



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Tesina presentada para obtener el título de grado académico de
INGENIERA EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

**BIOLOGÍA DE *ARTEMIA PERSIMILIS* PICCINELLI & PROSDOCIMI, 1968 EN LA LAGUNA
HIPERSALINA DE LA RESERVA PROVINCIAL PARQUE LURO (LA PAMPA, ARGENTINA)**

Candela Capece

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2016

PREFACIO

Esta tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniera 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 Cátedra de Fisiología I (Animal), dependiente del Departamento de Ciencias Biológicas, durante el período comprendido entre el 20 de mayo de 2016 y el 21 de noviembre de 2016, bajo la dirección de la Dra. Alicia María Vignatti y bajo la codirección de la Lic. Gabriela Cecilia Cabrera.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de La Pampa y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, lugar físico donde realicé mis estudios y me formé como profesional.

A mi directora Dra. Alicia Vignatti, mi co – directora Lic. Gabriela Cabrera y Dr. Santiago Echaniz, por brindarme el espacio para la realización de mi tesina y por guiarme en esta última etapa como estudiante; por la paciencia, la transmisión de los conocimientos y la predisposición.

A mi familia y mi novio, mis grandes pilares incondicionales en la vida.

A los buenos y grandes amigos que me dejó la facultad, los cuales hicieron de estos años los mejores.

ÍNDICE

PREFACIO	- 1 -
AGRADECIMIENTOS	- 2 -
ÍNDICE	- 3 -
ÍNDICE DE FIGURAS	- 4 -
INDICE DE TABLAS	- 5 -
RESUMEN	- 6 -
ABSTRACT	- 7 -
INTRODUCCIÓN	- 8 -
LOS LAGOS SALINOS	- 8 -
EL GÉNERO <i>ARTEMIA</i>	- 9 -
OBJETIVO GENERAL	- 12 -
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 12 -
HIPÓTESIS	- 13 -
MATERIALES Y MÉTODOS	- 14 -
ÁREA DE ESTUDIO	- 14 -
TRABAJO DE CAMPO	- 16 -
TRABAJO DE LABORATORIO	- 17 -
ANÁLISIS DE DATOS	- 18 -
RESULTADOS	- 19 -
PARÁMETROS AMBIENTALES	- 19 -
PARÁMETROS BIOLÓGICOS	- 23 -
DISCUSIÓN	- 27 -
CONCLUSIONES	- 29 -
BIBLIOGRAFÍA	- 31 -

Índice de Figuras

Figura 1. *Artemia persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968 (hembra adulta) - 10 -

Figura 2. Estadios postembrionarios de *Artemia persimilis*. - 10 -

Figura 3. Imagen satelital de lagunas del Parque Luro..... - 15 -

Figura 4. Ubicación geográfica de laguna Este. - 15 -

Figura 5. Fotografía de la laguna Este - 16 -

Figura 6. Red de plancton empleada para la toma de muestras de zooplancton - 17 -

Figura 7. Cámaras de recuento de Bogorov y submuestreador de Russell..... - 18 -

Figura 8. Diagrama de Maucha 19

Figura 9. Variación mensual de la temperatura del agua y el oxígeno disuelto - 20 -

Figura 10. Variación mensual de la salinidad y la profundidad máxima - 20 -

Figura 11. Variación mensual del pH..... 21

Figura 12. Variación mensual de la transparencia del agua y la concentración de sólidos suspendidos totales 21

Figura 13. Variación mensual de los sólidos suspendidos orgánicos e inorgánicos..... - 22 -

Figura 14. Variación mensual de la concentración de clorofila *a* - 23 -

Figura 15. Variación mensual de la densidad de *Artemia persimilis* 23

Figura 16. Variación mensual de la contribución relativa de los diferentes estadios de *Artemia persimilis* a la densidad total..... 24

Figura 17. Variación mensual de la biomasa de *Artemia persimilis* 26

Figura 18. Variación mensual de contribución relativa de los diferentes estadios de *Artemia persimilis* a la biomasa total..... 26

Índice de Tablas

Tabla 1. Variación mensual de las tallas medias, mínimas y máximas de los diferentes estadios de *Artemia persimilis* **25**

RESUMEN

Muchos lagos de La Pampa son someros y temporarios, generalmente están localizados en cuencas arreicas y poseen elevada salinidad. Este último factor produce un fuerte estrés ambiental y, como consecuencia, estos ambientes sólo pueden ser habitados por especies con los mecanismos fisiológicos capaces de contrarrestar dicho estrés osmótico. Un ejemplo son los anostracos del género *Artemia*, particularmente *Artemia persimilis*, especie endémica del género, algunos de cuyos aspectos biológicos han sido estudiados en laboratorio pero se conoce poco sobre su ecología en condiciones naturales. El objetivo de esta tesina fue analizar la densidad, biomasa y espectro de tallas de *A. persimilis*, establecer relaciones con parámetros ambientales, analizar su variación durante 12 meses en un lago hipersalino (laguna Este) en la Reserva Parque Luro, y compararlas con las de ambientes hipersalinos de la provincia, con similar estrés ambiental. Se analizaron muestras mensuales de agua y zooplancton entre octubre de 2014 y septiembre de 2015. La profundidad promedio fue reducida (0,62 m), y la salinidad media fue muy elevada (262,17 g.L⁻¹). Las bajas concentraciones medias de clorofila *a* (4,84 mg.m⁻³) y sólidos suspendidos totales (25,02 mg.L⁻¹) contribuyeron a mantener la transparencia del agua. La densidad promedio fue elevada (209,30 ind.L⁻¹) y sólo se correlacionó con la temperatura del agua ($r_s = 0,57$; $p < 0,05$). Los nauplios y metanauplios fueron más abundantes en primavera, mientras que post-metanauplios, post-larvas y adultos dominaron en verano e invierno. La biomasa media fue 7535,10 µg.L⁻¹ y fue aportada principalmente por los estadios más avanzados.

ABSTRACT

Many lakes in La Pampa province are shallow and temporary, generally located in arheic basins and have high salinity. This factor produces a strong environmental stress and, as a consequence, these environments can only be inhabited by species that present the physiological mechanisms able to counteract this osmotic stress. One example is the anostracans of the *Artemia* genus, particularly *Artemia persimilis*, the only endemic species of the genus, some of whose biological aspects have been studied in the laboratory but little is known about its ecology in natural conditions. The aim of this thesis was to analyze the density, biomass and size spectrum of *A. persimilis*, to establish relationships with environmental parameters, to analyze its variation over 12 months in a hypersaline lake (East lagoon) in Parque Luro Reserve, and compare the results with those of other hypersaline environments of the province, which present similar environmental stress. Monthly water and zooplankton samples were analyzed between October 2014 and September 2015. Mean depth was reduced (0.62 m), while mean salinity was very high (262.17 g.L⁻¹). The low mean concentrations of chlorophyll-*a* (4.84 mg.m⁻³) and total suspended solids (25.02 mg.L⁻¹) contributed to maintain the water transparency. The mean density was high (209.30 ind.L⁻¹) and only correlated significantly with water temperature ($r_s = 0.57$, $p < 0.05$). The nauplii and metanauplii were more abundant during the spring, while post-metanauplii, post-larvae and adults dominated in summer and winter. The mean biomass was 7535.10 µg.L⁻¹ and was contributed in more proportion by the larger stages.

INTRODUCCIÓN

Los lagos salinos

Los lagos salinos se definen como aquellos cuya salinidad es igual o mayor a 3 g.L⁻¹ (Hammer, 1986). Según este autor, pueden subdividirse en tres categorías: los hiposalinos (3 – 20 g.L⁻¹), los mesosalinos (20 – 50 g.L⁻¹) y los hipersalinos, en los que la concentración de sales supera los 50 g.L⁻¹. Estos lagos constituyen ambientes particulares donde un factor ambiental abiótico –la salinidad– puede convertirse en dominante y ocasionar un fuerte estrés ambiental (Herbst, 2001), a tal punto que sus cambios pueden generar variaciones en la composición taxonómica de la comunidad (Hammer, 1986). Por esta razón, su biodiversidad tiende a ser escasa, ya que sólo pueden ser habitados por organismos que presenten mecanismos fisiológicos eficientes para contrarrestar el estrés osmótico generado por la elevada concentración de sales (Gajardo & Beardmore, 2012). Por otro lado, la salinidad no es un parámetro ambiental constante; los lagos salinos generalmente son someros y al estar localizados en regiones áridas o semiáridas sufren notables oscilaciones en su volumen y superficie y como consecuencia, en su salinidad (Vignatti *et al.*, 2012b).

