



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE
INGENIERA EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

“CAMBIOS EN LA DENSIDAD, BIOMASA Y DIVERSIDAD DEL ZOOPLANCTON DE
UN LAGO SOMERO TEMPORARIO DE LA RESERVA PROVINCIAL PARQUE LURO
(LAGUNA OESTE) RELACIONADOS CON LA SALINIDAD”

Florencia Lorena TORRES

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2017

Prefacio

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica.

Se llevó a cabo en el Departamento de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam, durante el período comprendido entre diciembre de 2014 y septiembre de 2017 bajo la dirección de la Dra. Alicia María Vignatti y la codirección de la Dra. Gabriela Cecilia Cabrera.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Alicia María Vignatti, a la Dra. Gabriela Cecilia Cabrera y al Dr. Santiago Andrés Echaniz.

A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por el aporte de sus equipos, instalaciones y fondos necesarios para la realización de este trabajo.

A mis amigos por el apoyo y la ayuda, a mi familia, a mi hija por su paciencia, comprensión y compañía.

A mis queridos viejos, en especial a mi mamá que me apoyo incondicionalmente, y me hubiera gustado tenerla presente, se lo dedico en su memoria.

A todos ¡¡muchas gracias!!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Prefacio.....	2
Agradecimientos.....	3
Índice de contenidos.....	4
Índice de figuras.....	5
Índice de tablas.....	6
Resumen.....	7
<i>Abstract</i>	8
Introducción.....	9
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos	12
Hipótesis.....	13
Materiales y métodos.....	13
Área de estudio.....	13
Trabajo de campo.....	14
Análisis de datos.....	16
Resultados.....	16
Parámetros ambientales.....	16
Riqueza zooplanctónica.....	19
Densidad y biomasa de microcrustáceos.....	20
Densidad y biomasa de rotíferos.....	23
Discusión.....	24
Conclusiones.....	28
Bibliografía.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la laguna Parque Luro Oeste (sector dentro de la reserva provincial). A y B sitios de muestreo.	14
Figura 2. Fotografía de la laguna Parque Luro Oeste obtenida el 26 de noviembre de 2014 desde la costa norte que permite apreciar la espesa cobertura de la macrófita <i>Ruppia cirrhosa</i>	14
Figura 3. Cámara de recuento de Bogorov y submuestreador de Russell.....	15
Figura 4. Composición iónica del agua de la laguna Oeste de la Reserva provincial Parque Luro.	16
Figura 5. Variación mensual de la profundidad de la laguna y la salinidad.	17
Figura 6. Variación mensual de la temperatura del agua y de la concentración de oxígeno disuelto.....	17
Figura 7. Variación mensual de la transparencia del agua y de la concentración de clorofila- <i>a</i> fitoplanctónica.	18
Figura 8. Variación mensual de sólidos suspendidos orgánicos e inorgánicos.....	19
Figura 9. Variación mensual de la densidad y de la biomasa de microcrustáceos de la laguna Parque Luro Oeste.....	21
Figura 10. A) Variación porcentual de la densidad de microcrustáceos por grupo taxonómico. B) Variación porcentual de la biomasa de microcrustáceos por grupo taxonómico.	21
Figura 11. A) Variación mensual de la densidad de microcrustáceos por taxa. B) Variación mensual de la biomasa de microcrustáceos por taxa.	22
Figura 12. A) Variación mensual de la densidad total de microcrustáceos (excepto nauplios), de <i>Boeckella poopuensis</i> y <i>Cletocamptus deitersi</i> . B) Variación mensual de la biomasa total de microcrustáceos (excepto nauplios), de <i>Boeckella poopuensis</i> y <i>Cletocamptus deitersi</i>	23
Figura 13. Variación mensual de la densidad de rotíferos (se muestran sólo las especies más relevantes).....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Riqueza de microcrustáceos y rotíferos de la laguna Parque Luro oeste y frecuencia relativa (porcentaje de aparición de los <i>taxa</i> en las muestras)	20
Tabla 2. Comparación de parámetros físicos, químicos y biológicos (promedios \pm desvío estándar) de lagos mesosalinos estudiados en la provincia de La Pampa.....	27

RESUMEN

En la provincia de La Pampa los lagos someros son numerosos. Generalmente se encuentran en cuencas arreicas, son alimentados por precipitaciones y aportes freáticos, lo que les da un carácter temporario fuertemente influido por ciclos climáticos. La mayor parte de los lagos pampeanos hipo-mesosalinos (salinidad entre 3 y 50 g.L⁻¹) estudiados se encuentran en cuencas con alta influencia antrópica, dada por actividades agropecuarias. La existencia de un lago mesosalino en la Reserva Provincial Parque Luro ofrece la oportunidad de estudiar un ecosistema que actualmente sufre un impacto relativamente reducido. El objetivo de esta tesina fue analizar y establecer relaciones entre los principales parámetros físico-químicos y del zooplancton en un ambiente somero, temporario y salino de bajo impacto antrópico: la laguna Oeste y comparar sus características con las de otros ambientes similares de la provincia. Se analizaron muestras mensuales de agua y zooplancton obtenidas entre octubre de 2014 y septiembre de 2015. La profundidad media fue 0,66 m y la salinidad alcanzó un máximo de 44,2 g.L⁻¹. La transparencia fue total, favoreciendo el crecimiento de la macrófita *Ruppia cirrhosa*. La diversidad del zooplancton fue reducida y se caracterizó por la presencia de crustáceos halófilos autóctonos como *D. menucoensis* y *B. poopoensis*. Sin embargo, a diferencia de otros lagos pampeanos, la densidad de todos los crustáceos fue baja, entre 20 y 100 veces menor, probablemente debido a la presencia de la macrófita, lo que constituye un rasgo que distingue a esta laguna de otros lagos salinos de La Pampa.

ABSTRACT

In La Pampa province, shallow lakes are abundant. Generally they are in arheic basins, they are fed by rainfall and groundwater, which gives them a temporary character, strongly influenced by climatic cycles. Most of the hypo-mesosaline (salinity between 3 and 50 g.L⁻¹) studied pampean lakes are in basins with high anthropogenic influence, given by agricultural activities. The existence of a mesosaline lake in the Parque Luro Provincial Reserve offers the opportunity to study an ecosystem that currently suffers a relatively small impact. The aim of this thesis was to analyze and establish relationships between the main physico-chemical parameters and zooplankton in a shallow, temporary and saline environment with low anthropic impact: the West Lake of Parque Luro Provincial Reserve and compare its characteristics with those of other similar environments of the province. Monthly water and zooplankton samples taken between October 2014 and September 2015 were analyzed. The mean depth was 0.66 m and the salinity reached a maximum of 44.2 g.L⁻¹. The transparency of the water was total, favoring the growth of the macrophyte *Ruppia cirrhosa*. The zooplankton diversity was reduced and was characterized by the presence of native halophilic crustaceans such as *D. menucoensis* and *B. poopensis*. However, unlike other pampean lakes, the density of all crustaceans was very low, between 20 and 100 times smaller, probably due to the presence of the macrophyte, which is a characteristic that distinguishes the West Lake of Parque Luro de other saline lakes of La Pampa.

INTRODUCCIÓN

Los lagos someros, temporarios y salinos

En la Provincia de La Pampa existe un elevado número de lagos, la gran mayoría de los cuales se caracterizan por ser someros, temporarios y además, gran parte son salinos ya que tienen concentraciones de sólidos disueltos totales superiores a 3 g.L^{-1} (Hammer, 1986).

Los lagos someros (vulgarmente llamados “lagunas”) son cuerpos de agua con profundidades menores a 3 metros (Scheffer, 1998; Quirós *et al.*, 2002). Estos lagos, más frecuentes en paisajes de llanura, suelen tener elevadas concentraciones de nutrientes (fósforo y nitrógeno), lo que conduce a que sean ambientes eutróficos o hipetróficos (Scheffer, 1998; Echaniz & Vignatti 2013; Echaniz *et al.*, 2010a). Su escasa profundidad lleva a que no tengan estratificación térmica y que sean polimícticos (Scheffer, 1998; Quirós *et al.*, 2002). Además, favorece la remoción del agua por efecto del viento lo que cobra un rol importante en la resuspensión de sedimentos del fondo (Markensten & Pierson, 2003; Borell Lövestedt & Bengtsson, 2008) y en el proceso de eutrofización interna, que rediseñe nutrientes que estaban almacenados en los sedimentos (Smolders *et al.*, 2006).

