

## EL ZOOPLANKTON DE DOS LAGOS SOMEROS DEL SUR DE LA FORMACIÓN MEAUÇO (PROVINCIA DE LA PAMPA, ARGENTINA)

### ZOOPLANKTON OF TWO SHALLOW LAKES IN THE SOUTH OF MEAUÇO FORMATION (LA PAMPA PROVINCE, ARGENTINA)

Echaniz, Santiago<sup>1</sup>, Vignatti, Alicia<sup>1</sup>, Schlegel, Javier<sup>2</sup> y Schiel, Nicolás<sup>2</sup>

Recibido 23/03/2020  
Aceptado 02/08/2020

#### RESUMEN

La Formación Meaúco, región medanosa del centro de La Pampa, tiene numerosas lagunas. Si bien existe información hidrológica, el conocimiento sobre sus características limnológicas es escaso. Los objetivos son conocer parámetros físico-químicos y del zooplancton de dos lagunas cercanas, Santa Isabel I (SI I), con una población de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) y Santa Isabel II (SI II), sin peces, y evaluar la influencia del zooplancton sobre la biomasa fitoplanctónica y transparencia. Se muestreó durante 2018 y 2019. En ambas la salinidad fue menor a 1 g.L<sup>-1</sup> y la profundidad del disco de Secchi rondó 0,45 m. Sus concentraciones de clorofila-a variaron entre 9,32 y 11,63 mg.m<sup>-3</sup>. Se registraron 7 taxa de cladóceros, 4 de copépodos y 20 de rotíferos, la mayor parte compartidos por ambas lagunas. Sin embargo, en SI I se registraron 20 rotíferos y en SI II 13. La densidad total no difirió, pero SI I tuvo mayor abundancia de rotíferos (69% del total) y SI II de crustáceos (72%). La presencia de peces influye sobre la composición del zooplancton, pero el tamaño pequeño de éste, aún en ausencia de peces, hace que tenga poca influencia sobre el fitoplancton; por lo que no se encontraron diferencias en la transparencia y biomasa fitoplanctónica de ambas lagunas.

**PALABRAS CLAVE:** Lagunas subsalinas; zooplancton; clorofila-a; *Odontesthes bonariensis*;

#### ABSTRACT

The Meaúco Formation, a dune region of the central Pampa province, has numerous shallow lakes. Although there is hydrological information about them, it is very scarce about their limnological characteristics. The objectives are to know the physical-chemical and zooplankton parameters of two nearby shallow lakes, with and without fishes: Santa Isabel I (SI I) and Santa Isabel II (SI II) respectively, and determine the influence of zooplankton on phytoplankton biomass and transparency. It was sampled during 2018 and 2019. In both the mean salinity were less than 1g.L<sup>-1</sup> and the Secchi disk depth was around 0.45m. The chlorophyll concentrations varied between 9.32 and 11.63 mg.m<sup>-3</sup>. Seven cladocerans, 4 copepods and 20 rotifers were recorded. Most of the taxa were shared by both lakes, however, 20 rotifers were recorded in SI I and 13 in SI II. The total zooplankton density did not differ, but SI I had greater abundance of rotifers (69% of total) and SI II of crustaceans (72%). The presence of fish influences the zooplankton composition but its small size, even in the absence of fish, makes it have little influence on the phytoplankton; therefore, no differences were found in the transparency and phytoplankton biomass of both lakes.

**KEY WORDS:** Subsaline shallow lakes; zooplankton; chlorophyll-a; *Odontesthes bonariensis*;

#### INTRODUCCIÓN

La Formación Meaúco (Giai et al., 2008) es una extensa región localizada en el centro de La

Pampa, caracterizada por la presencia de cordones medanosos de origen eólico, que forman surcos y crestas longitudinales con rumbo sur-suroeste nor-noreste y pueden tener espesores de hasta 32 metros (Giai & Tullio, 1998; Giai et al., 2008). En la región existe un extenso acuífero de agua de baja salinidad y, en relación con él, se encuentran numerosos lagos

##### Cómo citar este trabajo:

Echaniz, S., Vignatti, A., Schlegel, J. y Schiel, N. (2020). El zooplancton de dos lagos someros del sur de la formación Meaúco (provincia de La Pampa, Argentina). *Semiárida*, 30(2), 09-18.

1 Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Santa Rosa, Argentina

2 Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de La Pampa

\* [santiagoochaniz@cpenet.com.ar](mailto:santiagoochaniz@cpenet.com.ar)



someros (localmente denominados lagunas), generalmente de forma ovalada, con el eje mayor en el mismo sentido de los surcos (Giai & Tullio, 1998).

Estas lagunas se caracterizan por ser permanentes (no hay registros de que se hayan secado, al menos desde que existen explotaciones ganaderas en la zona), de baja salinidad y son alimentadas principalmente por las descargas del agua que se infiltró en los médanos circundantes durante las precipitaciones (Giai & Tullio, 1998). Muchas fueron sembradas con pejerreyes (*Odontesthes bonariensis* Valenciennes, 1835) en fechas no precisadas y hay testimonios de la práctica de pesca de esta especie desde hace más de 60 años (Del Ponti et al., 2019).