La limnología de los lagos salinos de otros lugares del mundo es bien conocida. Geddes *et al.* (1981), estudiaron las características químicas y la biota de algunos lagos salinos de Australia, y concluyeron que la diversidad está regulada principalmente por la salinidad. Hammer en un artículo publicado en 1986, realizó una síntesis sobre la información existente a nivel mundial, describiendo además aspectos ecológicos de los lagos salinos y poniendo en evidencia el bache que existía en ese momento, en el conocimiento sobre estos ambientes en Sudamérica. Ivanova (1990) analizó la composición y densidad de zooplancton en lagos con salinidades superiores a los 40 g.L⁻¹ de la URSS, y concluyó que la diversidad disminuye al aumentar la salinidad. Esta afirmación puede ampliarse al considerar las publicaciones de Green & Mengestou (1991) y Green (1993), quienes analizaron la riqueza específica y dominancia de la comunidad zooplanctónica en numerosos lagos del este de África con un amplio rango de salinidad, y verificaron la disminución del número de especies al aumentar la concentración de sales en el agua. Otros estudios realizados sobre la biota de este tipo de ambientes también arribaron a resultados similares (Moss, 1994; Greenwald & Hurlbert, 1993; De Los Ríos & Crespo, 2004; Jeppesen *et al.*, 2007). Estos autores observaron que las comunidades de estos lagos presentan muy baja diversidad y que esto es consecuencia del

fuerte estrés osmótico al que están sometidos los organismos. En estas comunidades es frecuente la dominancia del género *Artemia*, crustáceos anostracos ampliamente distribuidos en estos ambientes extremos.

En Argentina, los estudios de los cuerpos de agua con elevada salinidad y su biota son escasos, pudiendo mencionarse las publicaciones sobre estos ambientes de la provincia de Córdoba (Bucher, 2006) o La Pampa (Vignatti *et al.*, 2014; Del Ponti *et al.*, 2015; Echaniz *et al.*, 2015 b) y sobre algunos lagos salados de altura del noroeste (Locascio de Mitrovich *et al.*, 2005; Villagra de Gamundi *et al.*, 2008), donde se analizan aspectos fisicoquímicos del agua y se describen tanto la composición como la abundancia zooplanctónica, con especial mención al género *Artemia*.

El género *Artemia*

Las especies de este género revisten gran importancia económica, ya que es el microcrustáceo más empleado en acuicultura como alimento vivo de varias especies de peces y crustáceos (Sorgeloos *et al.*, 1986; Dhont & Sorgeloos, 2002; Rodríguez – Canché *et al.*, 2006; Ben Naceur *et al.*, 2008). Este animal posee alto valor nutricional, debido a que constituye una rica fuente de proteínas, lípidos, aminoácidos esenciales y ácidos grasos insaturados que resultan beneficiosos para los organismos en cultivo (Dhont & Lavens, 1996).

En Argentina, se registran dos especies del género *Artemia*: *A. franciscana* Kellogg, 1906 y *A. persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968 (Cohen, 1998). La primera habría colonizado ambientes de nuestro país, ingresando pasivamente a través de las migraciones de las aves desde el hemisferio norte, mediante el transporte de cistos que permitieron su colonización y rápida expansión (Muñoz *et al.*, 2013). En la actualidad, su distribución se ha ampliado hasta la latitud de Mar Chiquita, Córdoba (Bucher, 2006). Por su parte, *A. persimilis* (Fig.1) es autóctona y es la única especie registrada en la provincia de La Pampa, con una amplia distribución geográfica (salinas del Salitral Negro, Salitral del Chanco, salinas de Anzoátegui e Hidalgo, la Colorada Chica –Sato *et al.*, 2004; Cohen *et al.*, 1999a–, La Amarga –Echaniz *et al.*, 2015–, Guatraché –Vignatti *et al.*, 2014–, Utracán –Vignatti & Echaniz, datos no publicados–). Debido al interés económico que poseen las especies del género, en Argentina han sido estudiados algunos aspectos biológicos de *A. persimilis* en laboratorio (Pastorino *et al.*, 2002; Sato *et al.*, 2004; Medina *et al.*, 2007; Mechaly *et al.*, 2004 y 2013), pero se cuenta con escasa información acerca de la ecología de esta especie en condiciones naturales. *A.*

persimilis presenta un desarrollo post-embionario extenso, ya que atraviesa 17 estadios larvales hasta alcanzar la adultez: dos estadios naupliares, tres metanaupliares, siete post-metanaupliares y cinco post-larvas (Cohen *et al.*, 1999b) (Fig. 2).

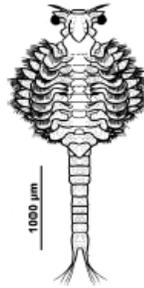


Figura 1. *Artemia persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968 (hembra adulta).

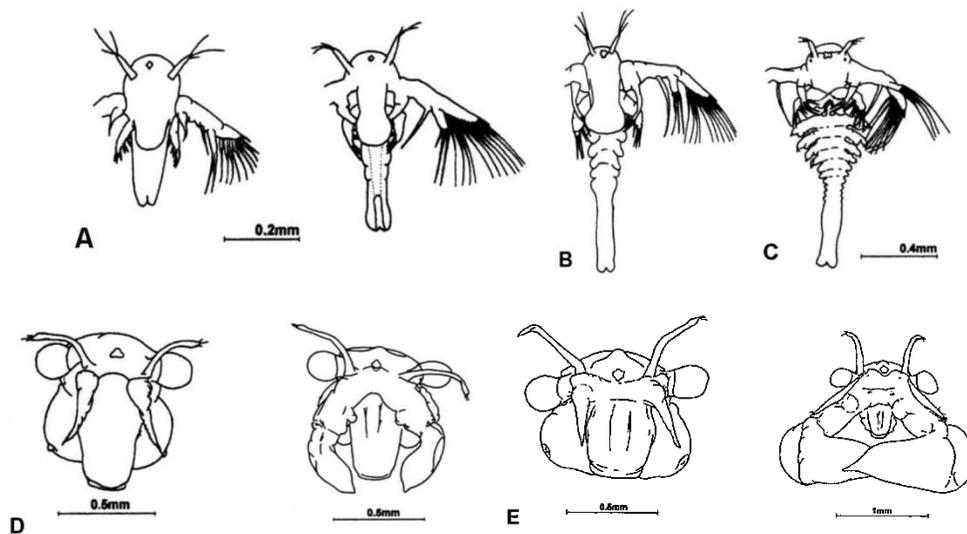


Figura 2. Estadios postembrionarios de *Artemia persimilis*. A) Nauplios B) Metanauplio C) Post-metanauplio D) Vista anterior de la cabeza de post-larvas –izquierda: hembra; derecha: macho– E) Vista anterior de la cabeza de adultos –izquierda: hembra; derecha: macho– Tomado de Cohen *et al.*, 1999b.

En la provincia de La Pampa, la ecología de los lagos hipo a mesosalinos es relativamente conocida, ya que se han estudiado tanto su composición química, estado trófico, composición

taxonómica, densidad y biomasa del zooplancton, como los efectos de cambios ambientales sobre el mismo (Echaniz & Vignatti, 2011; Echaniz *et al.*, 2005, 2006, 2012, 2013 a, 2013 b; Vignatti *et al.*, 2007, 2012 a, 2012 b, 2012 c). Sin embargo, no sucede lo mismo con los lagos hipersalinos, los cuales sólo recientemente han comenzado a ser estudiados (Vignatti *et al.*, 2014; Echaniz *et al.*, 2015). En ambas publicaciones se describen aspectos de la biología de *A. persimilis* en condiciones naturales y, además, en el primero de ellos se data el registro de esta especie en la mayor salinidad ($418,5 \text{ g.L}^{-1}$) reportada en la literatura mundial, en Guatraché, un gran lago hipersalino situado al sudeste de la provincia de La Pampa.

La Reserva Provincial Parque Luro (La Pampa, Argentina) es un área protegida donde se encuentran algunos cuerpos de agua que, según muestreos previos, responden a las características de someros, temporarios y salinos, y que además carecen de fauna íctica. Estas lagunas presentan diferentes niveles de salinidad y, por localizarse en un área protegida, el impacto antrópico actual sobre las mismas es bajo, lo que las convierte en ambientes adecuados para la realización de estudios ecológicos a largo plazo. Análisis preliminares demostraron que la laguna considerada para este estudio posee una salinidad superior a los 200 g.L^{-1} (Vignatti, com. pers.) y un zooplancton constituido de forma casi excluyente por el crustáceo anostraco endémico *Artemia persimilis*. Considerando estos aspectos, el objetivo del presente trabajo, fue analizar las características biológicas de la especie en condiciones relativamente similares a las de un ambiente prístino y compararlas con las de otros ambientes hipersalinos de la provincia, que presenten similar estrés ambiental.