En la actualidad el marco teórico propuesto para el estudio de los lagos someros es el “modelo de estados alternativos” que, aplicando el concepto de cascada trófica, propone un estado “turbio” para aquellos lagos donde la presencia de peces zooplanctívoros hace que el zooplancton esté dominado por organismos de pequeña talla que, en consecuencia, tienen reducida capacidad de filtración de agua. Su bajo pastoreo hace que el fitoplancton desarrolle elevadas biomasas que reducen considerablemente la transparencia del agua, en ocasiones a unos pocos centímetros (Quirós *et al.*, 2002; Echaniz *et al.*, 2008 y 2009). Inversamente, el modelo propone un estado “claro” para los lagos donde la ausencia de peces depredadores permite el desarrollo de zooplancton de tamaño grande, con elevada eficiencia de filtración debido a su alta tasa de pastoreo sobre el fitoplancton, lo que reduce la biomasa fitoplanctónica y por lo tanto, incrementa la transparencia del agua (Scheffer *et al.*, 1993; Scheffer, 1998; Scheffer & Jeppesen, 2007; Jeppesen *et al.*, 2007; Echaniz *et al.*, 2010 a).

Por otro lado, se considera lagos temporarios a aquellos que pueden permanecer secos durante períodos variables, desde pocos meses hasta varios años, con hidroperíodos (lapsos en los que se registra agua en la cubeta) que también pueden tener

duración variable (Schwartz & Jenkins, 2000). Pueden tener un tamaño muy reducido, desde unos pocos metros cuadrados hasta cientos de hectáreas (Williams, 1987; Schwartz & Jenkins, 2000) y los organismos que los habitan durante las fases húmedas están adaptados para atravesar las fases secas mediante mecanismos que implican estados durmientes o en diapausa (Schwartz & Jenkins, 2000; Bruno *et al.* 2001; Bayly, 2001; Wallace *et al.*, 2005.) como la depositación de huevos de resistencia (Fryer, 1996; Su & Mulla, 2002; Mura & Brecciaroli, 2003; Alekseev & Ravera, 2004; Mura, 2004; Schröder, 2005) o el enterramiento de individuos en los sedimentos (Hairston & Bohonak, 1998; Santer & Hansen, 2006). Es frecuente que, debido a la pérdida de agua por evaporación o abruptos ingresos por precipitaciones, los lagos someros temporarios de regiones semiáridas sufran pronunciados cambios en el nivel del agua durante sus hidroperíodos, lo que conduce a fluctuaciones de la salinidad. Estas variaciones influyen sobre los organismos que, en el caso del zooplancton, conducen a cambios en la riqueza específica y densidad de las poblaciones, llegando inclusive a producirse el reemplazo del ensamble de especies (Hammer, 1986; Greenwald & Hurlbert, 1993; Williams, 1998; Herbst, 2001; Hall & Burns, 2003; Derry *et al.*, 2003; Ivanova & Kazantseva, 2006).

La Reserva Provincial Parque Luro (La Pampa, Argentina) y sus ambientes acuáticos

La Reserva Provincial Parque Luro fue creada por el gobierno de la provincia de La Pampa en 1967 para preservar un amplio sector de bosque nativo de caldén (*Prosopis caldenia* Burkart), en base a la adquisición de una propiedad dedicada a la cría y caza de ciervos y jabalíes y a la explotación agropecuaria. El predio perteneció a la familia Luro hasta 1939 y a la familia Maura hasta su compra por parte de la provincia en 1964.

Tiene una superficie de 7600 hectáreas y es surcada de este a oeste por un extenso valle en el que se destaca la presencia de dos grandes lagos, uno muy próximo al límite oeste de la reserva y el otro cerca del límite este. Muestreos puntuales realizados en estos lagos mostraron que responden a las características descriptas previamente, esto es, son someros, temporarios y salinos, aunque difieren ya que el ubicado en el límite oeste es hipo-mesosalino (Hammer, 1986) y el cercano al límite este es hipersalino (Hammer, 1986). En ambos casos, tanto su temporalidad como su elevada salinidad han impedido el desarrollo de fauna íctica.

Varios aspectos de la ecología de la Reserva, sobre todo referidos a su flora y fauna terrestre, han sido estudiados y mucha de la información obtenida ha sido aplicada en su manejo. Sin embargo, no ha ocurrido lo mismo con los ecosistemas acuáticos, sobre los cuales la información es escasa y fragmentaria y referida especialmente a su hidrología. Así, los datos sobre aspectos biológicos y ecológicos son muy escasos.

Al presente, en La Pampa se han estudiado aspectos de la dinámica de los lagos someros, temporarios y salinos, durante períodos que variaron entre seis meses y dos años; se han comparado las condiciones físico químicas y biológicas registradas en períodos diferentes (generalmente a lo largo de distintos ciclos anuales) (Echaniz & Vignatti, 2011 y 2013; Echaniz *et al.*, 2006, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013a y b; Vignatti *et al.*, 2007 y 2012 a y b). Por otro lado, se han realizado algunos estudios que implican muestreos de zooplancton y del agua durante las fases de llenado o secado de ambientes temporarios, tanto subsalinos (Echaniz & Vignatti, 2010) como salinos (Vignatti *et al.*, 2012 a y c), pero, por un lado, la información sobre aspectos ecológicos tales como los reemplazos de especies debidos al estrés ambiental aún es escasa, y por otro lado, la mayoría de los ambientes estudiados están sometidos a fuerte presión antrópica por estar situados en campos dedicados a la explotación agropecuaria o por estar en cercanías de ciudades, de las que reciben descargas pluviales y/o cloacales (Echaniz & Vignatti, 2011; Echaniz *et al.*, 2006, 2012, 2013 a, 2013 b; Vignatti *et al.*, 2007, 2012 a; b; c).

De esta forma, la existencia de lagos someros salinos en un área protegida, donde el impacto antrópico actual es relativamente bajo, los convierte en ambientes adecuados para llevar a cabo estudios ecológicos a largo plazo, para obtener datos que permitan, por un lado, hacer comparaciones con lagos someros salinos más impactados y evaluar la magnitud de la influencia humana y por otro lado, que sirva como información de base para los organismos gubernamentales encargados de la gestión de la reserva.

Al presente sólo fue estudiada la laguna hipersalina situada en el límite Este de la reserva y se comprobó que durante el periodo muestreado su profundidad fue reducida, la transparencia del agua fue alta debido a que tuvo bajas concentraciones de clorofila *a* fitoplanctónica y la presencia casi excluyente en su zooplancton del crustáceo anostraco *Artemia persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968, cuyas densidad y

biomasa superaron ampliamente los valores registrados en otros lagos similares de La Pampa (Capecce, 2016).

Sin embargo, no ha ocurrido lo mismo con la laguna hiposalina situada en el límite Oeste de la reserva, aunque los análisis preliminares permitieron observar elevada transparencia del agua, una importante cobertura del lecho por vegetación arraigada dominada por *Ruppia cirrosa* (Petagna Grande) y la asociación zooplanctónica característica de lagos mesosalinos (Hammer, 1986), con el predominio de los microcrustáceos *Daphnia menucoensis* Paggi, 1996 y *Boeckella poopoensis* Marsh, 1906. La dinámica ecológica de este ecosistema acuático reviste un interés especial, ya que en años anteriores a este estudio, llegó a secarse completamente, luego de alcanzar una elevada salinidad (mayor a 70 g.L^{-1}) y presentar en su zooplancton organismos característicos de ambientes hipersalinos tales como *A. persimilis* (Vignatti, datos no publ.).

OBJETIVO GENERAL

Analizar y establecer relaciones entre los principales parámetros físico-químicos y del zooplancton en un ambiente somero, temporario y salino de bajo impacto antrópico de La Pampa: la laguna Oeste de la Reserva Provincial Parque Luro, y comparar sus características con las de otros ambientes similares de la provincia, con diferente grado de influencia antrópica.

Objetivos específicos

- Caracterizar la composición iónica del agua.
- Estudiar las variaciones mensuales de la profundidad, la salinidad, el pH, la temperatura y la transparencia del agua, las concentraciones de clorofila-*a*, y de sólidos suspendidos tanto orgánicos como inorgánicos.
- Determinar la riqueza, densidad (ind.L^{-1}) y biomasa zooplanctónica ($\mu\text{g.L}^{-1}$) y sus variaciones mensuales, totales, por grupo taxonómico y de las principales especies.
- Establecer relaciones entre la riqueza, la densidad y la biomasa zooplanctónica con los diferentes parámetros ambientales determinados.

- Comparar los parámetros mencionados con los determinados en ambientes pampeanos de características similares, pero con diferentes grados de influencia antrópica.

HIPÓTESIS

El estado actual de la laguna Parque Luro Oeste, representa una valiosa oportunidad para analizar el zooplancton durante un ciclo de crecimiento y en un rango de salinidad hipo-mesosalino, por ello se propuso testear las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1.- La riqueza, densidad y biomasa del zooplancton de la laguna Parque Luro Oeste son similares a las de otros ambientes salinos, temporarios y sin fauna íctica de la provincia de La Pampa.

Hipótesis 2.- El aumento de la salinidad producido por evaporación, aumenta el estrés ambiental por lo que la densidad y la biomasa zooplanctónica disminuyen durante el estudio.