La mayor parte de los cuerpos de agua de baja salinidad estudiados en la provincia de La Pampa tienen fuerte influencia de asentamientos urbanos mientras que los alejados de las ciudades suelen ser relativamente salinos (Echaniz & Vignatti, 2017; 2019). Esto hace que las lagunas relacionadas con el acuífero del Meauro despierten gran interés, dado que a la baja salinidad de sus aguas se suma el hecho de estar rodeadas por vegetación natural, solo influidas por ganadería extensiva. Si bien existe información hidrológica sobre estas lagunas (Giai & Tullio, 1998; Giai et al., 2008), el conocimiento sobre sus características limnológicas es muy escaso. Entre los pocos antecedentes sobre el zooplancton se cuentan listas taxonómicas de cladóceros (Echaniz & Vignatti, 1996) y copépodos (Pilati, 1997; 1999) en las que la información ambiental es relativamente limitada, y el estudio realizado en la laguna La Chacra (Del Ponti et al., 2019) en el que se incorporó información ambiental, del zooplancton y de la población de pejerreyes que la habita. Aunque la diversidad de microcrustáceos es parcialmente conocida, sólo se determinaron los rotíferos planctónicos en una de ellas (La Chacra), en base a un muestreo realizado en invierno (Del Ponti et al., 2019). Esto hace que no exista información sobre las variaciones estacionales de la composición taxonómica y la densidad del zooplancton en relación con las variables ambientales.

Por otro lado, es bien conocido el efecto de cascada trófica (efecto top down) producido por la introducción de un pez predominantemente zooplanctívoro, tal como el pejerrey, ya que su depredación se da especialmente sobre las especies del zooplancton de mayor talla, particularmente cladóceros (Quirós et al., 2002; Chang et al., 2004; Boveri & Quirós, 2007; Potthoff et al., 2008). Debido a que la mayor parte de los cladóceros grandes son herbívoros y pastorean sobre el fitoplancton, su desaparición o la disminución de su densidad puede provocar que la cantidad de algas planctónicas aumente. Este incremento le confiere al agua un característico color verde y produce una marcada disminución de la transparencia del agua (Muylaert et al., 2006; Manca et al., 2008).

Cerca del límite sur de la Formación Meauro existen dos lagunas muy cercanas y de características hidrológicas parecidas, de las que solo una tiene pejerreyes. Esta situación reviste interés, dado que configura un experimento natural que permitiría evaluar la dimensión de la influencia de los peces. Los objetivos de este trabajo son conocer parámetros físico-químicos, la composición taxonómica y la densidad del zooplancton y sus variaciones en las dos lagunas y determinar los efectos de la presencia del pejerrey sobre los parámetros limnológicos y biológicos de una de ellas

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

Las lagunas se ubican en la estancia Santa Isabel, separadas por aproximadamente 1 km de distancia. Debido a que no tienen denominación, en este trabajo se las menciona como Santa Isabel I (SI I) (37° 04' 57" S; 65° 41' 25" O) y Santa Isabel II (SI II) (37° 04' 01" S; 65° 41' 08" O) (Figura 1). La primera, situada al sur, tiene fauna íctica dominada por *O. bonariensis* (situación comprobada porque el personal a cargo del establecimiento rural los pesca regularmente) y la segunda carece de peces.

Están en la ecorregión Espinal, incluidas en los Complejos Ecosistémicos de las Pampas Arenosas con Pastizal Psamófilo (Morello et al., 2012), caracterizada por un paisaje medanoso,

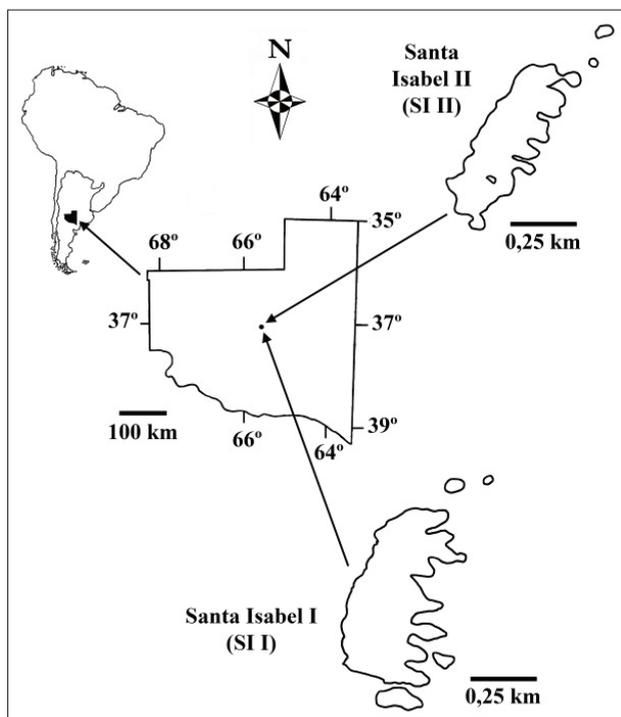


Figura 1: Ubicación geográfica de las dos lagunas estudiadas en la provincia de La Pampa. La distancia entre ellas en la figura guarda proporción.

Figure 1: Geographical location of the two shallow lakes studied in La Pampa province. The distance between them in the figure is proportionate.

rodeadas por vegetación natural constituida por pastizales con olivillo (*Hyalis argentea*). Si bien no son demasiado extensas, ya que SI I tiene una superficie aproximada de 18 ha y SI II de 13 ha (Figura 1), su profundidad puede alcanzar 4 m.

