J.; Gómez, A. and Serra, M., 2001. On the taxonomy of three sympatric sibling species *Brachionus plicatilis* (Rotifera) complex from Spain, with the description of *B. ibericus* n. sp. J. Plankton Res. 23: 1311-1328.
22. Ringuelet, R., 1958. Los Crustáceos Copépodos de las aguas continentales de la República Argentina. Sinopsis sistemática. Contr. Cient. Fac. Cienc. Exactas y Nat. Univ. Buenos Aires, Ser. Zool., 1 (2): 35-126.
23. Bayly, I.A.E., 1992. The non-marine Centropagidae (Copepoda: Calanoida) of the world. pp. 1-43 In Dumont, H.J. (ed.). "Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World". SPB Academic Publishers (The Hague).
24. Reid, J.W., 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). Bolm. Zool., Univ. S. Paulo 9: 17-143.
25. Gómez, S.; Fleeger, J.W.; Rocha-Olivares, A. and Foltz, D., En prensa. Four new species of *Cletocamptus* Schrankewitsch, 1875, closely related to *Cletocamptus deitersi* (Richard, 1897). J. Nat. Hist.
26. Goulden, C.E., 1968. The systematics and evolution of the Moinidae. Trans. Am. Phil. Soc. 58 (6): 1-101.
27. Smirnov, N.N., 1971. Chydoridae fauni mira. Fauna SSSR, Crustacea, 1 (2): 1-531.
28. Korovchinsky, N.M., 1992. Sididae y Holopedidae (Crustacea: Daphniiformes). pp. 1-82. In Dumont, H. (ed.) "Guides to Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World". III. SPB Academic Publishing (The Hague).
29. Paggi, J.C., 1996. *Daphnia (Ctenodaphnia) menucoensis* (Anomopoda; Daphniidae) a new species from athalassic saline waters in Argentina. Hydrobiologia 319 (2): 137-147.
30. Krebs, C.J., 1989. "Ecological Methodology". Harper Collins Inc. (New York), 654 pp.
31. Zar, J.H., 1996. "Biostatistical Analysis". Prentice Hall (Philadelphia), 121 pp.
32. Crisci, J.V. y López Armengol, M.F., 1983. "Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica". Serie Biología, Monografía 26. Secr. Gral. OEA, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Washington), 132 pp.
33. Sokal, R.R. and Michener, C.D., 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. II. Univ. Kansas Sci. Bull. 38: 1409-1438.
34. Koch, L.P., 1957. Index of biotal dispersity. Ecology 38: 145-148.
35. Hammer, U.T., 1986. "Saline Lake Ecosystems of the World". Dr. W. Junk Publishers, (Dordrecht), x+616 pp.
36. Rong, S.; Segers, H. and Dumont, H.J., 1998. Distribution of Brachionidae (Rotifera Monogononta) in inner Mongolian waters. Internat. Rev. Hydrobiol. 83: 305-310.
37. Serra, M.; Gómez, A. and Carmona, M.J., 1998. Ecological genetics of *Brachionus* sympatric sibling species. Hydrobiologia 387/388: 373-374.
38. Olivier, S.R., 1965. Rotíferos planctónicos de Argentina. Rev. Mus. La Plata, N.S., Zool. 8 (63): 177-260.
39. José de Paggi, S., 1988. Estudio sinóptico del zooplancton de cauces y tributarios del valle aluvial del Río Paraná, Tramo Goya-Diamante (II Parte). Stud. Neotrop. Fauna Environ. 23 (3): 149-163.
40. José de Paggi, S. y Paggi, J.C., 1998. Zooplancton de ambientes acuáticos con diferentes estados tróficos y salinidad. Neotrópica 44 (1): 95-106.
41. Neschuk, N.; Gabellone, N. and Solari, L., 2002. Plankton characterisation of a lowland river (Salado River, Argentina). Verh. Internat. Verein. Limnol. 28: 1336-1339.
42. Hauer, J., 1924. Zur Kenntnis des Rotatorien-Genus *Colurella* Bory de St. Vincent. Zool. Anz. 59: 177-189.
43. Paggi, J.C., 1998. Cladocera (Anomopoda y Ctenopoda).

- pp. 507-518. En Coscarón, S. y Morrone, J. (eds.). "Biodiversidad de Artrópodos Argentinos". Ediciones Sur (La Plata).
44. Vignatti, A.M. y Echaniz, S.A., 1999. Presencia de *Daphnia* (*Ctenodaphnia*) *menucoensis* Paggi, 1996 en la provincia de La Pampa (Argentina). Rev. Fac. Agronomía UNLPam **10** (1): 21-27.
45. Bayly, I.A.E., 1992. Fusion of the genera *Boeckella* and *Pseudoboeckella* (Copepoda) and revision of their species from South America and sub-Antarctic islands. Rev. Chil. Hist. Nat. **65**: 17-63.
46. Menu-Marque, S.A. y Locascio de Mitrovich, C., 1998. Distribución geográfica de las especies del género *Boeckella* (Copepoda, Calanoida, Centropagidae) en la República Argentina. Physis, B, **56**: 1-10.
47. Castro-Longorta, E.; Alvarez-Borrego, J.; Rocha-Olivares, A.; Gómez, S. and Kober, V., 2003. Power of multidisciplinary approach: use of morphological, molecular and digital methods in the study of harpacticoid cryptic species. Mar. Ecol. Progr. Ser. **249**: 297-303.
48. Rocha-Olivares, A.J.; Fleeger, W. and Foltz, D.W., 2001. Decoupling of molecular and morphological evolution in deep lineages of a meiobenthic harpacticoid copepod. Mol. Biol. Evol. **18** (6):1088-1102.
49. Paggi, J.C., 1997. *Moina macrocopa* (Straus, 1820) (Branchiopoda, Anomopoda) in South America: Another case of species introduction?. Crustaceana **70** (8): 886-892.
50. Derry, A.M.; Prepas, E.E. and Hebert, P.D.N., 2003. A comparison of zooplankton communities in saline lakewater with variable anion composition. Hydrobiologia **505**: 199-215.
51. Timms, B.V., 1998. Further studies on the saline lakes of the eastern Paroo, inland New South Wales, Australia. Hydrobiologia **381**: 31-42.
52. Halse, S.A.; Shiel, R.J. and Williams, W.D., 1998. Aquatic invertebrate of Lake Gregory, northwestern Australia, in relation to salinity and ionic composition. Hydrobiologia **381**: 15-29.
53. Hobaek, A.; Manca, M. and Andersen, T., 2002. Factors influencing species richness in lacustrine zooplankton. Acta Oecol. **23**: 155-163.
54. Jenkins, D.G. and Underwood, M.O., 1998. Zooplankton may not disperse readily in wind, rain or waterfowl. Hydrobiologia **387/388**: 15-21.
55. Williams, W.D., 1998. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes. Hydrobiologia **381**: 191-201.
56. Bayly, I.A.E., 1993. The fauna of athalassic saline waters in Australia and the Altiplano of South America: comparisons and historical perspectives. Hydrobiologia **267**: 225-231.
57. Green, J.D. and Mengestou, S., 1991. Specific diversity and community structure of Rotifera in a salinity series of Ethiopian inland waters. Hydrobiologia **209**: 95-106.
58. Green, J.D., 1993. Zooplankton associations in East African Lakes spanning a wide salinity range. Hydrobiologia **267**: 249-256.