Hipótesis 3.- El estrés ambiental producido por el aumento de la salinidad lleva al reemplazo de especies dentro del ensamble zooplanctónico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La laguna Oeste de Parque Luro (Fig. 1 y Fig. 2) se encuentra ubicada a la vera de la Ruta Nacional N° 35; (30 km al sur de la ciudad de Santa Rosa), dentro de la Reserva Provincial del mismo nombre. Está ubicada en una depresión de uno de los valles transversales de la provincia, formado por procesos hídricos y acción eólica (Cano 1980). Está en el distrito del Caldenal, de la región del Espinal (Cabrera, 1994), en un paisaje en el que predomina la vegetación original; el bosque de caldén (*Prosopis caldenia* Burkart). Esta laguna, como la mayoría de las ubicadas en los valles transversales, está incluida en una cuenca arreica, es somera, temporaria y está alimentada principalmente por lluvias (Cano, 1980). Las principales pérdidas de agua son por evaporación o por filtraciones a la freática subyacente durante períodos secos. Durante el estudio careció de fauna íctica.

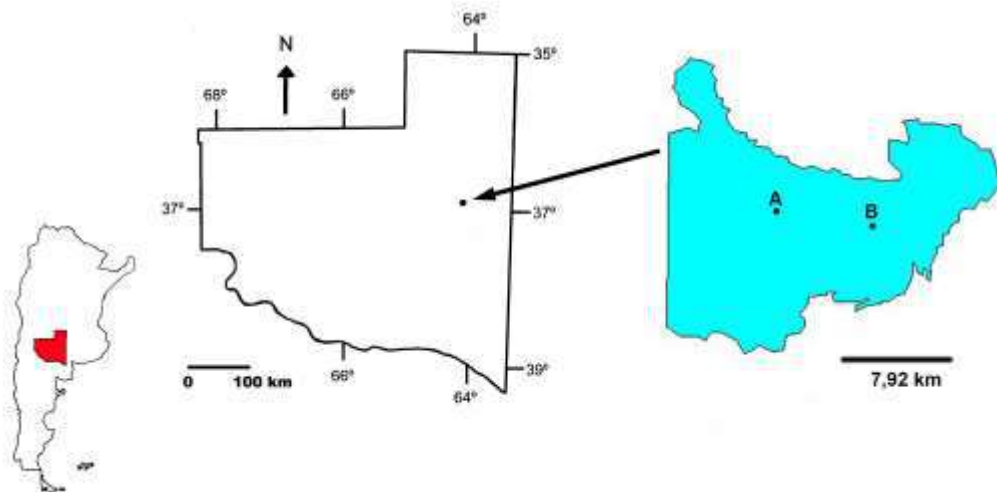


Figura 1: Ubicación geográfica de la laguna Parque Luro Oeste (sector dentro de la reserva provincial). A y B sitios de muestreo.



Figura 2: Fotografía de la laguna Parque Luro Oeste obtenida el 26 de noviembre de 2014 desde la costa norte que permite apreciar la espesa cobertura de la macrófita *Ruppia cirrhosa*

Trabajo de campo

En las campañas preliminares, se determinaron dos sitios de muestreo, denominados este y oeste, ubicados a lo largo del eje principal de la laguna (Fig. 1). En cada sitio se determinó la temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto

(oxímetro Lutron® OD 5510), la transparencia del agua (disco de Secchi), el pH (pHmetro digital Corning® PS 15) y se tomaron muestras de agua que se mantuvieron refrigeradas hasta su análisis en laboratorio. Se colectaron muestras de zooplancton con frecuencia mensual, entre octubre de 2014 y septiembre de 2015. En cada sitio se tomaron dos muestras cuantitativas de zooplancton de 20 L, que, debido a la presencia de la vegetación, debieron tomarse mediante recipientes tarados de 10 L y se filtraron a través de una red de 0,04 mm de malla. También se tomó una muestra cualitativa, con una red similar. Todas las muestras se anestesiaron con CO₂ y se mantuvieron refrigeradas hasta la fijación.

Con las muestras de agua tomadas a campo, se determinó la salinidad mediante el método gravimétrico con secado a 104°C, la concentración de clorofila *a*, mediante extracción con acetona acuosa y espectrofotometría (APHA, 1992; Arar, 1997) y el contenido de sólidos suspendidos, mediante filtrado con filtros de fibra de vidrio Microclar FFG047WPH y secados a 103 - 105°C hasta peso constante. Posteriormente fueron calcinados a 550 °C (EPA, 1993).

Los conteos de macro y microzooplancton (Kalff, 2002) se realizaron bajo microscopio estereoscópico y óptico convencional, en cámaras de Bogorov y Sedgwick - Rafter respectivamente (Fig. 3). Para determinar la biomasa se midieron 30 ejemplares de cada especie con un ocular micrométrico Arcano de 10X y se emplearon fórmulas que relacionan la longitud total con el peso seco en el caso de los crustáceos (Dumont *et al.*, 1975; Rosen, 1981; McCauley, 1984; Culver *et al.*, 1985 y Kobayashi, 1997) o con formas geométricas en el caso de los rotíferos (Ruttner Kolisko, 1977).



Figura 3: Cámara de recuento de Bogorov y submuestreador de Russell.

Análisis de datos

Para la caracterización de la laguna 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 los atributos del zooplancton y luego de confirmar la falta de normalidad de los datos, se calcularon coeficientes de correlación no paramétricos de Spearman (Sokal & Rohlf, 1995; Zar, 1996).

Se usaron los programas estadísticos Past (Hammer *et al.*, 2001) e Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2010).

RESULTADOS

Parámetros ambientales

El análisis del contenido iónico mostró que el agua de la laguna Oeste es clorurada sódica (Fig. 4). La relación M/D (cationes monovalentes/bivalentes) fue 3,96, indicando el fuerte predominio de $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ sobre el $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, y la dureza total del agua alcanzó 3973 mg.L^{-1} . Debido al fuerte predominio del Cl^- entre los aniones, la alcalinidad total fue reducida ($\text{CO}_3\text{H}^- + \text{CO}_3^{2-}$) fue $212,2 \text{ mg.L}^{-1}$. El pH se mantuvo relativamente constante durante el periodo analizado, con un valor medio de 9,12 ($\pm 0,35$).

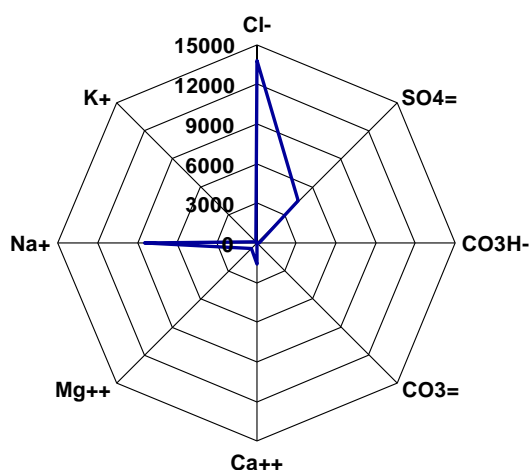


Figura 4: composición iónica del agua de la laguna Oeste de la Reserva provincial Parque Luro.

La profundidad media de la laguna fue de 0,66 m. Fluctuó entre un valor máximo de 1,1 m en octubre y un mínimo de 0,4 m en marzo (Fig. 5). En cuanto a la salinidad, el valor mínimo se registró en octubre ($13,6 \text{ g.L}^{-1}$) y los valores máximos en marzo y septiembre ($44,2 \text{ g.L}^{-1}$ y $43,6 \text{ g.L}^{-1}$, respectivamente) (Fig. 5). Se encontró correlación significativa entre ambas variables ($r_s = -0,89$; $p < 0,0001$).

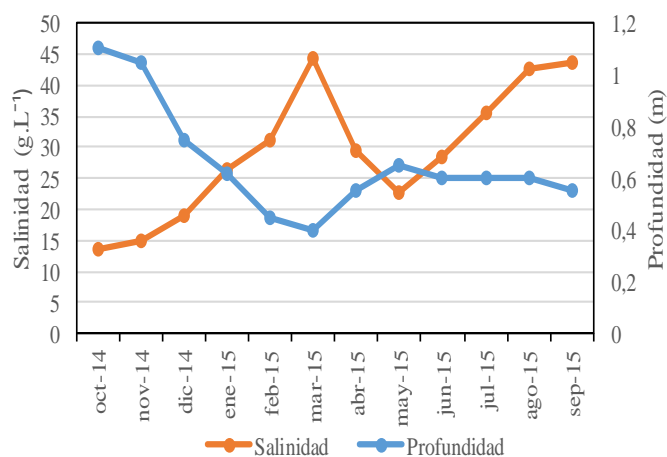


Figura 5: Variación mensual de la profundidad de la laguna y la salinidad.