OBJETIVO GENERAL

- Analizar la densidad, biomasa y espectro de tallas del crustáceo autóctono *Artemia persimilis*, establecer relaciones entre estos parámetros poblacionales y las diferentes variables ambientales, y analizar su variación durante un período de 12 (doce) meses en un lago hipersalino (Laguna Este) de la Reserva Parque Luro, un área protegida de La Pampa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar las variaciones mensuales de la temperatura y transparencia del agua, la concentración de oxígeno disuelto y el pH, y las concentraciones de sólidos disueltos totales (salinidad), sólidos suspendidos totales (SST), orgánicos (SSO) e inorgánicos (SSI) y clorofila *a*.
- Determinar la densidad (ind.L^{-1}) y calcular la biomasa ($\mu\text{g.L}^{-1}$) de *Artemia persimilis* y sus variaciones mensuales.
- Establecer relaciones entre la densidad, la biomasa y el espectro de tallas con las diferentes variables ambientales determinadas.
- Comparar la densidad y biomasa con los determinados en ambientes pampeanos de características similares pero con diferentes grados de influencia antrópica.

HIPÓTESIS

1. La densidad y biomasa de *Artemia persimilis* son similares a las de otros ambientes hipersalinos.
2. El aumento de la salinidad por evaporación aumenta el estrés ambiental, por lo que la densidad y la biomasa disminuyen.
3. El estrés ambiental producido por cambios en la temperatura y la salinidad afectan la reproducción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La laguna en la que se realizó el presente estudio (36° 55' S; 64° 12' O) se localiza cercana al límite oriental de la Reserva Provincial Parque Luro, en una depresión de uno de los valles transversales de la provincia formado por procesos hídricos y acción eólica (Fig. 3) (Cano, 1980). Se encuentra en el distrito del caldenal dentro de la región del espinal (Cabrera, 1994), por lo que su paisaje está representado por 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 alimentada por lluvias (Cano, 1980) y por aportes freáticos. Las principales pérdidas de agua son por los procesos de evaporación o filtraciones a la napa freática subyacente durante períodos secos. Durante el período de estudio tuvo una longitud máxima de 1708 m, un ancho máximo de 1056 m, una longitud de línea de costa de 4468 m y una superficie de 132 has (Fig. 4). Presenta una salinidad muy elevada, y carece de macrófitas y fauna íctica (Fig. 5).

La laguna Este está situada en la zona del parque vedada al turismo, la cual se encuentra bajo la jurisdicción de la Subsecretaría de Ecología del Gobierno de la provincia de La Pampa.



Figura 3. Imagen satelital de lagunas del Parque Luro. La laguna Este corresponde a la de mayor tamaño. Tomado de *Google Earth*.

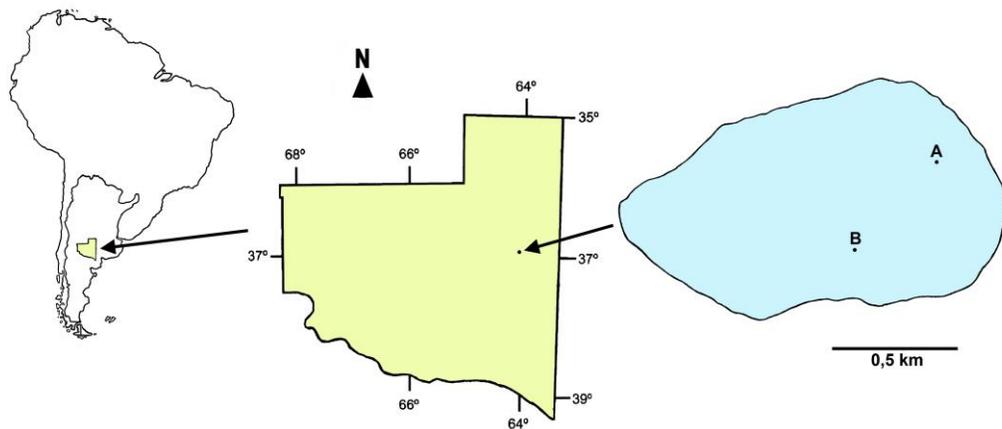


Figura 4. Ubicación geográfica de la laguna Este. A y B: sitios de muestreo.



Figura 5. Vista fotográfica de laguna Este, obtenida en noviembre de 2014.

Trabajo de campo

Se realizaron doce (12) campañas de muestreo mensuales, durante el período comprendido entre octubre de 2014 y septiembre de 2015. Previamente, se establecieron dos puntos (sitios) de muestreo denominados norte (A) y sur (B) (Fig. 4).

En cada uno de ellos, se determinaron mensualmente la temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto (oxímetro Lutron® OD 5510), la transparencia del agua (disco de Secchi de 22 cm de diámetro) y el pH (peachímetro digital Corning® PS 15). Además, se tomaron muestras de agua, las cuales se mantuvieron refrigeradas hasta su análisis en el laboratorio para determinar la salinidad, el contenido iónico y las concentraciones de sólidos suspendidos totales (orgánicos e inorgánicos) y clorofila *a* fitoplanctónica.

Para la obtención de los organismos necesarios para este estudio (*Artemia persimilis*) se utilizaron las técnicas convencionales de muestreo de zooplancton. En cada sitio seleccionado previamente, se tomaron muestras cuantitativas de 20 litros, utilizando recipientes tarados de 10 litros (debido a la poca profundidad no pudo utilizarse la trampa de Schindler – Patalas), las que se filtraron a través de una red de 0,04 mm de abertura de malla (Fig. 6). También se tomaron muestras cualitativas con una red similar. Todas las muestras se anestesiaron con CO₂

y se mantuvieron refrigeradas hasta la fijación, a efectos de evitar deformaciones de los individuos que distorsionen las medidas necesarias para el cálculo de la biomasa.



Figura 6. Red de plancton empleada para la toma de muestras de zooplancton en la laguna Este.

Trabajo de laboratorio

Con las muestras de agua tomadas a campo, se determinó la concentración de sólidos disueltos totales (SDT – salinidad) mediante el método gravimétrico, que consiste en el secado a 104°C de un volumen de agua conocido, hasta peso constante. El análisis del contenido iónico se llevó a cabo en un laboratorio comercial del medio.

La concentración de clorofila *a* se determinó por extracción con acetona acuosa y espectrofotometría (APHA, 1992; Arar, 1997).

Para determinar el contenido de los sólidos suspendidos totales (SST o seston) tanto orgánicos (SSO) como inorgánicos (SSI), se filtró un volumen de agua conocido, a través de filtros Microclar FFG047WPH, secados a 103 °C – 105 °C hasta peso constante, y posteriormente fueron calcinados a 550 °C (EPA, 1993; APHA, 1999).

Los conteos de *A. persimilis* se realizaron bajo microscopio estereoscópico a 20 X – 40 X en cámaras de Bogorov. Las alícuotas para dichos conteos se tomaron empleando submuestreadores de Russell de 5 ml (Fig. 7).



Figura 7. Cámaras de recuento de Bogorov y submuestreador de Russell.

Se efectuaron medidas convencionales de 100 ejemplares de *A. persimilis* por muestra utilizando un microscopio óptico, provisto de un ocular micrométrico Arcano de 10 X, en cámaras de Sedgwick – Rafter. Dichas medidas se emplearon para la determinación de la proporción por estadios y para la estimación de la biomasa, a partir de fórmulas que relacionan la longitud total con el peso seco (Wurtsbaugh, 1992). La metodología para el análisis de la población de *A. persimilis* se realizó en base a lo descrito en Echaniz *et al.* (2015). En los casos donde se detectó baja densidad, se efectuaron las mediciones de todos los ejemplares presentes en las muestras.

Análisis de datos

Para la caracterización del ambiente estudiado, se utilizó el sistema de clasificación de aguas epicontinentales en base a la salinidad propuesto por Hammer (1986).

A efectos de analizar las relaciones entre los distintos 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 utilizaron los programas estadísticos Past (Hammer *et al.*, 2001) e Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2010).