#### Trabajo de campo y laboratorio

Se tomaron muestras estacionales durante 2018 (abril, septiembre y diciembre) y 2019 (marzo) en dos sitios (dos muestras por laguna en cada ocasión) ubicados a lo largo del eje principal de cada laguna. In situ se determinaron la temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto (oxímetro Lutron OD 5510) a 0,5 m de profundidad y la transparencia del agua (disco de Secchi) y se colectaron muestras de agua para determinaciones químicas y de la biomasa fitoplanctónica (expresada como concentración de clorofila-a). En cada sitio se

tomaron una muestra cualitativa de zooplancton por arrastres verticales y horizontales de una red de 40  $\mu\text{m}$  de malla y dos muestras cuantitativas de 20 L, representativas del perfil vertical de la laguna, que se filtraron a través de la misma red. Las muestras fueron anestesiadas con  $\text{CO}_2$  y posteriormente fijadas con formaldehído al 4%.

La salinidad y composición iónica mayoritaria del agua se determinaron mediante rutinas estandarizadas (APHA, 1992) en laboratorios comerciales de Santa Rosa, ESAGRO (muestras de abril) y La Pampa Agrícola (septiembre, diciembre y marzo).

La concentración de clorofila-a se estimó por filtrado a través de filtros de fibra de vidrio Microclar FFG047WPH de 47 mm de diámetro, extracción con acetona acuosa y determinación mediante espectrofotometría con un espectrofotómetro Metrolab 1700 (Arar, 1997).

Los conteos de micro y macrozooplancton se hicieron en cámaras de Sedgewick-Rafter y Bogorov, bajo microscopio convencional y estereoscópico respectivamente y la densidad se expresó en individuos por litro ( $\text{ind.L}^{-1}$ ).

#### Análisis de datos

Para la caracterización de las lagunas se utilizó el sistema de clasificación de aguas epicontinentales en base a la salinidad propuesto por Hammer (1986).

Para analizar las relaciones entre los diferentes factores ambientales y variables biológicas, dada la falta de normalidad de los datos, se calcularon coeficientes de correlación no paramétricos de Spearman (rs) y se realizaron análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis (H) (Sokal & Rohlf, 1995; Zar, 1996). Se usó el programa estadístico Past (Hammer et al., 2001).

## RESULTADOS

En la composición iónica del agua de ambas lagunas predominó el bicarbonato entre los aniones pero, entre los cationes, el calcio predominó en SI I y el sodio en SI II (Tabla 1). Durante el periodo de muestreo no se detectaron variaciones de importancia del nivel y superficie de las lagunas.

La temperatura del agua no difirió entre las lagunas y osciló entre una mínima de 12,7°C (invierno, SI II) y una máxima de 31,5°C (primavera, SI II).

Tabla 1: Composición química del agua (concentraciones medias en mg/L y desvíos estándar) de las dos lagunas.

Table 1: Water chemical composition (mean concentrations in mg/L and standard deviations) of the two shallow lakes.

	SI I	SI II
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	9,00 ± 18,00	102,35 ± 157,39
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	428,60 ± 26,65	551,9 ± 97,78
Alcalinidad total	423,38 ± 23,31	636,88 ± 105,97
Dureza total	206,45 ± 26,95	254,93 ± 18,25
Cl <sup>-</sup>	26,45 ± 4,80	57,25 ± 43,94
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	5,65 ± 3,99	4,33 ± 2,08
Ca <sup>2+</sup>	62,38 ± 30,15	84,5 ± 40,10
Mg <sup>2+</sup>	33,28 ± 10,25	39,06 ± 2,23
K <sup>+</sup>	17,10 ± 4,20	43,29 ± 25,83
Na <sup>+</sup>	45,13 ± 24,48	97,08 ± 54,83
F <sup>-</sup>	1,46 ± 0,24	2,53 ± 0,42

Tabla 2: Valores medios y desvíos estándar de los principales parámetros limnológicos de las dos lagunas.

Table 2: Mean values and standard deviations of the main limnological parameters of the shallow lakes.

	SI I	SI II
Temperatura del agua (°C)	21,25 ± 6,99	21,75 ± 7,72
Salinidad (g.L <sup>-1</sup> )	0,59 ± 0,06	0,93 ± 0,12
Conductividad (mS.cm <sup>-1</sup> )	0,88 ± 0,04	1,31 ± 0,18
pH	8,84 ± 0,28	8,96 ± 0,25
Concentración oxígeno (mg.L <sup>-1</sup> )	8,90 ± 0,71	8,90 ± 0,57
Transparencia (m)	0,44 ± 0,05	0,47 ± 0,21
Concent. clorofila-a (mg.m <sup>-3</sup> )	11,63 ± 6,89	9,32 ± 9,23