La temperatura del agua siguió un patrón estacional (Fig. 6). El valor máximo registrado fue $24,1 \text{ }^\circ\text{C}$ en octubre y el mínimo $7,7 \text{ }^\circ\text{C}$ en junio. Lo mismo ocurrió con la concentración de oxígeno disuelto, que osciló entre un mínimo de $7,9 \text{ mg.L}^{-1}$ en octubre y un máximo de $11,2 \text{ mg.L}^{-1}$ en junio (Fig.6). Se encontró correlación significativa entre ambas variables ($r_s = -0,92$; $p < 0,0001$).

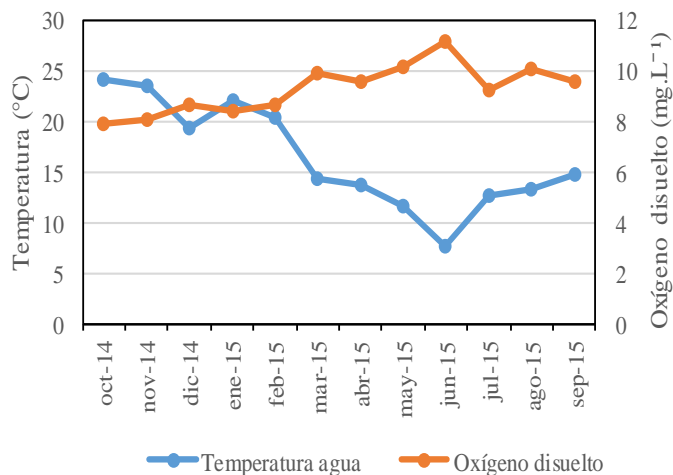


Figura 6: Variación mensual de la temperatura del agua y de la concentración de oxígeno disuelto.

La concentración de clorofila-*a* fitoplanctónica, presentó un valor mínimo de 0,11 mg.m³ en mayo y un máximo de 11,75 mg.m³ en septiembre (Fig.7). La transparencia del agua fue total durante todos los muestreos realizados (Fig. 7), coincidiendo con la profundidad de la laguna (Fig. 5). No se encontró correlación entre la concentración de clorofila-*a* y la transparencia del agua.

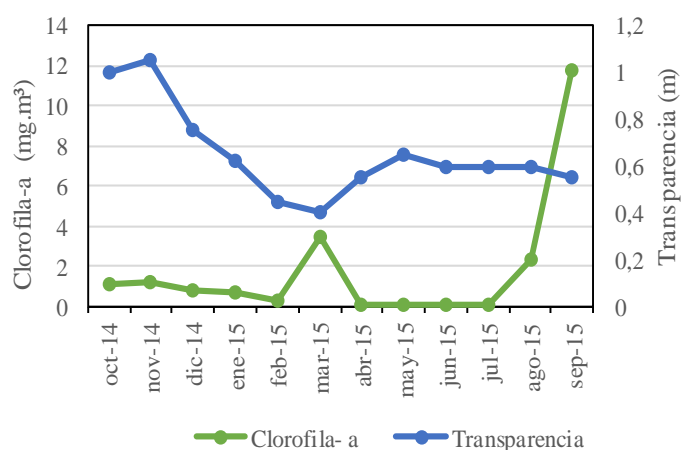


Figura 7: Variación mensual de la transparencia del agua y de la concentración de clorofila-*a* fitoplanctónica.

La concentración de sólidos suspendidos totales presentó dos picos, uno en febrero (47,91 mg.L⁻¹) y otro en agosto (48,37 mg.L⁻¹) mientras que los valores más bajos se registraron en octubre (0,87 mg.L⁻¹), diciembre (1,21 mg.L⁻¹) y junio con (1,3 mg.L⁻¹) (Fig. 8). Considerando ambas fracciones por separado, en ocho ocasiones predominaron los sólidos suspendidos inorgánicos y en cuatro los orgánicos (Fig. 8). Se encontró correlación entre las concentraciones de ambas fracciones ($r_s = 0,68$; $p = 0,0245$) pero no entre las de clorofila-*a* y de sólidos suspendidos orgánicos.

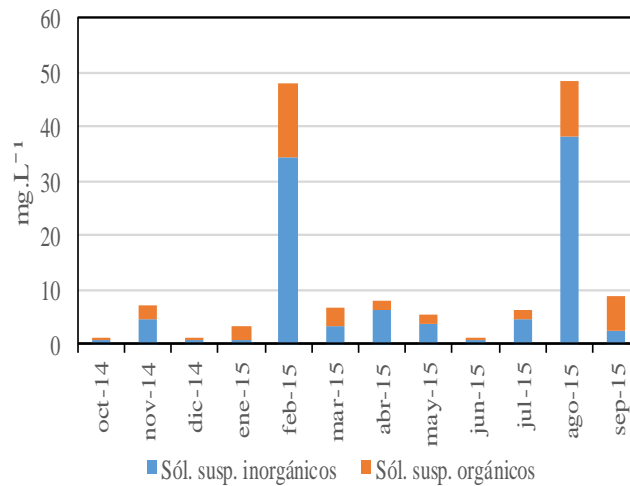


Figura 8: Variación mensual de sólidos suspendidos orgánicos e inorgánicos.

Riqueza zooplanctónica

Se registraron 13 *taxa*: dos cladóceros, tres copépodos y ocho rotíferos (Tabla 1).

La especie más frecuente fue *Boeckella poopoensis*, presente durante todo el período estudiado. Fue seguida por *Cletocamptus deitersi* (Richard, 1897) y *Daphnia menucoensis*, registradas en el 83% y 50% de las ocasiones de muestreo, respectivamente (Tabla 1).

Si bien la riqueza de rotíferos, fue alta, su frecuencia de aparición en las muestras fue baja. *Lepadella patella* (Müller, 1773) estuvo presente en el 25% de las muestras mientras que *Hexarthra fennica* (Levander, 1892), *Brachionus plicatilis* Müller, 1786 y *Colurella adriatica* (Ehrenberg, 1831) se encontraron en el 33% de las ocasiones de muestreo (Tabla 1). El resto sólo se encontraron en una o dos ocasiones.

Tabla 1: Riqueza de microcrustáceos y rotíferos de la laguna Parque Luro oeste y frecuencia relativa (porcentaje de aparición de los *taxa* en las muestras).

	Frecuencia relativa (%)
Cladóceros	
<i>Daphnia menucoensis</i> Paggi, 1996	50
<i>Alona</i> sp.	16,6
Copépodos	
<i>Boeckella poopuensis</i> Marsh, 1906	100
<i>Cletocamptus deitersi</i> (Richard, 1897)	83,3
Ciclopoideo no id.	25
Rotíferos	
<i>Lecane</i> 1	8,3
<i>Lecane</i> 2	16,6
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1786)	25
<i>Hexarthra fennica</i> (Levander, 1892)	33,3
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	8,3
<i>Brachionus plicatilis</i> Müller, 1786	33,3
<i>Colurella adriatica</i> (Ehrenberg, 1831)	33,3
Bdelloideo no id.	8,3

Densidad y biomasa de los microcrustáceos

La densidad media de microcrustáceos (cladóceros, copépodos y larvas nauplio) a lo largo del estudio fue de 12,93 ind.L⁻¹ ($\pm 17,32$). El valor mínimo se registró en enero con 2,68 ind.L⁻¹ y el máximo en abril, con 64,51 ind.L⁻¹ (Fig. 9). La biomasa media fue de 40,08 $\mu\text{g.L}^{-1}$ ($\pm 52,7$) y siguió el mismo patrón que la densidad. El valor mínimo fue de 0,96 $\mu\text{g.L}^{-1}$ y el máximo de 191,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Fig. 9). Se encontró correlación significativa entre ambos parámetros biológicos ($r_s = 0,83$; $p < 0,0001$).

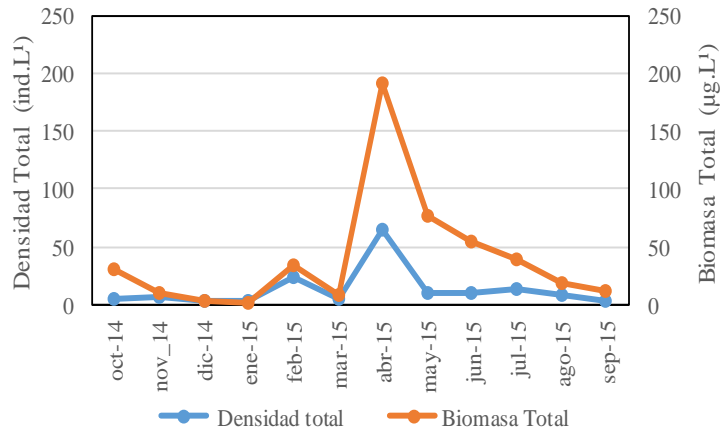


Figura 9: Variación mensual de la densidad y de la biomasa de microcrustáceos de la laguna Parque Luro Oeste.