RESULTADOS

Parámetros Ambientales

El análisis del contenido iónico realizado mostró que la laguna Este es de tipo clorurada sódica (Fig. 8), la relación M/D (cationes monovalentes/bivalentes) fue 21,26. La dureza total del agua fue 7940 mg.L⁻¹ y la alcalinidad total 262,9 mg.L⁻¹.

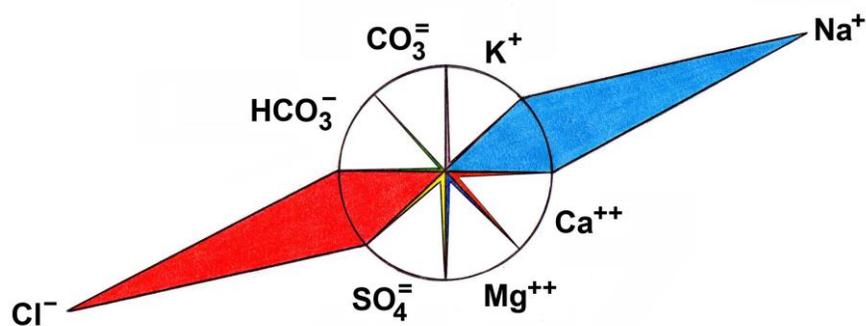


Figura 8. Diagrama de Maucha representando la relación entre los iones principales presentes en el agua de la laguna Este.

Durante el período estudiado, la temperatura del agua siguió un patrón estacional (Fig. 9). Se registró una mínima de 9,7 °C en junio y una máxima de 27,45 °C en noviembre. La concentración de oxígeno disuelto alcanzó una media de 8,88 mg.L⁻¹ ($\pm 0,93$), con valores que fluctuaron entre 7,5 – 7,8 mg.L⁻¹ en los meses de mayor temperatura (octubre – noviembre) y 10,5 mg.L⁻¹ en el mes que presentó la temperatura más baja (junio) (Fig. 9). El coeficiente de correlación entre ambas variables fue elevado y significativo ($r_s = -0,95$; $p < 0,05$).

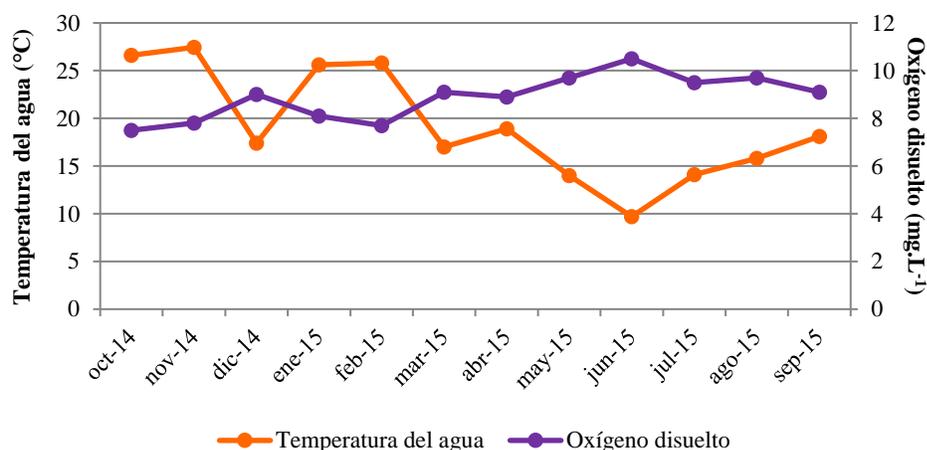


Figura 9. Variación mensual de la temperatura del agua y el oxígeno disuelto durante el período analizado en la laguna Este.

La salinidad fue elevada durante todo el período estudiado y presentó una media de 262,17 g.L⁻¹ (\pm 43,87). Su valor mínimo se registró en noviembre (183,7 g.L⁻¹), mientras que el máximo se registró en marzo (317,2 g.L⁻¹). Por su parte, la profundidad fue relativamente baja, variando entre 0,33 m (febrero) y 0,9 m (noviembre) (Fig. 10). Ambas variables se correlacionaron de manera significativa ($r_s = -0,81$; $p < 0,05$).

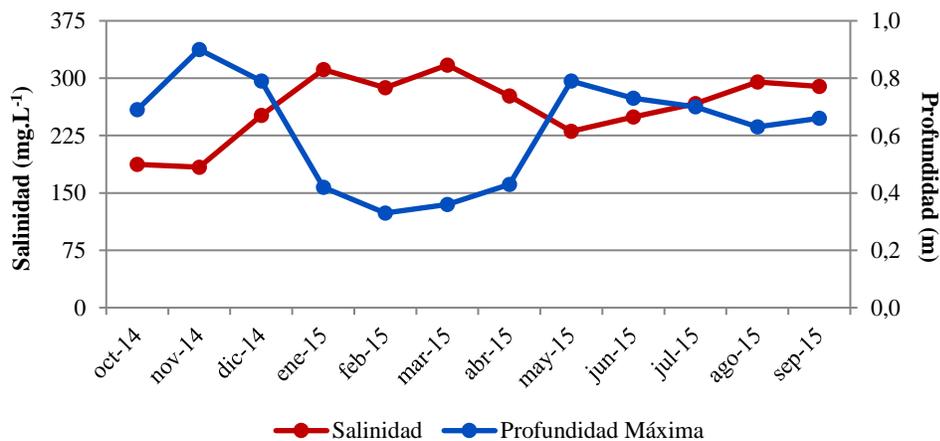


Figura 10. Variación mensual de la salinidad y la profundidad máxima durante el período analizado en la laguna Este.

El pH fue casi constante a lo largo del período analizado, oscilando entre 6,9 en enero y 8 en marzo. El valor promedio fue de 7,58 ($\pm 0,33$) y se mantuvo relativamente estable a lo largo del período estudiado (Fig. 11).

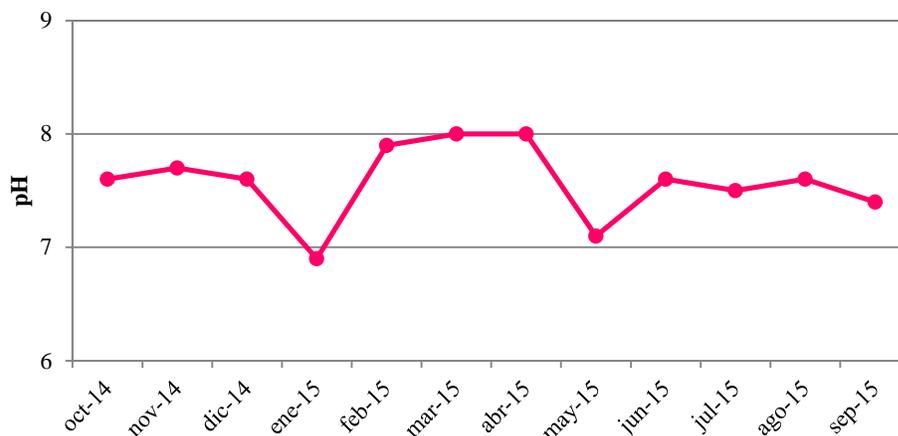


Figura 11. Variación mensual del pH durante el período analizado en la laguna Este.

La transparencia del agua fue siempre elevada, oscilando entre 0,25 m en septiembre y 0,9 m en noviembre (media: 0,56 m $\pm 0,21$). La concentración de sólidos suspendidos totales mostró una media de 25,02 mg.L⁻¹ ($\pm 20,31$). Presentó un mínimo en octubre, cuando apenas alcanzó 1,07 mg.L⁻¹ y tuvo dos picos pronunciados en enero y agosto, cuando sus valores llegaron a 60,45 mg.L⁻¹ y 57,40 mg.L⁻¹ respectivamente (Fig. 12). No se encontró correlación significativa entre la transparencia del agua y las demás variables ambientales analizadas.