Ambas lagunas son subsalinas, pero su salinidad fue diferente ( $H= 5,39$ ;  $p < 0,05$ ), debido a que fue ligeramente superior en SI II (Tabla 2). No se encontró un patrón de variación estacional, ya que en SI I la menor salinidad (0,50 g.L<sup>-1</sup>) se registró en otoño y en SI II (0,82 g.L<sup>-1</sup>) en primavera. Las mayores salinidades en SI I se registraron en invierno y primavera (0,64 g.L<sup>-1</sup>) mientras que en SI II se encontraron en verano (1,1 g.L<sup>-1</sup>) (Tabla 2). El pH del agua no difirió entre lagunas y varió de forma similar en ambas, con mínimos en invierno (SI I: 8,59; SI II: 8,79) y máximos en verano (SI I: 9,15; SI II: 9,25). Las concentraciones de oxígeno disuelto fueron relativamente elevadas, cercanas a 9 mg.L<sup>-1</sup> y no difirieron (Tabla 2). La profundidad de lectura del disco de Secchi no difirió y rondó 0,45 m. Sin embargo, su comportamiento fue distinto, ya que en SI I fue más estable, ligeramente mayor en otoño y verano, mientras que en SI II fue máxima en otoño y descendió a lo largo del estudio.

Las concentraciones de clorofila-a fitoplanctónica no difirieron y también mostraron comportamientos estacionales diferentes. En SI I descendió desde 18 mg.m<sup>-3</sup>, registrado en otoño hasta un mínimo en verano. En SI II la concentración mínima se registró en primavera y alcanzó un máximo cercano a 23 mg.m<sup>-3</sup> en verano. No se encontró correlación entre la transparencia de agua y las concentraciones de clorofila-a de ambas lagunas.

En el zooplancton se registró una riqueza total de 7 cladóceros, 4 copépodos y 20 rotíferos. La cantidad de taxa de cladóceros y de copépodos fue relativamente similar en ambas lagunas, sin embargo, la riqueza de rotíferos fue mucho más elevada en SI I (Tabla 3).

La riqueza total fue más variable en SI I, donde fluctuó entre 9 y 17 taxa (primavera y verano respectivamente), mientras que en SI II varió entre 12 y

Tabla 3: Taxa registrados en las dos lagunas estudiadas y su densidad media (expresada en ind.L<sup>-1</sup>) y desvío estándar.

Table 3: Taxa registered in the two shallow lakes studied and their mean density (expressed in ind.L<sup>-1</sup>) and standard deviation.

	SI I	SI II
<b>Cladóceros</b>		
<i>Alona</i> sp.	2,15 ± 4,3	16,88 ± 28,82
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)	1,25 ± 2,5	10,00 ± 15,11
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müller, 1776)	0,98 ± 1,95	0,31 ± 0,62
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1894	1,68 ± 3,35	113,13 ± 138,18
<i>Macrothrix</i> sp.	0,13 ± 0,25	
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874		11,25 ± 20,87
<i>Simocephalus vetulus</i> (O. F. Müller, 1776)		3,75 ± 7,5
<b>Riqueza cladóceros</b>	5	6
<b>Copépodos</b>		
<i>Notodiaptomus incompositus</i> (Brian, 1925)	15,35 ± 18,48	43,75 ± 45,67
<i>Boeckella gracilis</i> (Daday, 1902)		93,13 ± 125,67
<i>Microcyclops anceps</i> (Richard, 1897)	48,24 ± 58,44	103,75 ± 183,06
<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski, 1892)	0,36 ± 0,72	16,25 ± 29,26
Nauplios	192,63 ± 185,86	314,71 ± 235,06
<b>Riqueza copépodos</b>	3	4
<b>Rotíferos</b>		
<i>Brachionus caudatus caudatus</i> Barrois & Daday, 1894	172,88 ± 341,42	59,08 ± 70,96
<i>Brachionus caudatus austrogenicus</i> Barrois & Daday, 1894	86,25 ± 172,51	8,13 ± 16,25
<i>Brachionus havanaensis</i> Rousselet, 1913	69,43 ± 74,73	9,38 ± 11,25
<i>Brachionus calicyflorus</i> Pallas, 1766	14,38 ± 18,07	33,75 ± 57,38
<i>Brachionus urceolaris</i> Müller, 1773	3,75 ± 7,50	18,75 ± 37,50
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	1,88 ± 3,75	
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	177,25 ± 219,72	102,92 ± 126,81
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	4,58 ± 6,28	
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	19,92 ± 30,64	12,50 ± 8,89
<i>Cephalodella</i> sp.	8,10 ± 8,33	2,08 ± 0,72
<i>Lepadella ovalis</i> (O. F. Müller, 1896)	2,56 ± 3,48	3,75 ± 5,95
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	1,28 ± 1,07	5,43 ± 8,31
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1832)	4,38 ± 8,75	0,63 ± 1,18
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	1,25 ± 2,5	0,63 ± 1,25
<i>Lecane furcata</i> (Murray, 1913)	0,63 ± 1,25	0,63 ± 1,23
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	1,87 ± 3,75	
<i>Polyarthra</i> sp.	3,33 ± 6,65	
<i>Asplanchna</i> sp.	1,25 ± 2,51	
<i>Mityllina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	6,00 ± 12,10	
<i>Lophocaris</i> sp.	0,65 ± 1,25	
<b>Riqueza rotíferos</b>	20	13