A lo largo del estudio la mayor densidad y biomasa fue aportada por los copépodos, que con medias de $12,66 \text{ ind.L}^{-1}$ ($\pm 17,42$) y $37,69 \text{ µg.L}^{-1}$ ($\pm 52,24$) respectivamente, representaron el 98% de la densidad y el 94% de la biomasa totales de la comunidad (Fig. 10 A y B). Los cladóceros sólo alcanzaron una densidad media de $0,27 \text{ ind.L}^{-1}$ ($\pm 0,46$) y una biomasa media de $2,39 \text{ µg.L}^{-1}$ ($\pm 3,78$).

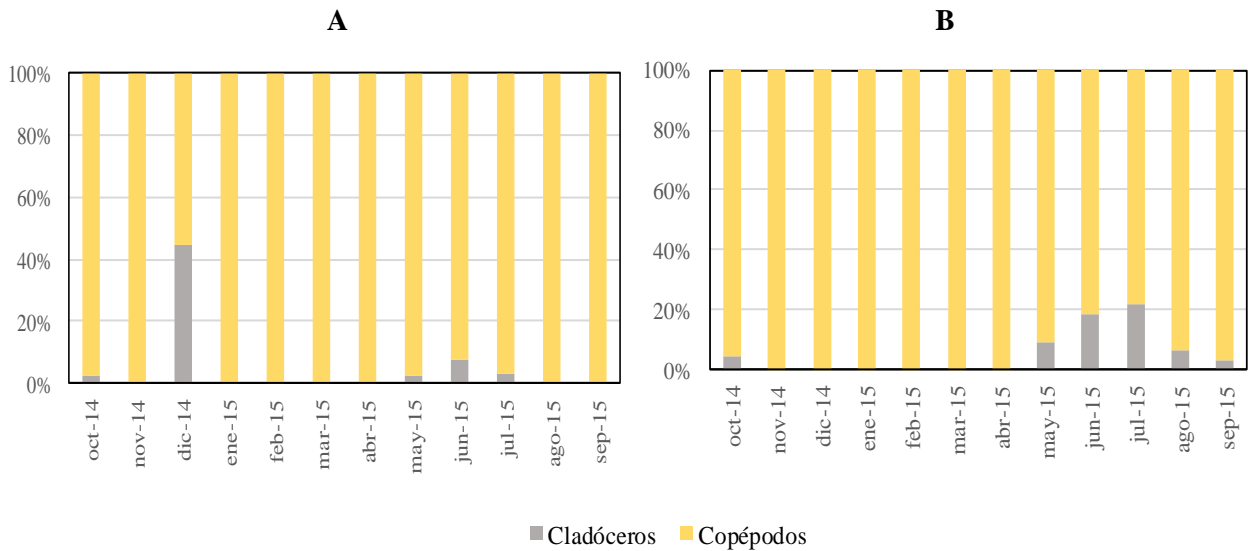


Figura 10: A) Variación porcentual de la densidad de microcrustáceos por grupo taxonómico. B) Variación porcentual de la biomasa de microcrustáceos por grupo taxonómico.

Teniendo en cuenta la densidad y biomasa de los distintos *taxa* de microcrustáceos, *Boeckella poopoensis* fue la especie que mayor aporte realizó en

ambos casos, seguida por *Cletocamptus deitersi* (Fig. 11 A y B; Fig. 12 A y B). La densidad media de *B. poopoensis* fue de 3,02 ind.L⁻¹ ($\pm 3,68$) y mostró un valor mínimo de 0,12 ind.L⁻¹ en enero y un máximo de 13,04 ind.L⁻¹ en abril (Fig. 11 A y Fig. 12 A), mientras que la biomasa media fue de 28,47 $\mu\text{g.L}^{-1}$ ($\pm 40,96$), con valores mínimos y máximos de 0,001 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en enero y 143,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en abril, respectivamente (Fig. 11 B y Fig. 12 B). *C. deitersi* fue dominante únicamente en febrero, cuando alcanzó una densidad de 11,66 ind.L⁻¹ (Fig. 11 A y Fig. 12 A) y una biomasa de 17,52 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Fig. 11 B y Fig. 12 B).

Entre los cladóceros, *Daphnia menucoensis* aportó la mayor densidad y biomasa pero en ambos casos fue menor que la de los copépodos anteriormente mencionados (Fig. 11 A y B). Su densidad media fue 0,14 ind.L⁻¹ ($\pm 0,25$) y su biomasa se correspondió con la biomasa media de cladóceros (2,39 $\mu\text{g.L}^{-1}$ $\pm 3,78$), dado el ínfimo aporte de *Alona* sp. (Fig. 11 A y B).

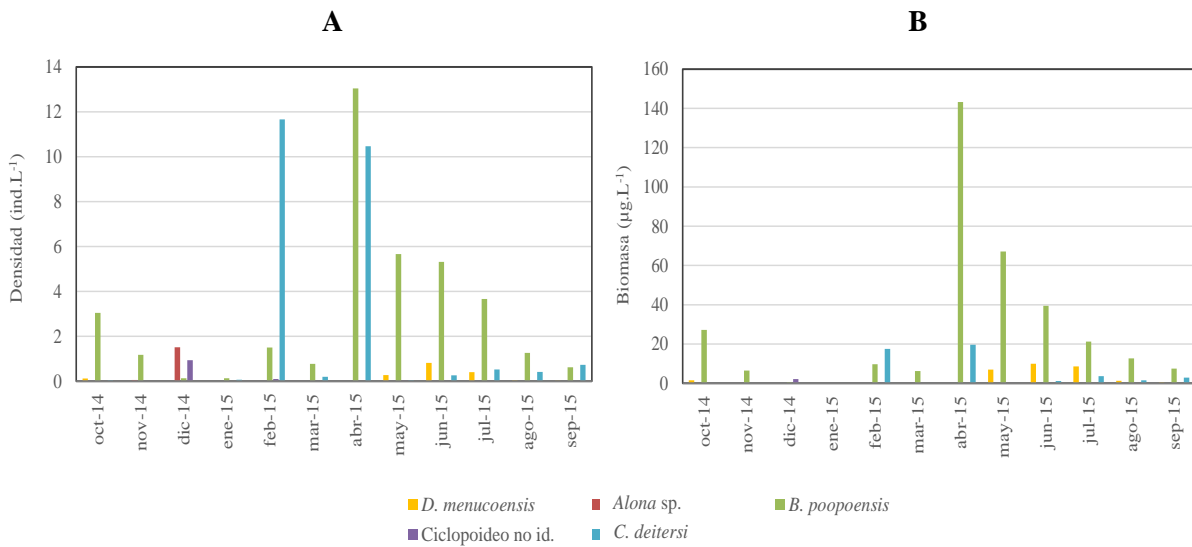


Figura 11: A) Variación mensual de la densidad de microcrustáceos por *taxa*. B) Variación mensual de la biomasa de microcrustáceos por *taxa*.

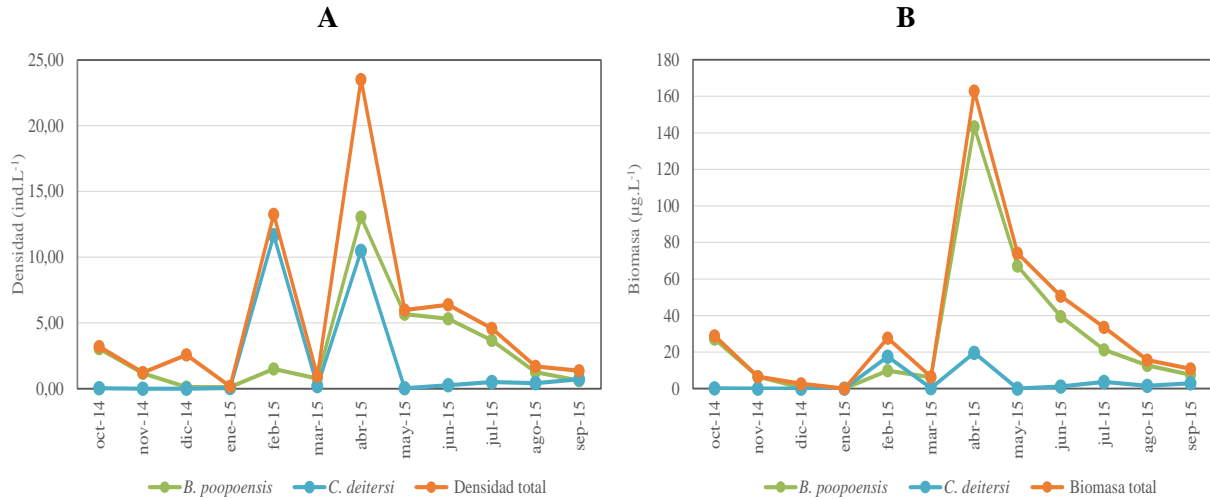


Figura 12: **A)** Variación mensual de la densidad total de microcrustáceos (excepto nauplios), de *Boeckella poopoensis* y *Cletocamptus deitersi*. **B)** Variación mensual de la biomasa total de microcrustáceos (excepto nauplios) de *B.poopoensis* y *C. deitersi*

Densidad y biomasa de rotíferos

Si bien se registraron ocho *taxa* (Tabla 1), su aporte tanto a la densidad como a la biomasa del zooplancton fue muy reducido. A lo largo del estudio, estuvieron presentes en seis ocasiones de muestreo, con una media de 2,08 ind.L⁻¹ (\pm 4,19). La densidad mínima hallada fue de 0,02 ind.L⁻¹ en noviembre y la máxima de 12,4 ind.L⁻¹ en febrero (Fig. 13). La especie que realizó el mayor aporte a la densidad de rotíferos fue *Colurella adriática* (Fig. 13).