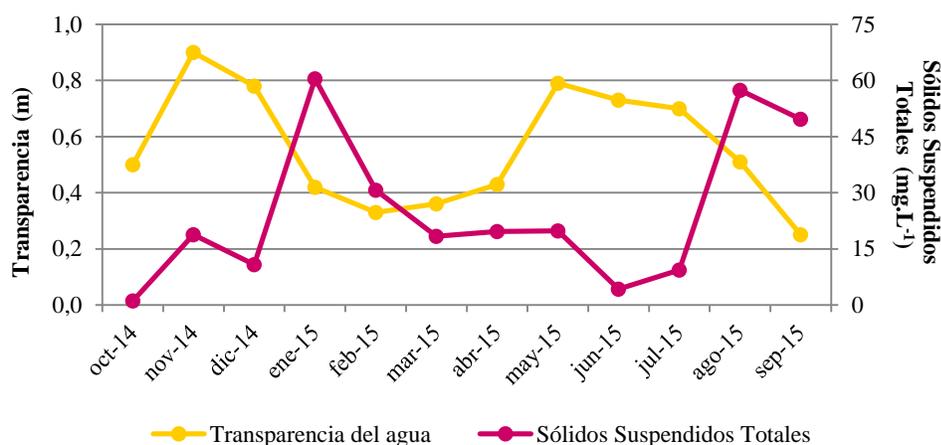


Figura 12. Variación mensual de la transparencia del agua y la concentración de sólidos suspendidos totales durante el período analizado en la laguna Este.

Los contenidos de sólidos suspendidos tanto orgánicos como inorgánicos fueron bajos durante el período estudiado, con valores medios de $4,80 \text{ mg.L}^{-1}$ ($\pm 4,37$) y $20,22 \text{ mg.L}^{-1}$ ($\pm 16,23$) respectivamente. En todas las ocasiones de muestreo, la mayor proporción de seston total estuvo dada por la fracción inorgánica, que a lo largo del año de estudio representó el 81% del total (Fig.13).

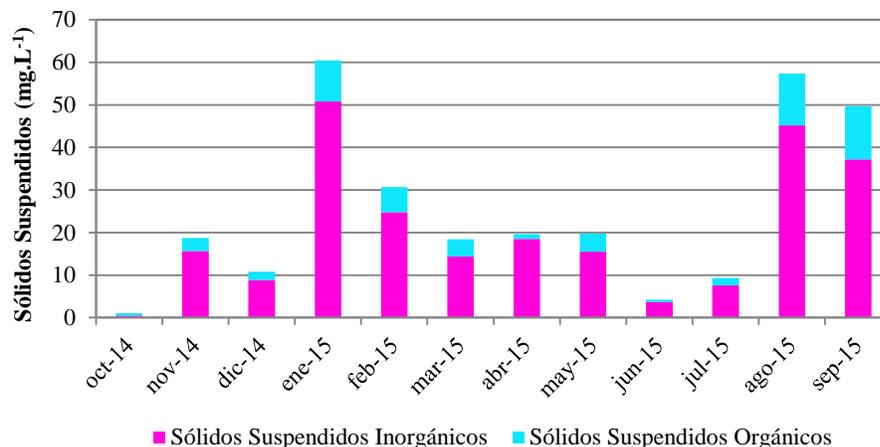


Figura 13. Variación mensual de los sólidos suspendidos orgánicos e inorgánicos durante el período analizado en laguna Este.

En el caso de la clorofila *a* fitoplanctónica, las concentraciones también fueron reducidas en la mayoría de los meses, exceptuando dos picos que se produjeron en agosto y septiembre, con valores de $14,42 \text{ mg.m}^{-3}$ y $28,95 \text{ mg.m}^{-3}$ respectivamente (Fig.14). Se verificó una correlación significativa elevada con la concentración de sólidos suspendidos orgánicos ($r_s = 0,8$; $p < 0,05$).

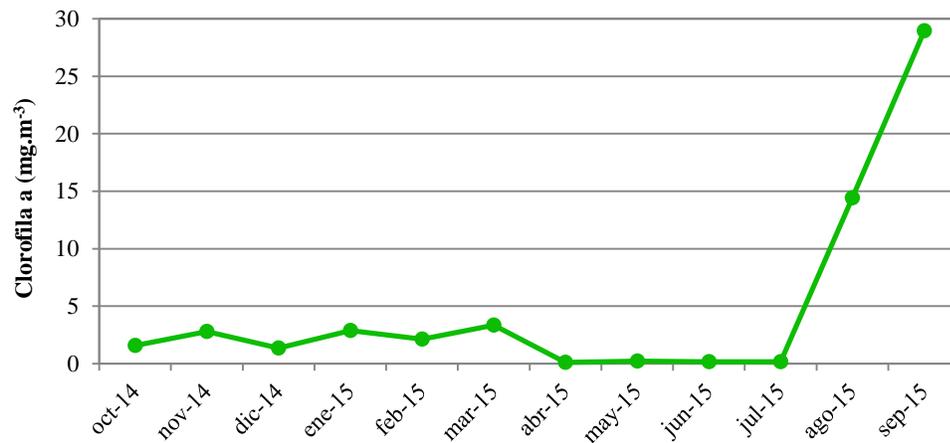


Figura 14. Variación mensual de la concentración de clorofila *a* durante el período analizado en la laguna Este.

Parámetros biológicos

La densidad media total de *Artemia persimilis* durante el período en estudio fue de 209,31 ind.L⁻¹ (\pm 214,04). Fluctuó entre un mínimo de 8,50 ind.L⁻¹ en julio y una abundancia máxima de 664,06 ind.L⁻¹ en abril (Fig. 15). Este parámetro solamente mostró una correlación significativa con la temperatura del agua ($r_s = 0,57$; $p < 0,05$).

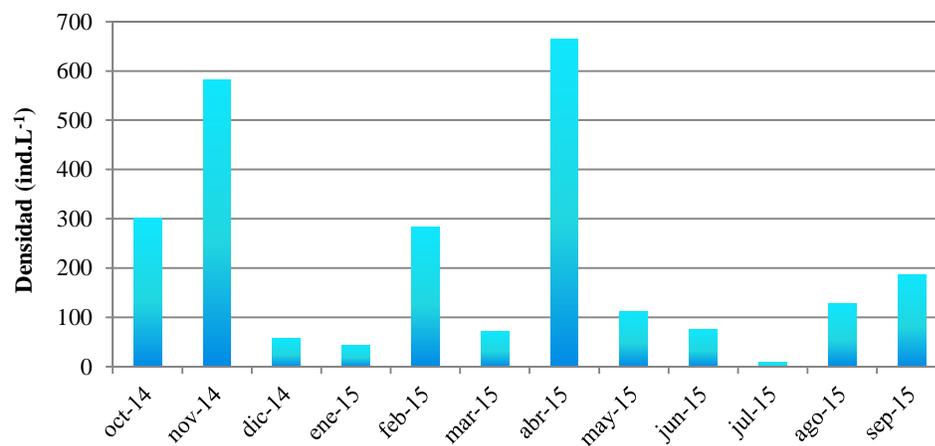


Figura 15. Variación mensual de la densidad de *Artemia persimilis* durante el período analizado en la laguna Este.

La presencia de los primeros estadios (nauplios y metanauplios) se verificó en todos los meses excepto diciembre y julio, en los que se observaron sólo post-metanauplios y el grupo constituido por post-larvas y adultos. Los estadios avanzados no se registraron en los meses de octubre y marzo (Fig.16).

Los estadios se alternaron en la dominancia. La abundancia de nauplios fue superior en febrero y marzo, cuando representaron el 52% y 85% de la densidad total, mientras que los metanauplios prevalecieron en octubre (50%), noviembre (43%) y mayo (55%) (Fig.16). Se obtuvieron correlaciones significativas positivas entre la densidad de nauplios y metanauplios con la temperatura ($r_s = 0,61$; $p < 0,05$ y $r_s = 0,57$; $p < 0,05$ respectivamente).

Los post-metanauplios fueron los estadios más frecuentes en relación a la densidad total durante todo el período estudiado, llegando a conformar hasta el 78% de la población en abril, mes donde se registró la mayor abundancia. El grupo constituido por post-larvas y adultos dominó en enero (61%) y julio (52%), en los cuales se registraron las menores densidades totales. Sólo en el mes de diciembre se observaron proporciones iguales de los estadios más avanzados (Fig.16).

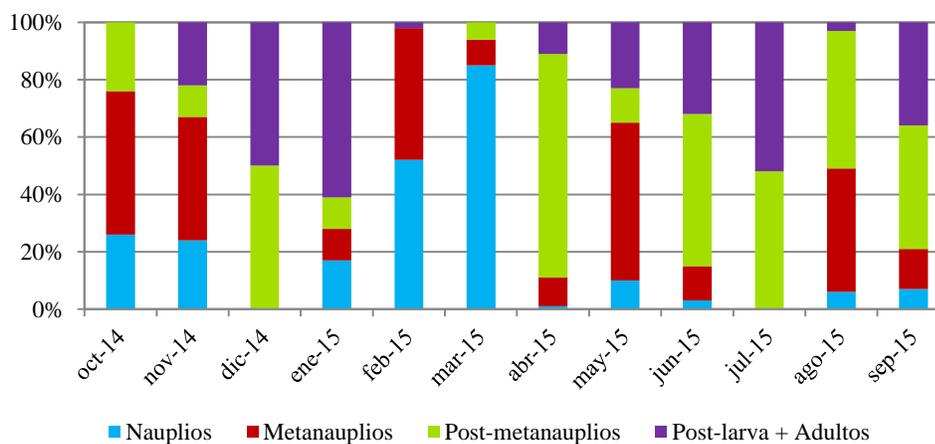


Figura 16. Variación mensual de contribución relativa de los diferentes estadios de *Artemia persimilis* a la densidad total durante el período analizado en la laguna Este.