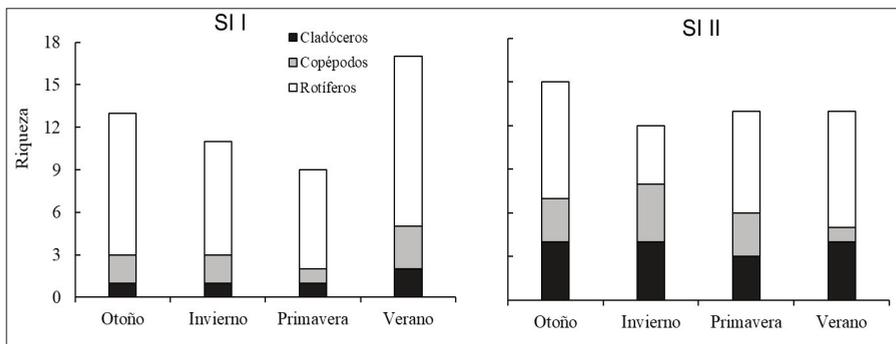


Figura 2: Riqueza específica por grupo taxonómico de las dos lagunas estudiadas en la Formación Meauro.

Figure 2: Specific richness by taxonomic group of the two shallow lakes studied in the Meauro Formation.

15 taxa (invierno y otoño respectivamente). En las ocasiones en que se registró la máxima riqueza, en ambas lagunas dominaron los rotíferos (12 y 8 taxa en SI I y SI II respectivamente), seguidos por los copépodos (3 especies) en SI I y por cladóceros (4 especies) en SI II (Figura 2).

La densidad total de la comunidad no difirió entre ambas lagunas. En SI I el pico de densidad máxima (1977 ind.L<sup>-1</sup>) se registró en otoño, cuando los rotíferos representaron el 79% de la densidad total. En SI II, la densidad máxima (1293 ind.L<sup>-1</sup>) se registró durante el verano pero fue dominada por los copépodos, que representaron el 80% de la densidad de la comunidad zooplanctónica. Por otro lado, en ambas lagunas la densidad mínima se registró en primavera. En SI I fue muy reducida dado que apenas alcanzó 35 ind.L<sup>-1</sup>, mientras que en SI II fue de 561 ind.L<sup>-1</sup> (Figura 3).

Al considerar los grupos taxonómicos por separado, la densidad media de los cladóceros fue diferente ( $H = 5,33; p < 0,05$ ), ya que en SI I fue 6,18 ind.L<sup>-1</sup> mientras que en SI II alcanzó 155,31 ind.L<sup>-1</sup> (Tabla 3). Además, mientras que en SI I la densidad del grupo fue relativamente estable, con un máximo de 13 ind.L<sup>-1</sup> en verano, en SI II tuvieron un pico en otoño que superó 360 ind.L<sup>-1</sup> (Figura 3).

La densidad media de los copépodos no difirió y su comportamiento también fue distinto. En SI I tuvieron un máximo de 536 ind.L<sup>-1</sup> en invierno, en SI II alcanzaron 1022 ind.L<sup>-1</sup> en verano (Figura 3).

En el caso de los rotíferos, a pesar de que SI I tuvo mayor densidad en todas las ocasiones, que alcanzó una media de 581 ind.L<sup>-1</sup>, mientras que en SI II fue de 281 ind.L<sup>-1</sup>, la diferencia no resultó significativa. En ambas lagunas, la densidad máxima del grupo (1565 y 315 en SI I y SI II respectivamente) se registró durante otoño (Figura 3).

Entre los cladóceros, *Ceriodaphnia dubia*, presente en ambas lagunas, mostró un comportamiento muy diferente. Mientras en SI I solo se registró en baja densidad en invierno, en SI II estuvo presente en todas las ocasiones y alcanzó una densidad máxima de 317 ind.L<sup>-1</sup> en otoño. Algo similar ocurrió con *Alona sp.*, ya que en SI I solo se registró en verano, en SI II estuvo presente en otoño, invierno y verano. El otro cladóceros que alcanzó una densidad elevada fue *Moina micrura*, solo presente en otoño e invierno en SI II (Tabla 3).

En el caso de los copépodos, en ambas lagunas dominó *Microcyclops anceps*, aunque su densidad media fue más del doble en SI II (Tabla 3). Esta especie alcanzó su densidad máxima en invierno en SI I (125 ind.L<sup>-1</sup>) pero en verano en SI II (377 ind.L<sup>-1</sup>). En SI I fue seguida por *Notodiaptomus incompositus* y en SI II por *Boeckella gracilis*, más abundantes en invierno cuando alcanzaron 42 y 273 ind.L<sup>-1</sup> respectivamente.

Al considerar a los rotíferos, la especie más abundante fue *Keratella tropica* (Tabla 3). En ambas lagunas tuvo su pico de densidad en invierno cuando alcanzó 453 y 245 ind.L<sup>-1</sup> en SI

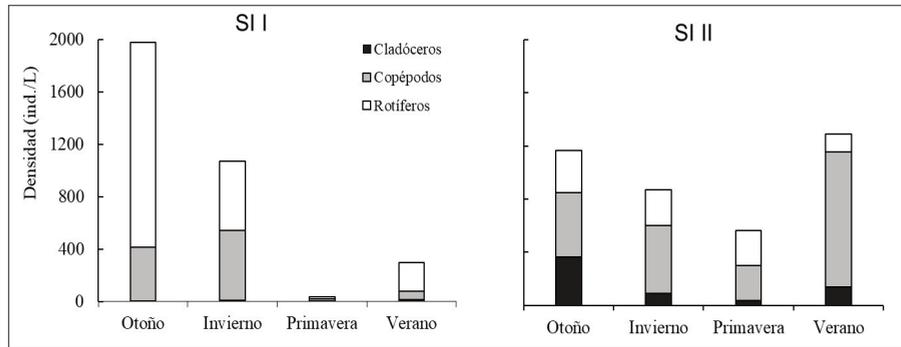


Figura 3: Densidad por grupo taxonómico de las dos lagunas estudiadas en la Formación Meauro.