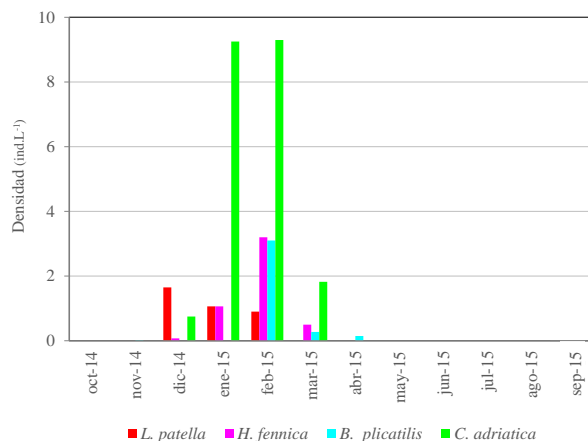


Figura 13: Variación mensual de la densidad de rotíferos (se muestran sólo las especies más relevantes)

DISCUSIÓN

El carácter temporario de la laguna Oeste de Parque Luro fue puesto de manifiesto ya que previamente a este estudio estuvo completamente seca durante varios años (Echaniz & Vignatti, pers. obs.).

Durante el estudio la laguna mostró un notable descenso de nivel que hizo que, a fines del verano, en marzo de 2015 fuese casi la tercera parte de la inicial, aunque posteriormente el nivel del agua subió ligeramente y se mantuvo estable hasta el final del estudio. De esta forma, en función de su concentración de sólidos disueltos totales, durante los tres primeros meses la laguna se comportó como hiposalina, pasando a la categoría de mesosalina (Hammer, 1998) a partir de enero de 2015, donde se mantuvo hasta el final del estudio. Estas grandes variaciones de nivel y extensión, que repercuten sobre todo en cambios de la concentración de los sólidos disueltos totales es una situación frecuente en lagos de la región, tal lo verificado en las laguna El Carancho y El Destino que pasaron de salinidades de 39,9 y 21,9 g.L⁻¹ en febrero de 2001 a 12,1 y 9,34 g.L⁻¹ respectivamente en noviembre del mismo año, algo similar se observó en otra laguna pampeana, La Laura, que pasó de 40 g.L⁻¹ en febrero de 2001 a 9,2 g.L⁻¹ apenas un mes después (Echaniz *et al.*, 2006).

La composición química del agua, con el predominio del Na⁺ entre los cationes y del Cl⁻ entre los aniones, es un rasgo que asemeja la laguna Oeste a la mayor parte de los lagos someros estudiados en la provincia de La Pampa o a algunas estudiadas en la provincia de Buenos Aires (Ringuelet *et al.*, 1967), pero la aleja de la generalización global realizada por Kalff (2002), quien mencionó al Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ como los cationes dominantes en la mayor parte de las aguas interiores del mundo. El predominio del Cl⁻ en siete lagunas contempladas en este estudio también es un rasgo diferente, ya que el mencionado autor indicó como dominantes al HCO₃⁻ y SO₄⁼.

La composición iónica dominada por Na⁺ y Cl⁻, indica que los mecanismos que controlan la química del agua de la laguna Oeste implican evaporación y cristalización, procesos típicos en regiones áridas o semiáridas, con tasas de evapotranspiración más elevadas que las precipitaciones (Gibbs, 1970; Wetzel, 2001; Kalff, 2002) y es una situación compartida con muchos de los ambientes de la llanura chaco pampeana (Drago & Quirós, 1996).

La transparencia del agua de la laguna Oeste siempre fue muy elevada, de forma que la luz llegó al fondo en todas las ocasiones en que se muestreó, lo que habría favorecido el desarrollo de la tupida cobertura de *Ruppia cirrhosa*. Este es un rasgo que la laguna Oeste de Parque Luro comparte con otros lagos salinos pampeanos del centro provincial que presentan influencia antrópica dada especialmente por la cría de ganado, tales como Utracán (Echaniz *et al.*, 2015) y El Carancho (Vignatti *et al.*, 2012), pero la distinguen de lagos somero de la región norte, donde predominan los cultivos de cereales, oleaginosas y soja (Echaniz & Vignatti, 2011; Echaniz *et al.*, 2013a y b y 2016).

La existencia de la macrófita *R. cirrhosa* podría haber favorecido la elevada transparencia del agua de dos maneras. Por un lado, como se trata de una especie arraigada en el fondo, donde produce rizomas, habría colaborado en la fijación de los sedimentos, evitando que se resuspendieran a causa del viento. Una prueba de este efecto fueron las reducidas cantidades de sólidos suspendidos (sobre todo inorgánicos) que se registraron, mucho menores que las encontradas en otros ecosistemas acuáticos de similar salinidad pero sin presencia de vegetación arraigada. Por otro lado, podrían existir tanto un efecto alelopático debido a la liberación de sustancias por parte de *R. cirrhosa*, como un efecto de sombreado, que producirían la inhibición del desarrollo del fitoplancton. Esto explicaría la reducida concentración de clorofila-a que se registró, aunque estos son mecanismos que, al presente, no ha sido estudiado en estos lagos.

El agua tuvo elevadas concentraciones de oxígeno disuelto, aún en los meses de temperaturas más elevadas cuando la capacidad del agua de disolver gases es menor (Wetzel, 2001; Kalff, 2002). Puede afirmarse que el oxígeno provendría de la fotosíntesis producida por las plantas ya que las bajas concentraciones de clorofila-a que se registraron indican un pobre desarrollo del fitoplancton.

En La Pampa se ha comprobado que los ambientes subsalinos que no superan los 2 g.L⁻¹ pueden tener más de 20 *taxa* en su zooplancton (Echaniz *et al.*, 2008; 2012), mientras que en los lagos hipo y mesosalinos, donde la salinidad es un factor relevante en la estructuración de la comunidad (Herbst, 2001; Ivanova & Kazantseva, 2006) la riqueza es menor (Echaniz & Vignatti, 2011; Echaniz *et al.*, 2013a y b y 2016; Vignatti, 2011; Vignatti *et al.*, 2007; 2012) (Tabla 2). Esta última situación se verificó en la laguna Oeste de Parque Luro, donde la diversidad del zooplancton fue relativamente reducida y se registró la asociación típica de la región, encontrada en la mayor parte de

los lagos mesosalinos pampeanos, caracterizada por crustáceos halófilos autóctonos como *D. menucoensis* y *B. poopoensis*. Ambas son especies muy comunes en ecosistemas salinos del norte de Patagonia y centro del país, aunque *B. poopoensis* tiene una distribución geográfica mucho más amplia, desde el norte de la meseta patagónica hasta el sur del Perú (Menu-Marque *et al.*, 2000). El registro de *D. menucoensis* con salinidades cercanas a 43 g.L^{-1} es relevante, ya que se consideraba que su rango de tolerancia no era tan amplio.

Un rasgo particular de Parque Luro Oeste fue la baja densidad que presentaron todos los crustáceos respecto a otros lagos salinos pampeanos, que en el caso de *B. poopoensis* fue entre 20 y 100 veces menor que en Utracán y Chadilauquen por un lado y Estancia Pey-Ma y Estancia San José por otro (Echaniz *et al.*, 2013a y b; 2015; y 2016 (Tabla 2). Esto pudo deberse a la presencia de las macrófitas, ya que, tanto *B. poopoensis* como *D. menucoensis* son especies eulimnéticas, esto es, que viven en la masa de agua y por lo tanto la abigarrada presencia de las plantas puede interferir fuertemente con sus movimientos y por ende, con su alimentación. Además, podría existir también un efecto alelopático de las plantas sobre los crustáceos, aunque este es un aspecto que no ha sido estudiado al presente.

Alona sp. no es frecuente en el zooplancton limnético de otros lagos salinos de La Pampa y su presencia en esta laguna podría haber sido favorecida por el desarrollo de la macrófita, dado que la mayor parte de los cladóceros quidóridos (grupo al que pertenece *Alona* sp.) son relativamente perifíticos y por lo tanto su presencia en aguas abiertas es ocasional. Por otro lado, estos organismos no son demasiado tolerantes a la salinidad y este taxón sólo se registró en diciembre, cuando la salinidad rondó 19 g.L^{-1} pero no se registró posteriormente, cuando la concentración de sólidos disueltos fue mayor.