La talla promedio de los nauplios fue de 0,49 mm ($\pm 0,032$), con un valor mínimo de 0,26 mm registrado en marzo y un valor máximo de 0,59 mm en mayo y agosto. En el caso de los metanauplios, las tallas oscilaron entre 0,60 mm y 1,19 mm en los meses estivales (media: $0,81 \pm 0,118$). Los post-metanauplios y el grupo post-larvas y adultos mostraron valores

ampliamente superiores, alcanzando medias de 2,38 mm ($\pm 0,756$) y 5,46 mm ($\pm 0,721$) respectivamente. Las tallas mínimas y máximas registradas para los post-metanauplios fueron de 1,2 mm y 3,99 mm, mientras que para el estadio más avanzado fluctuaron entre 4 mm y 10,12 mm respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Variación mensual de las tallas medias, mínimas y máximas de los diferentes estadios de *Artemia persimilis* durante el período analizado en la laguna Este.

	Nauplios		Metanauplios		Post-metanauplios		Post-larvas + Adultos	
	Media	Mín - Máx	Media	Mín - Máx	Media	Mín - Máx	Media	Mín - Máx
oct-14	0,478	0,313 - 0,575	0,773	0,600 - 1,175	1,377	1,200 - 1,613	-	-
nov-14	0,474	0,338 - 0,588	0,808	0,600 - 1,188	2,068	1,200 - 3,688	6,753	4,625 - 10,125
dic-14	-	-	-	-	3,460	2,475 - 3,938	4,645	4,000 - 5,875
ene-15	0,480	0,388 - 0,588	0,789	0,600 - 1,063	2,494	1,225 - 3,975	5,629	4,075 - 7,113
feb-15	0,520	0,363 - 0,588	0,663	0,600 - 0,875	-	-	6,381	5,575 - 7,188
mar-15	0,464	0,263 - 0,588	0,772	0,600 - 1,063	1,906	1,288 - 2,663	-	-
abr-15	0,438	-	1,090	0,900 - 1,175	1,821	1,213 - 3,838	5,170	4,375 - 6,413
may-15	0,536	0,385 - 0,592	0,795	0,607 - 1,036	3,506	2,708 - 3,981	4,984	4,011 - 6,941
jun-15	0,528	0,503 - 0,577	0,678	0,607 - 0,755	3,367	2,472 - 3,996	4,777	4,026 - 7,252
jul-15	-	-	-	-	3,165	2,309 - 3,907	4,801	4,070 - 7,089
ago-15	0,508	0,385 - 0,592	0,858	0,607 - 1,184	2,045	1,273 - 3,152	5,175	4,070 - 6,438
sep-15	0,516	0,370 - 0,577	0,853	0,622 - 1,169	2,883	1,258 - 3,981	4,835	4,011 - 7,874

La biomasa media total calculada fue de 7535,10 $\mu\text{g.L}^{-1}$ ($\pm 12376,57$), con un mínimo de 178,04 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en marzo, y un máximo de 44600,84 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en noviembre (Fig.17). No se correlacionó significativamente con ninguna variable ambiental ni con la densidad total.

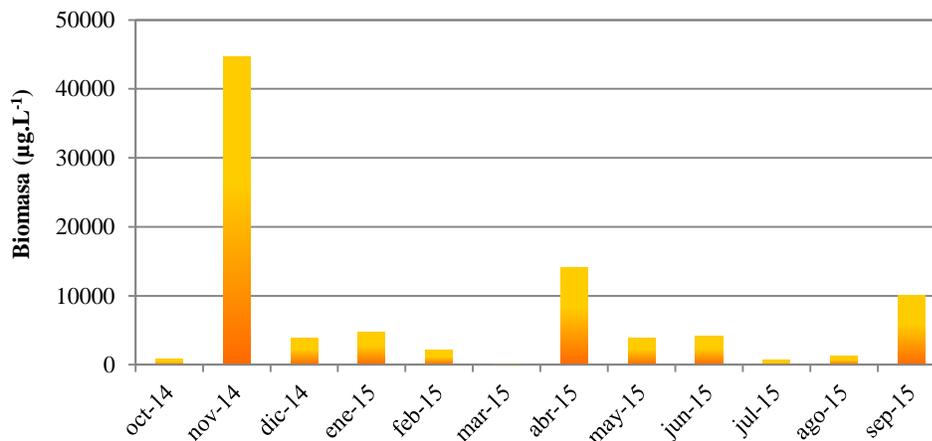


Figura 17. Variación mensual de la biomasa de *Artemia persimilis* durante el período analizado en la laguna Este.

La biomasa del grupo post-larvas y adultos predominó en la mayoría de los meses del período en estudio, con un mínimo de 63% alcanzado en junio y un máximo de 97% en enero. En los meses donde no se registró este grupo, la mayor biomasa fue aportada por los estadios menos desarrollados, como en los casos de octubre y marzo, donde dominaron los metanauplios (48%) los nauplios (70%) respectivamente. En agosto, los post-metanauplios constituyeron el 45% de la biomasa total, seguido de post-larvas y adultos (41%) (Fig. 18).

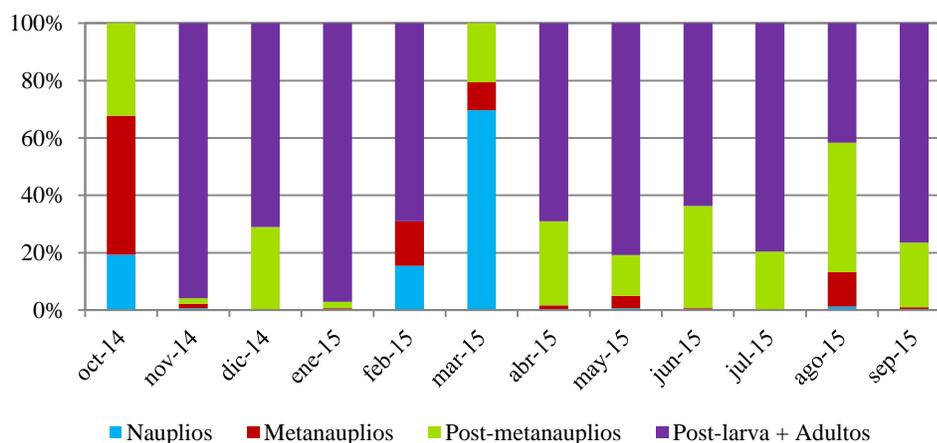


Figura 18. Variación mensual de contribución relativa de los diferentes estadios de *Artemia persimilis* a la biomasa total durante el período analizado en la laguna Este.

DISCUSIÓN

La laguna Este es un lago somero caracterizado como hipersalino (Hammer, 1986), ya que su salinidad media rondó los 260 g.L⁻¹. Este valor fue intermedio en comparación con otros cuerpos de agua hipersalinos de la provincia de La Pampa que también evidencian procesos de evaporación muy marcados. Tal es el caso de la laguna La Amarga (38° 13' S; 66° 07' O), (uno de los cuerpos de agua más extensos de la provincia, perteneciente a un sistema fluvial actualmente inactivo que sólo se reanuda cuando ingresa agua proveniente del Río Chadileuvú) donde se registró una salinidad media de 115 g.L⁻¹ durante el período comprendido entre enero y octubre de 2007 (Echaniz *et al.*, 2015) o la Laguna Utracán (37° 17' S; 64° 36' O) durante 2009, que tuvo una salinidad media de 228,22 g.L⁻¹, con un pico máximo de 424,7 g.L⁻¹ aunque sin registro de *Artemia persimilis* a esta salinidad (Echaniz com. pers.). Por otro lado, la laguna Guatraché (37° 45' S; 63° 33' O) presentó una salinidad de 345,2 g.L⁻¹, registrándose *A. persimilis* en la máxima salinidad reportada para cuerpos de agua naturales hasta la actualidad: 418,5 g.L⁻¹ (Vignatti *et al.*, 2014).