Figure 3: Density by taxonomic group of the two shallow lakes studied in the Meauro Formation.

I y SI II respectivamente. Fue seguida por *Brachionus caudatus caudatus*, especie que en SI I tuvo un máximo de 685 en otoño mientras que en SI II alcanzó 147 ind.L<sup>-1</sup> en primavera. Si bien hubo otras especies que alcanzaron densidades considerables, tal el caso de *B. caudatus austrogenicus* o *B. havanaensis* (Tabla 3), el resto de los rotíferos se encontraron esporádicamente en bajas densidades.

## DISCUSIÓN

Las dos lagunas estudiadas son muy similares en sus características físicas y químicas, lo que está relacionado con su cercanía y por compartir el origen de su cubeta, su ingreso de agua y el paisaje circundante. También son muy similares a la laguna La Chacra, otro cuerpo de agua de la Formación Meauro, ubicado a unos 20 km de las lagunas Santa Isabel, dado que tienen parecidas salinidades, transparencias, pH y biomasa fitoplanctónica (Del Ponti et al., 2019).

Las escasas diferencias entre las lagunas incluidas en este estudio radican en la composición catiónica, dada por el predominio de calcio en SI I y el sodio en SI II y la salinidad, ligeramente mayor en SI II. Sin embargo, no alcanzan para explicar las diferencias encontradas en la riqueza o densidad del zooplancton, dado que la totalidad de las especies se encuentran dentro de su rango de tolerancia (Echaniz & Vignatti, 2017).

La riqueza zooplanctónica fue elevada respecto a la mayoría de los lagos someros de la provincia de La Pampa (Echaniz & Vignatti,

2017), ya que la baja salinidad hace que el estrés osmótico sea reducido y las lagunas puedan ser colonizadas por mayor cantidad de especies (Herbst, 2001). La riqueza encontrada en las lagunas del Meauro es similar a la hallada en lagos subsalinos ubicados entre los médanos en la zona de Padre Buodo o en los lagos urbanos Don Tomás o La Arocena, en las ciudades de Santa Rosa y General Pico respectivamente, también muestreadas estacionalmente (Echaniz & Vignatti, 2017), con las que, además de la salinidad baja, comparten la composición iónica del agua, con predominio de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Echaniz & Vignatti, 2019).

La riqueza encontrada en este estudio es mayor que la registrada previamente en lagunas de la Formación Meauro, lo que puede deberse a que las lagunas Santa Isabel fueron muestreadas en cuatro ocasiones, representativas de las diferentes estaciones del año, mientras que en los estudios anteriores los cuerpos de agua del Meauro fueron muestreados en una sola ocasión (Echaniz & Vignatti, 1996; Pilati, 1997; 1999; Del Ponti et al., 2019). La variación de la riqueza no mostró un patrón estacional homogéneo, ya que en SI I la mayor cantidad de especies se registró en verano mientras que en SI II la riqueza fue más estable y la máxima se encontró en otoño.

La asociación zooplanctónica encontrada es la típica de lagunas de baja salinidad de la provincia de La Pampa, en la que se destacan los cladóceros *Ceriodaphnia dubia*, *Moina micrura* y *Simocephalus vetulus*, los copépodos

*Notodiptomus incompositus* y *Boeckella gracilis* y rotíferos de los géneros *Brachionus* y *Lecane* (Vignatti et al., 2007; Echaniz & Vignatti, 2017).

En esta ocasión, en las lagunas Santa Isabel I y II se registraron algunos cladóceros que no se habían encontrado en los estudios previos en otras lagunas de la región, tales como *Pleuroxus aduncus* y *Macrothrix* sp., lo que puede deberse a la mayor intensidad de los muestreos más que a una ausencia previa de estas especies. Sin embargo, y contrariamente a lo esperado, no se registraron *Daphnia spinulata* y *Diaphanosoma birgei*, dos cladóceros típicos de ambientes subsalinos que habían sido registradas previamente en algunos cuerpos de agua del Meauro que no tuvieron peces al momento del muestreo (Echaniz & Vignatti, 1996). En el caso de los copépodos, las especies encontradas en las lagunas Santa Isabel ya habían sido registradas en otras lagunas de la Formación Meauro (Pilati, 1997; 1999; Del Ponti et al., 2019).