Los rotíferos se registraron durante los meses de mayor temperatura, lo que es habitual en este grupo, que suele atravesar períodos invernales en estados de resistencia (Bērziņš, & Pejler, 1989; Agnieszka & Wilk-Woźniak, 2007). Entre éstos, la presencia de especies eurihalinas como *Brachionus plicatilis* y *Hexarthra fennica* es una característica en común con otros cuerpos de agua similares de la provincia (Echaniz & Vignatti, 2011; Echaniz *et al.*, 2013a y b; 2016; Vignatti, 2011; Vignatti *et al.*, 2007; 2012), si bien se trata de especies que no son típicas de la región a causa de su distribución cosmopolita (Fontaneto *et al.*, 2006).

Por otra parte, la densidad de todos los rotíferos fue muy baja, aún en el caso de especies como *Keratella tropica*, que en otros lagos pampeanos han registrado densidades de varios miles de individuos por litro o *Brachionus plicatilis* que en lagos salinos es frecuente que alcance varios cientos. La baja densidad y biomasa, tanto de crustáceos como de rotíferos, es un rasgo que distingue a la laguna Oeste de Parque Luro de otros lagos salinos estudiados en La Pampa (Tabla 2). Como se ha mencionado, esto podría deberse a los diferentes efectos producidos por la presencia de *R. cirrhosa*, por lo que se constituye en un aspecto que merece ser estudiado en profundidad a los efectos de comprender mejor el funcionamiento de este tipo de lagos.

Tabla 2: Comparación de parámetros físicos, químicos y biológicos (promedios \pm desvío estándar) de lagos mesosalinos estudiados en la provincia de La Pampa. La densidad y la biomasa son el promedio de la totalidad de la comunidad zooplanctónica. La riqueza específica indica el número total de especies registradas en el zooplancton de los lagos.

	Utracán (2007)	Chadilauquen (2007)	Estancia Pey-Ma (2006)	Estancia San José (2006)	Parque Luro Oeste
Temperatura del agua (°C)	16,08 \pm 7,18	16,58 \pm 7,05	17,78 \pm 6,91	17,23 \pm 7,24	13,60 \pm 5,02
Transparencia (m)	1,15 \pm 0,29	0,76 \pm 0,26	0,17 \pm 0,06	0,45 \pm 0,19	0,55 \pm 0,56
Salinidad (g.L ⁻¹)	32,90 \pm 2,70	26,16 \pm 2,13	25,34 \pm 6,15	22,22 \pm 5,24	34,75 \pm 10,25
pH	9,58 \pm 0,13	9,40 \pm 0,13	9,01 \pm 0,17	9,13 \pm 0,19	9,23 \pm 0,34
Oxíg. disuelto (mg.L ⁻¹)	10,07 \pm 2,07	8,46 \pm 1,10	6,29 \pm 2,68	8,95 \pm 2,22	9,83 \pm 9,97
Clorofila- <i>a</i> (mg.m ⁻³)	1,22 \pm 0,92	1,73 \pm 1,25	30,79 \pm 27,01	20,16 \pm 27,45	2,30 \pm 3,14
Sol. susp. inorg. (mg.L ⁻¹)	4,30 \pm 3,77	18,27 \pm 24,23	38,03 \pm 21,07	15,99 \pm 19,22	11,72 \pm 12,70
Sól. susp. org.	5,00 \pm 1,89	6,72 \pm 4,95	37,52 \pm 17,27	17,96 \pm 10,72	4,84 \pm 3,94

(mg.L ⁻¹)					
Profundidad (m)	2,00 ± 0,15	2,12 ± 0,09	1,28 ± 0,20	2,71 ± 0,30	0,55 ± 0,20
Densidad (ind.L ⁻¹)	416,48 ± 379,58	201,41 ± 77,52	3023,47 ± 4772,42	1532,11 ± 1747,59	15,01 ± 17,92
Biomasa (µg.L ⁻¹)	1728,00 ± 957,92	1621,91 ± 739,01	6614,06 ± 4336,94	4659,08 ± 3417,30	40,08 ± 52,70
Riqueza específica	6	6	6	8	13

CONCLUSIONES

La laguna Parque Luro Oeste, los tres primeros meses fue hiposalina, pasando luego a la categoría de mesosalina (20 – 50 g.L⁻¹), hasta finalizar el estudio.

En la composición iónica del agua predominaron los iones Na⁺ y Cl⁻, determinando su condición de clorurada sódica.

La transparencia del agua fue elevada durante todas las ocasiones de muestreo, favoreciendo el crecimiento de la macrófita *Ruppia cirrhosa*.

Aún en los meses de mayor temperatura, la concentración de oxígeno disuelto fue elevada durante el periodo estudiado.

Al igual que los sólidos en suspensión, las concentraciones de clorofila-a fueron reducidas, e indicaron un pobre desarrollo fitoplanctónico.

La diversidad del zooplancton fue relativamente reducida, pero al igual que los lagos mesosalinos pampeanos, se caracterizó por la presencia de crustáceos halófilos autóctonos como *D. menucoensis* y *B. poopuensis*.

A diferencia de otros lagos salinos pampeanos, en la laguna Parque Luro Oeste la densidad que presentaron todos los crustáceos fue baja, particularmente en el caso de *B. poopuensis* fue entre 20 y 100 veces menor.

La presencia de *Alona* sp. no es frecuente en otros lagos salinos de La Pampa y podría haber sido favorecida por el desarrollo de *R. cirrhosa*.

La baja densidad y biomasa, tanto de crustáceos como de rotíferos, es un rasgo que distingue a la laguna Oeste de Parque Luro de otros lagos salinos estudiados en La Pampa.

BIBLIOGRAFÍA

- Agnieszka, P. & Wilk-Woźniak, E. 2007. Effect of environmental conditions on rotifers and selected phytoplankton species in three submountane dam reservoirs (Southern Poland, Central Europe). *Ekologia (Bratislava)*, 26(2): 132–142.
- APHA. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), 18th edition. 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.
- Bayly, I. A. E. 2001. Invertebrate occurrence and succession after episodic flooding of a central Australian rock hole. *Journal of Research Society Western Australian*, 84: 29 – 32.
- Bērziņš, B. & Pejler, B. 1989. Rotifer occurrence in relation to temperature. *Hydrobiologia*, 175: 223 - 231
- Bruno, M.; Loftus, W.; Reid, J. & Perry, S. 2001. Diapause in copepods (Crustacea) from ephemeral habitats with different hydroperiods in Everglades National Park (Florida, U.S.A.). *Hydrobiologia*, 453 – 454 (1): 295 – 308.
- Borell Lövestedt, C. & Bengtsson, L. 2008. The role of non-prevailing wind direction on resuspension and redistribution of sediments in a shallow lake. *Aquatic Sciences*, 70(3): 304 – 313.
- Cabrera, A. L. 1994. *Regiones fitogeográficas argentinas*. En: Kugler WF (Ed) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. 2º edición. Acme. Buenos Aires, Argentina. Fascículo 1. Pp. 1-85.
- Cano, E. 1980. *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la provincia de La Pampa*. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Provincia de La Pampa y Universidad Nacional de La Pampa, Buenos Aires.
- Capecce, C. 2016. Biología de *Artemia persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968 en la laguna hipersalina de la Reserva Provincial Parque Luro (La Pampa, Argentina). Tesina

presentada para obtener el título de Ingeniera en Recursos Naturales y Medio Ambiente.
Facultad de ciencias Exactas y Naturales, UNLPam.