La laguna Este es un ambiente localizado en una región donde la evapotranspiración supera ampliamente las precipitaciones (Roberto *et al.*, 1994), lo cual explicaría la variabilidad en algunos de sus parámetros. Tal es el caso de la profundidad, que alcanzó 0,90 m en noviembre y luego debido a procesos de evaporación, descendió marcadamente, fluctuando entre 0,30 – 0,50 m en los meses de verano. Otro parámetro que varió ampliamente fue la salinidad, ya que osciló 133,5 g.L⁻¹ en todo el período analizado, situación similar a la registrada en las lagunas La Amarga aunque con menor variación (46 g.L⁻¹) y Guatraché donde fue muy amplia (139,5 g.L⁻¹) (Echaniz *et al.*, 2015; Vignatti *et al.*, 2014).

El pH fue levemente alcalino y similar al de otras lagunas hipersalinas tales como La Amarga y Guatraché, donde los valores medios fueron 7,82 (\pm 0,53) y 7,70 (\pm 0,23) respectivamente (Echaniz *et al.*, 2015; Vignatti *et al.*, 2014).

La transparencia del agua fue siempre elevada, llegando a ser total en la mayoría de los meses estudiados, lo que podría atribuirse a las bajas concentraciones de clorofila *a* registradas, como ocurrió en La Amarga y Guatraché (1,65 mg.m⁻³ y 8,39 mg.m⁻³ respectivamente) (Echaniz *et al.*, 2015; Vignatti *et al.*, 2014). Sólo en los meses de agosto y septiembre la transparencia fue reducida debido a dos picos de clorofila *a* fitoplanctónica. Asimismo, las concentraciones de sólidos suspendidos totales fueron reducidas, contribuyendo

a que la transparencia fuese elevada y siempre predominó la fracción inorgánica (81% del total). Los mayores valores se registraron en enero, agosto y septiembre, pudiéndose atribuir a los vientos estacionales frecuentes de la región (Cano, 1980).

La densidad promedio de *Artemia persimilis* en la laguna Este fue muy elevada (cerca a 210 ind.L⁻¹), superando ampliamente a las densidades registradas en La Amarga (1,56 ind.L⁻¹) y Guatraché (11,5 ind.L⁻¹). Esta diferencia con la primera de ellas (La Amarga) podría estar relacionada con la disponibilidad de alimento (Castro Mejía *et al.*, 2009) debido a que la cantidad de clorofila *a* en esta laguna fue casi tres veces menor (Echaniz *et al.*, 2015); mientras que con la segunda (Guatraché) la mayor salinidad registrada durante todo el período estudiado, podría ser el factor ambiental limitante para la densidad (Vignatti *et al.*, 2014). Es conocido que el elevado estrés ambiental condicionaría procesos fisiológicos tales como la osmorregulación (Cohen, 1998; Gajardo & Beardmore, 2012). Es importante destacar que los valores mínimos de salinidad de la laguna de Guatraché coincidieron con los máximos medidos en la laguna Este. La densidad total correlacionó positivamente con la temperatura, indicando así que hubo mayor abundancia a temperaturas más altas y viceversa. No se encontró correlación entre la densidad y la salinidad, considerado el principal factor de estrés en este tipo de ambientes, pero esto podría deberse a que la salinidad a la que se registró *Artemia persimilis* en la laguna Este está incluida en el rango óptimo para el desarrollo de esta especie (Vignatti *et al.*, 2014).

La abundancia de nauplios y metanauplios fue mayor en los meses de temperaturas más elevadas lo cual indicaría que en ese momento la población se estaría reproduciendo a partir de huevos subitáneos. Sin embargo, durante diciembre y enero la población estuvo dominada por post-metanauplios, post-larvas y adultos. Esto podría deberse a un incremento de la salinidad que llegó a superar 310 g.L⁻¹ en enero, lo que habría aumentado el estrés ambiental (Herbst, 2001; Castro Mejía *et al.*, 2009) repercutiendo en la aparición de estadios juveniles. Durante los meses invernales también predominaron los post-metanauplios, post-larvas y adultos lo que podría ser atribuido a una disminución de la reproducción debido a las bajas temperaturas. *Artemia persimilis* es una especie ectoterma, que no regula la temperatura corporal, por lo que, cambios en la temperatura del medio, influyen en su metabolismo; en este caso, el descenso de este parámetro en invierno, se reflejaría en una disminución de la tasa metabólica y en consecuencia menor asignación de energía para la reproducción (Hill *et al.*, 2006).

Respecto a la distribución estacional de los diferentes estadios, se observaron similitudes con la de otros lagos hipersalinos de la provincia de La Pampa. Tanto en La Amarga (Echaniz *et al.*, 2015), en Guatraché (Vignatti *et al.*, 2014) y en la laguna Este, durante los meses primaverales siempre predominaron nauplios y metanauplios mientras que en los meses estivales e invernales dominaron los postmetanauplios, post-larvas y adultos.

La biomasa promedio de *A. persimilis* fue muy elevada (cerca a 7500 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) y estuvo relacionada con el tamaño de los organismos. El grupo de las post-larvas y adultos fue el que contribuyó en mayor proporción a la biomasa total poblacional (máximo: 97% en enero), independientemente de la densidad mientras que las excepciones se observaron en octubre y marzo, donde la mayor biomasa fue aportada por metanauplios y nauplios respectivamente, momento en que no se registraron ejemplares de los estadios más avanzados.

La biomasa media en Laguna Este fue considerablemente mayor a la de La Amarga, donde se calculó un valor promedio de 122,43 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ en la que aunque también dominaron los estadios más avanzados, la densidad fue mucho menor (Echaniz *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

- El rango de salinidad registrado durante un ciclo anual indica que la laguna Este es hipersalina.
- En la composición iónica del agua predominaron los iones Cl^- y Na^+ , por lo que se la clasifica como clorurada sódica.
- La temperatura y la salinidad del agua de la laguna Este variaron de forma similar a la de otros cuerpos de agua hipersalinos de la provincia de La Pampa, que sufren marcados procesos de evaporación.
- Debido a las bajas concentraciones de clorofila *a* fitoplanctónica y sólidos suspendidos, la transparencia del agua de la laguna Este fue elevada.
- La densidad y biomasa medias de *A. persimilis* fueron muy elevadas, superando ampliamente a los registros obtenidos en otros cuerpos de agua similares de la provincia de La Pampa.
- La densidad se correlacionó positivamente con la temperatura del agua.

- La densidad y la biomasa promedio y por estadio de *A. persimilis* no se correlacionaron con la salinidad, lo que indica que la especie se encuentra dentro de su rango de tolerancia y no es afectada por el estrés que produce este factor ambiental.
- Los post-metanauplios fueron los más frecuentes durante el período de estudio, difiriendo de algunos cuerpos de agua hipersalinos similares como La Amarga y Guatraché, los cuales estuvieron dominados por los estadios más juveniles (nauplios y metanauplios).
- La abundancia de nauplios y metanauplios se correlacionó con la temperatura del agua, indicando que la población se reproduce más en los meses de mayor temperatura.
- El mayor aporte a la biomasa total estuvo dado por las post-larvas y adultos, dado que este parámetro depende principalmente de la talla de los organismos.
- Este trabajo de tesina constituye un aporte al conocimiento de la estructura y dinámica poblacional de *A. persimilis* en condiciones naturales.

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.
- Ben Naceur, H., Ben Rejeb Jenhani, A., El Cafsi, M. & Salah Romdhane, M. 2008. Determination of biological characteristics of *Artemia salina* (Crustacea: Anostraca) population from Sabkhet Sijoumi (NE Tunisia). *Transitional Waters Bulletin* 3: 65-74.
- Bucher, E. H. (Ed.). 2006. Bañados del río Dulce y laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina). Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina).
- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Fascículo 1, Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Ed. Acme. Buenos Aires.
- Cano, E. (coord.). 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.
- Castro Mejía, J., Castro Barrera, T., Arredondo Figueroa, J., Hernández-Hernández, L. H., Castro Mejía, G., De Lara Andrade, R. & Dosta Monroy, M. C. 2009. La salinidad y su efecto en la reproducción del crustáceo *Artemia* sp. *ContactoS* 73: 5 – 15.
- Cohen, R. G. 1998. Capítulo 47: Anostraca. Pp. 491-501. En: S. Coscarón y J. J. Morrone (eds.), Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Ediciones Sur, La Plata.
- Cohen, R. G., Rodríguez Gil, S. G. & Vélez, C. G. 1999. The post-embryonic development of *Artemia persimilis* Piccinelli & Prosdocimi. *Hydrobiologia* 391: 63 – 80.
- Cohen, R. G., Amat, F., Hontoria, F. & Navarro, J. 1999. Preliminary characterization of some Argentinean *Artemia* populations from La Pampa and Buenos Aires provinces. *International Journal of Salt Lake Research* 8: 329 – 340.
- De Los Ríos, P. & Crespo, J. 2004. Salinity effects on the abundance of *Boeckella poopensis* (Copepoda, Calanoida) in saline ponds in the Atacama Desert, northern Chile. *Crustaceana* 77 (4): 417 – 423.