En este estudio se encontró una elevada diversidad de rotíferos, 13 taxa más que los encontrados en la laguna La Chacra, el único ambiente del Meauro en el que estos animales se habían determinado previamente (Del Ponti et al., 2019). En este caso esto también puede deberse a la frecuencia de los muestreos, ya que en La Chacra sólo se tomó una muestra durante invierno, mientras que en Santa Isabel también se tomaron en otoño, primavera y verano. La temperatura del agua, superior a los 20°C en las tres últimas estaciones, habría favorecido la aparición de mayor riqueza a partir del banco de huevos (Hobæk et al., 2002; Schröder, 2005; Rettig et al., 2006). La mayoría de los rotíferos encontrados son especies de distribución cosmopolita, lo que es una situación común en organismos pequeños (Pejler, 1995; Segers, 2008). Entre éstos, *B. caudatus* y *K. tropica* fueron las especies más abundantes y, dado que su distribución se relaciona con el predominio de  $\text{HCO}_3^-$  en el agua (Fontaneto et al., 2006), son las más frecuentes en otros ambientes subsalinos de la provincia de La Pampa (Echaniz & Vignatti, 2017). Entre los crustáceos, la mayor parte de las especies también tienen

amplia distribución geográfica, en particular *M. mendocinus* y *B. gracilis* (Menu-Marque et al., 2000) y suelen predominar en ecosistemas acuáticos del centro de Argentina (Echaniz & Vignatti, 2017).

La mayor parte de los taxa, sobre todo los crustáceos, fueron compartidos por las dos lagunas, lo que puede deberse a su cercanía y a su parecido físico químico. Sin embargo, las características del zooplancton de ambas fueron relativamente distintas, dado que en Santa Isabel I se registró mayor riqueza de rotíferos, entre los que hubo siete taxa que no se registraron en Santa Isabel II. A esto debe sumarse que, si bien la densidad total de la comunidad no difirió estadísticamente, en Santa Isabel I la abundancia de los rotíferos fue más del doble que la de SI II e, inversamente en SI II la cantidad de crustáceos fue casi tres veces más elevada que la de SI I. La mayor densidad de los rotíferos en SI I y de crustáceos en SI II puede deberse a la depredación por parte de los peces presentes en SI I, una situación que ya se ha registrado en otras lagunas pampeanas que tienen pejerreyes (Echaniz et al., 2012; 2014; Echaniz & Vignatti, 2017). Al tratarse de una especie predominantemente zooplanctívora visual (Quirós et al., 2002), tiende a depredar sobre las especies de mayor tamaño, especialmente cladóceros, favoreciendo el desarrollo de las más pequeñas entre las que se encuentran los rotíferos. La ausencia de pejerreyes también explicaría la densidad mucho más elevada de *C. dubia* y *M. micrura* en SI II, ya que se trata de los cladóceros más grandes de estas lagunas, y por lo tanto, los que pueden ser atrapados con mayor facilidad por los peces. Inversamente, en SI I la depredación de los peces limitaría el desarrollo de los cladóceros, lo que permite el incremento de la riqueza y densidad de los rotíferos.

A pesar de la desigual densidad de los cladóceros, la falta de diferencias en la transparencia del agua y en la concentración de clorofila fitoplanctónica de las dos lagunas muestra una baja influencia del zooplancton sobre estos parámetros (Muylaert et al., 2006; Potthoff et al., 2008). Esto puede deberse a que los cladóceros encontrados no son tan grandes

como las especies pertenecientes al género *Daphnia*, las que se ha comprobado que son las que tienen mayor influencia en la ecología de los lagos someros que carezcan o tengan poca abundancia de peces zooplanctófagos (Scheffer, 1998; Quirós et al., 2002; Echaniz & Vignatti, 2017). Por lo tanto, en función de su tamaño, los cladóceros de las lagunas Santa Isabel tienen baja tasa de alimentación, y por ende, tienen baja capacidad de filtración y aclaramiento del agua; lo que hace que la transparencia de ambas lagunas sea relativamente baja en relación a lagos de similares de La Pampa (Echaniz & Vignatti, 2019) y no difiera por efecto de la presencia de los peces.

La presencia del pejerrey en una de las lagunas estudiadas, incide sobre la comunidad zooplanctónica, favoreciendo una mayor diversidad y densidad de rotíferos en detrimento de los microcrustáceos. Sin embargo, el zooplancton no incide sobre la biomasa fitoplanctónica y, por consiguiente, sobre la transparencia del agua, lo que puede deberse a la ausencia en ambas lagunas, de especies del género *Daphnia*, frecuentes en otras lagunas subsalinas de La Pampa.

### AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Santos Llosa, gerente de la empresa y al Sr. Juan Moreira y su familia, encargado del establecimiento Santa Isabel, por permitir el acceso a las lagunas y por todas sus atenciones durante las campañas de muestreo. A los revisores anónimos que, con su trabajo, mejoraron esta contribución.

### BIBLIOGRAFÍA

APHA. (1992). Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th edition. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington, DC.

Arar, E. J. (1997). In Vitro determination of chlorophylls a, b, c + c and pheopigments in marine and freshwater algae by visible spectrophotometry. Method 446.0. U. S. Environmental Protection Agency.

Boveri, M. A. & Quirós, R. (2007). Cascading trophic effects in pampean shallow lakes: results of a mesocosm experiment using two coexisting fish species with different feeding strategies. *Hydrobiologia*, 584, 215-222.

Chang, K., Nagata, T. & Hanazato, T. (2004). Direct and indirect impacts of predation by fish on the zooplankton community: an experimental analysis using tanks. *Limnology*, 5, 121-124.