- Casagrande, G.; Vergara, G. & Bellini, Y. 2006. Cartas agroclimáticas actuales de temperaturas, heladas y lluvias de la provincia de La Pampa (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía, UNLPam*, 17(1/2): 15 – 22.
- Derry, A. M.; Prepas, E. E. & Hebert, P. D. N. 2003. Comparison of zooplankton communities in saline lakewater with variable anion composition. *Hydrobiologia*, 505:199-215.
- Drago, E. & Quirós, R. 1996. The hydrochemistry of inland waters of Argentina; a review. *International Journal of Salt Lake Research*, 4: 315 - 325.
- Echaniz, S. A. & Vignatti, A. M. 2010. Diversity and changes in the horizontal distribution of crustaceans and rotifers in an episodic wetland of the central region of Argentina. *Biota Neotropica*, 10(3): 133-141.
- Echaniz, S. A. & Vignatti, A. M. 2013. Trophic status of shallow lakes of La Pampa (Argentina) and its relation with the land use in the basin and nutrient internal load. *Journal of Environmental Protection (Special Issue on Eutrophication)*, 4(11A): 51–60.
- Echaniz, S. A.; Vignatti, A. M.; José de Paggi, S. B. & Cabrera, G. C. 2010a. El modelo de estados alternativos de lagos someros en La Pampa: comparación de Bajo de Giuliani y El Carancho. *Libro de Trabajos del 3° Congreso Pampeano del Agua*. 45–53.
- Echaniz, S. A.; Vignatti, A. M.; José de Paggi, S. B.; Paggi, J. C. & Pilati, A. 2006. Zooplankton seasonal abundance of South American saline shallow lakes. *International Review of Hydrobiology*, 91(1): 86-100.
- Echaniz, S. A. & Vignatti, A. M. 2011. Seasonal variation and influence of turbidity and salinity on the zooplankton of a saline lake in central Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39 (2): 306-315.
- Echaniz, S. A. & Vignatti, A. M. 2010. Diversity and changes in the horizontal distribution of crustaceans and rotifers in an episodic wetland of the central region of Argentina. *Biota Neotropica*, 10 (3): 133-141.
- Echaniz, S. A.; Cabrera, G. C.; Aliaga, P. L. & Vignatti, A. M. 2013a. Variations in zooplankton and limnological parameters in a saline lake of La Pampa, central Argentina, during an annual cycle. *International Journal of Ecosystem*, 3 (4): 72-81.
- Echaniz, S. A.; Cabrera, G. C.; Rodríguez, C. & Vignatti, A. M. 2013 b. Do temporary lakes vary from year to year? A comparison of limnological parameters and zooplankton from

- two consecutive annual cycles in an Argentine temporary saline lake. *International Journal of Aquatic Science*, 4 (1): 44-61.
- 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.; Vignatti, A. M. & Segundo, J. D. 2011. Cambios en la diversidad y biomasa zooplanctónica durante una estación de crecimiento en un lago somero temporario hiposalino de La Pampa. *BioScriba*, 4(1)1-12.
- Echaniz, S. A.; Vignatti, A.M. & Bunino, P.C. 2008. El zooplancton de un lago somero hipereutrífico de la región central de Argentina. Cambios después de una década. *Biota Neotropica*, 8(4): 63 - 71.
- Echaniz, S. A.; Vignatti, A. M. & Cabrera, G. C. 2009. Características limnológicas de una laguna turbia orgánica de la provincia de La Pampa y variación estacional del zooplancton. *Biología Acuática*, 26: 71-82.
- Echaniz, S. A.; Vignatti, A. M.; Cabrera, G. C.; Capece, C. & Treffinger Cienfuegos, M. S. 2016. Comparación de los parámetros limnológicos y el zooplancton de un lago somero salino de La Pampa (Argentina) durante dos ciclos anuales de condiciones diferentes. *Biología Acuática*, 31: 28-39.
- EPA, 1993. *ESS Method 340.2: Total Suspended Solids, Mass Balance (Dried at 103- 105°C) Volatile Suspended Solids (Ignited at 550°C)*. Environmental Protection Agency (EPA). <http://www.epa.gov/glnpo/lmmb/methods/methd340.pdf>.
- 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.
- Fryer, G. 1996. Diapause, a potent force in the evolution of freshwater crustaceans. *Hydrobiologia*, 320(1 - 3): 1 - 14.
- Gibbs, R. 1970. Mechanisms controlling world water chemistry. *Science* 170:1088 -1090.
- Greenwald, G. M. & Hurlbert, S. H. 1993. Microcosm analysis of salinity effects on coastal lagoons plankton assemblages. *Hydrobiologia*, 267: 307-335.
- Hairston, N. G. & Bohonak, A. J. 1998. Copepod reproductive strategies: life- history theory, phylogenetic pattern and invasion of inland waters. *Journal of Marine Systems*, 15: 23-34.

- Hall, C. & Burns, C. 2003. Responses of crustacean zooplankton to seasonal and tidal salinity changes in the coastal Lake Waihola, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 37: 31-43.
- Hammer, Ø.; Harper, D. & Ryan, P. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1-9.
- Hammer, U. T. 1986. Saline Lake Ecosystems of the World. Monographiae Biologicae 59. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers.
- Herbst, D. 2001. Gradients of salinity stress, environmental stability and water chemistry as a templet for defining habitat types and physiological strategies in inland salt waters. *Hydrobiologia*, 466: 209-219.
- Ivanova, M. B. & Kazantseva, T. I. 2006. Effect of Water pH and Total Dissolved Solids on the Species Diversity of Pelagic Zooplankton in Lakes: A Statistical Analysis. *Russian Journal of Aquatic Ecology*, 37(4): 264-270.
- Kalff, J. 2002. *Limnology. Inland Water System*. Prentice Hall, New Jersey.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M. & Robledo, W. 2010. InfoStat (versión 2010), Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jeppesen, E.; Søndergaard, M.; Pedersen, A.; Jürgens, K.; Strzelczak, A.; Lauridsen, T. & Johansson, L. 2007. Salinity Induced Regime Shift in Shallow Brackish Lagoons. *Ecosystems*, 10: 47-57.
- Markensten, H. & Pierson, D. 2003. A dynamic model for flow and wind driven sediment resuspension in a shallow basin. *Hydrobiologia*, 494: 305 - 311.
- 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.
- Mura, G. & Brecciaroli, B. 2003. The zooplankton crustacean of the temporary waterbodies of the Oasis of Palo (Rome, central Italy). *Hydrobiologia*, 495: 93 – 102.
- Quirós, R.; Rennella, A.; Boveri, M.; Rosso, J. & Sosnovsky, A. 2002. Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecología Austral*, 12: 175-185.
- Ringuelet, R.; Moreno, I. & 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.

- Ruttner-Kolisko A. 1977. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers. *Archiv für Hydrobiologie–Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, (8): 71 - 76.
- Santer, B. & Hansen, A. M. 2006. Diapause of *Cyclops vicinus* (Uljanin) in Lake Søbygård: indication of a risk-spreading strategy. *Hydrobiologia*, 560: 217 – 226.
- Scheffer, M. 1998. *Ecology of Shallow Lakes*. London: Chapman & Hall.
- Scheffer, M.; Hosper, S. H.; Meijer, M. L.; Moss, B. & Jeppesen, E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 275- 279.
- Scheffer, M. & Jeppesen, E. 2007. Regime shifts in shallow lakes. *Ecosystems*, 10: 1-3.
- Schwartz, S. S. & Jenkins, D. G. 2000. Temporary aquatic habitats: constraints and opportunities. *Aquatic Ecology*, 34: 3 – 8.
- Smolders, A.; Lamers, L.; Lucassen, E.; Van Der Velde, G. & Roelofs, J. 2006. Internal eutrophication: How it works and what to do about it – a review. *Chemistry and Ecology*, 22(2): 93 – 111.
- Sokal, R. & Rohlf, F. 1995. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Ed. Blume, Barcelona.
- Su, T. & Mulla, M. S. 2002. Spatial occurrence and hatch of field eggs of the tadpole shrimp *Triops newberry* (Notostraca: Triopsidae), a potential biological control agent of immature mosquitoes. *Journal of Vector Ecology*, 27(1): 128 – 137.
- Vignatti, A. M. 2011. Biomasa del zooplancton en lagunas salinas y su relación con la concentración de sales en ausencia de peces. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Río Cuarto Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales.
- Vignatti, A. M.; Echaniz, S. A. & Martín, M. C. 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.
- Vignatti, A. M.; Paggi, J. C.; Cabrera, G. C. & Echaniz, S. A. 2012 c. Zooplankton diversity and its relationship with environmental changes after the filling of a temporary saline lake in the semi-arid region of La Pampa (Argentina). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(4): 1005-1016.
- Vignatti, A. M.; Cabrera, G. C. & Echaniz, S. A. 2012 a. Changes in the zooplankton and limnological variables of a temporary hypo-mesosaline wetland of the central region of Argentina during the drying. *Pan American Journal of Aquatic Sciences*, 7(2): 93-106.

- Vignatti, A. M.; Festa, R.; Cabrera, G. C. & Echaniz, S. A. 2012 b. Comparación de parámetros limnológicos, riqueza y abundancia del zooplancton de un lago somero salino de La Pampa luego de una década. *BioScriba*, 5(1): 23-35.
- Wallace, R. L.; Walsh, E. J.; Arroyo, M. L. & Starkweather, P. L. 2005. Life on the edge: rotifers from springs and ephemeral waters in the Chihuahuan Desert, Big Bend National park (Texas, USA). *Hydrobiologia*, 546: 147 – 157.
- Wetzel, R. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems*. Academic Press, Elsevier, San Diego.
- Williams, D. D. 1987. *The ecology of temporary waters*. Timber Press, Portland. 205.
- Williams, W. D. 1998. Salinity as a determinant of the structure of biological communities in salt lakes. *Hydrobiologia*, 381: 191-201.
- Zar, J. H., 1996. *Biostatistical analysis*. 3° Ed. Prentice Hall. 988. New Jersey.