- Del Ponti, O. D., Cabrera, G. C., Vignatti, A. M. & Echaniz, S. A. 2015. Dynamics of the Limnological Parameters and Zooplankton of La Brava, a Shallow Lake of the Atuel-Salado-Chadileuvú-Curacó Rivers System (La Pampa, Argentina). *Applied Ecology and Environmental Sciences* 3 (6): 193 – 199.
- Dhont, J. & Sorgeloos, P. 2002. Applications of *Artemia*. In: Abatzopoulos T. J, Beardmore J. A, Clegg J. S, Sorgeloos P, eds. *Artemia* basic and applied biology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 251 – 277.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada. M. & Robledo, C. W. 2010. InfoStat (versión 2010). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Accesible at <http://www.infostat.com.ar/>
- Echaniz, S. 2010. Composición y abundancia del zooplancton en lagunas de diferente composición iónica de la provincia de La Pampa. Tesis doctoral. Universidad de Río Cuarto, Facultad de Ciencias Exactas, Fisico-Químicas y Naturales.
- Echaniz, S. & Vignatti, A. 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. & Vignatti, A. 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. 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., Vignatti, A., Paggi, J. C. & José de Paggi, S. 2005. Riqueza y composición del zooplancton de lagunas saladas de Argentina. *Revista FABICIB* 9: 25 – 39.
- Echaniz, S., Vignatti, A., José de Paggi, S., 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., Vignatti, A. & Cabrera, G. 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., Vignatti, A. & Segundo, J. 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., Vignatti, A., Cabrera, G. & José de Paggi, S. 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., Rodríguez, C. & Vignatti, A. M. 2013a. 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., Cabrera, G. C., Aliaga, P. L. & Vignatti, A. M. 2013b. 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., Cabrera, G. & Vignatti, A. 2015a. The ecology of the saline lakes in the semiarid Pampa central (Argentina): limnological characterization and zooplankton of Utracán. *Advances in Life Sciences* 5 (3): 64 – 72.
- Echaniz, S. A., Cabrera, G. C. & Vignatti, A. M. 2015b. Limnological parameters and population structure of *Artemia persimilis* Piccinelli and Prosdocimi, 1968 (Crustacea, Anostraca) in La Amarga, a hypersaline lake of La Pampa (Argentina). *Research in Zoology* 5 (2): 25 – 31.
- Gajardo, G. M. & Beardmore J. 2012. The brine shrimp *Artemia*: adapted to critical life conditions. *Frontiers in Physiology* 3: 1 – 8.
- Geddes, M. C., De Dekker, P., Willams, W. D., Morton, D. W. & Topping, M. 1981. On the chemistry and biota of some saline lakes in Western Australia. *Hydrobiologia* 82: 201 – 222.
- Green, J. 1993. Zooplankton associations in East African Lakes spanning a wide salinity range. *Hydrobiologia* 267: 249 – 256.
- Green, J. D. & Mengestou, S. 1991. Specific diversity and community structure of Rotifera in a salinity series of Ethiopian inland waters. *Hydrobiologia* 209: 95 – 106.
- Greenwald, G. & Hurlbert, S. 1993. Microcosm analysis of salinity effects on coastal lagoons plankton assemblages. *Hydrobiologia* 267: 307 – 335.

- Hammer, Ø, Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. 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. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- 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.
- Hill, R., Wyse, G. & Anderson, M. 2006. Fisiología Animal. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires. 1° Ed..
- Ivanova, M. B. 1990. Zooplankton of highly saline lakes. *Hydrobiological Journal* 26 (6): 1 – 9.
- 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.
- Locascio de Mitrovich, C., Villagra de Gamundi, A., Juárez, J. & Ceraolo, M. 2005. Características limnológicas y zooplankton de cinco lagunas de la Puna – Argentina. *Ecología en Bolivia* 40 (1): 10 – 24.
- Mechaly, A. S., Cervellini, P. M. & Bambill G. A. 2004. Experiencias preliminares con *Artemia persimilis* (Crustacea, Anostraca) como potencial alimento vivo en acuicultura. *AquaTIC* 21: 1 – 7.
- Mechaly, A. S., Angeletti, S., De los Ríos-Escalante, P. & Cervellini, P. M. 2013. A review of the biology and ecology of *Artemia persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968 (Crustacea: Anostraca) as basis for its management. *International Journal of Artemia Biology* 3 (1): 12 – 19.
- Medina, G. R., Goenaga, J., Hontoria, F., Cohen G. & Amat F. 2007. Effects of temperature and salinity on prereproductive life span and reproductive traits of two species of *Artemia* (Branchiopoda, Anostraca) from Argentina: *Artemia franciscana* and *A. persimilis*. *Hydrobiologia* 579: 41 – 53.
- Moss, B. 1994. Brackish and freshwater shallow lakes- different systems or variations on the same theme? *Hydrobiologia* 275/276: 1 – 14.

- Muñoz, J., Amat, F., Green, A., Figuerola, J. & Gómez, A. 2013. Bird migratory flyways influence the phylogeography of the invasive brine shrimp *Artemia franciscana* in its native American range. *PeerJ* 1:e200; DOI 10.7717/peerj.200.
- Pastorino, X. I., Marschoff, E. & Cohen, R. G. 2002. Reproductive and brood cycles of *Artemia persimilis* Piccinelli and Prosdocimi from Colorada Chica Lake (Province of La Pampa, República Argentina), under laboratory conditions. *Hydrobiologia* 486: 279 – 288.
- Roberto, Z. E., Casagrande, G. & Viglizzo, E. F. 1994. Lluvias en la Pampa Central. Tendencias y variaciones. Centro Regional La Pampa – San Luis, INTA. Publicación N° 12.
- Rodríguez-Canché, L., Maldonado-Montiel, T. & Carrillo-Navarro, L. 2006. Calidad biológica y bioquímica de la población de *Artemia* (Anostraca: Artemiidae) localizada en las salinas de Real de Salinas, Calkiní, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical (Internacional Journal of Tropical Biology)* 54 (4): 1283 – 1293.
- Sato, N. E., Mallo, J. C. & Fenucci, J. L. 2004. Calidad de los quistes de *Artemia persimilis* (Piccinelli & Prosdocimi) (Crustacea: Branchiopoda) de diferentes zonas de Argentina, como alimento en acuicultura. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 39: 79 – 92.
- Sokal, R. & Rohlf, F. 1995. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Ed. Blume, Barcelona.
- Sorgeloos, P., Lavens, P., Lè, P., Tackaert, W. & Versichele, D. 1986. Manual para el cultivo y uso de *Artemia* en acuicultura. Programa Cooperativo Gubernamental, FAO-Italia.
- Vignatti, A. 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 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., Festa, R.; Cabrera, G. C. & Echaniz, S. 2012a. 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.

- Vignatti, A. M., Cabrera, G. C. & Echaniz, S. 2012b. 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., Paggi, J. C., Cabrera, G. C. & Echaniz, S. A. 2012c. 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., Pilati, A. & Echaniz, S. A. 2014. Biology of *Artemia persimilis* Piccinelli and Prosdocimi, 1968 (Crustacea Anostraca) at the highest salinities reported for the species under natural conditions. *International Journal of Artemia Biology*. 4 (1): 38 – 43.
- Villagra de Gamundi, A., Locascio de Mitrovich, C., Juárez, J. & Ferrer, G. 2008. Consideraciones sobre el zooplancton de las lagunas de Yala (Jujuy, Argentina). *Ecología en Bolivia* 43 (2) 1 – 16.
- Wetzel, R.G. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. 3° Ed. Academic Press Elsevier, San Diego.
- Wurtsbaugh, W. A. 1992. Food-web modification by an invertebrate predator in the Great Salt Lake (USA). *Oecologia* 89: 168 – 175.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. 3° Ed. Prentice Hall, New Jersey.