Del Ponti, O., Galea, J. M., Echaniz, S. y Vignatti, A. (2019). Caracterización limnológica, del zooplancton y de la población de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) de la laguna La Chacra (La Pampa, Argentina). En A. Cortelezzi, I. Entraigas, F. Grosman y I. Masson (Eds), *Encuentro de saberes para la gestión responsable de ecosistemas acuáticos pampeanos* (pp 59-61). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil.

Echaniz, S. A. & Vignatti, A. M. (1996). Cladóceros limnéticos de la provincia de La Pampa (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*, 9(1), 65-80.

Echaniz, S. A., Vignatti, A. M., Cabrera, G. C. & José de Paggi, S. B. (2012). Zooplankton richness, abundance and biomass of two hypertrophic shallow lakes with different salinity. *Biota Neotropica*, 12(2), 37-44.

Echaniz, S. A., Cabrera, G. C. & Vignatti, A. M. (2014). El zooplancton de tres lagos con influencia urbana de La Pampa (Argentina). Relación con la transparencia del agua. Libro del 4° Congreso Pampeano del Agua (Secretaría de Recursos Hídricos de La Pampa (Eds), (pp. 55-65). ED. Base 1, Santa Rosa, La Pampa.

Echaniz, S. A. & Vignatti, A. M. (2017). The zooplankton of the shallow lakes of the semi-arid region of southern South America. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 53, 345-360.

Echaniz, S. A. & Vignatti, A. M. (2019). Limnology of shallow lakes of the semi-arid Central Pampa of Argentina. *Acta Limnologica Brasiliensis*, 31, e11 (on-line).

Fontaneto, D., De Smet, W. & Ricci, C. (2006). Rotifers in saltwaters, re-evaluation of an inconspicuous taxon. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86, 623-656.

Giai, S. B. & Tullio, J. O. (1998). Características de los principales acuíferos de la provincia de La Pampa. *Revista de la Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, 12, 51-68.

Giai, S. B., Melchor, R. N. y Umazano, A. M. (2008). Evidencias sedimentológicas de cambios climático-ambientales en el cuaternario de la provincia de La Pampa. *Huellas*, 12, 43-55.

Hammer, Ø., Harper, D. & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electrónica*, 4(1), 1-9.

Hammer, U. T. (1986). Saline lake ecosystems of the world. *Monographiae Biologicae* 59. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.

Herbst, D. (2001). Gradients of salinity stress, environmental stability and water chemistry as a

- Echaniz, S., Vignatti, A., Schlegel, J. y Schiel, N.  
 templet for defining habitat types and physiological strategies in inland salt waters. *Hydrobiologia*, 466, 209-219.
- Hobæk, A., Manca, M. & Andersen, T. (2002). Factors influencing species richness in lacustrine zooplankton. *Acta Oecologica*, 23, 155-163.
- Manca, M., Vijverberg, J., Polishchuk, L. & Voronov, D. (2008). *Daphnia* body size and population dynamics under predation by invertebrate and fish predators in Lago Maggiore: an approach based on contribution analysis. *Journal of Limnology*, 67(1), 15-21.
- Menu-Marque, S., Morrone, J & Locascio de Mitrovich, C. (2000). Distributional patterns of the south american species of *Boeckella* (Copepoda: Centropagidae): a track analysis. *Journal of Crustacean Biology*, 20(2), 262-272.
- Morello, J., Matteucci, S., Rodríguez, A. & Silva, M. (2012). Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos, Orientación Gráfica Editores, Buenos Aires.
- Muyllaert, K., Declerck, S., Van Wichelen, J., De Meester, L. & Vyverman, W. (2006). An evaluation of the role of daphnids in controlling phytoplankton biomass in clear water versus turbid shallow lakes. *Limnologia*, 36, 69-78.
- Pejler, B. (1995). Relation to habitat in rotifers. *Hydrobiologia*, 313/314, 267-278.
- Pilati, A. (1997). Copépodos calanoides de la provincia de La Pampa. *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*, 9(2), 57-67.
- Pilati, A. (1999). Copépodos ciclopoideos en la provincia de La Pampa (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*, 10(1), 29-44.
- Potthoff, A., Herwig, B., Hanson, M., Zimmer, K., Butler, M., Reed, J., Parsons, B. & Ward, M. (2008). Cascading food-web effects of piscivore introductions in shallow lakes. *Journal of Applied Ecology*, 45, 1170-1179.
- Quirós, R., Rennella, A., Boveri, M., Rosso, J. J. & Sosnovsky, A. (2002). Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecología Austral*, 12, 175-185.
- Rettig, J., Schuman, L. & McCloskey, J. (2006). Seasonal patterns of abundance: Do zooplankton in small ponds do the same thing every spring–summer?. *Hydrobiologia*, 556, 193-207.
- Scheffer, M. (1998). Ecology of shallow lakes. London: Chapman & Hall.
- Schröder, T. (2005). Diapuse in monogonont rotifers. *Hydrobiologia*, 546, 291-306.
- Segers, H. (2008). Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 49-59.
- Sokal, R. & Rohlf, F. (1995). Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Barcelona, España: Ed. Blume.
- Vignatti, A., Echaniz, S. y Martín, M. (2007). El zooplancton de lagos someros de diferente salinidad y estado trófico en la región semiárida pampeana (La Pampa, Argentina). *Gayana*, 71(1), 38-48.
- Zar, J. H. (1996). *Biostatistical analysis*. 3º Ed. New Jersey: Prentice Hall.