

Características limnológicas y zooplancton de cinco lagunas de la Puna - Argentina*

Limnological characteristics and zooplankton in five shallow lakes, Puna – Argentina

Cecilia Locascio de Mitrovich, Alcira Villagra de Gamundi,
Jorgelina Juárez & Mariana Ceraolo

Instituto de Limnología del Noroeste Argentino (ILINOA)– Facultad de Ciencias Naturales e
Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán - Miguel Lillo 205, 4000.
Tucumán, Argentina; clocascio@unt.edu.ar

Resumen

Existen escasos antecedentes de estudios limnológicos en lagunas de alta montaña del noroeste Argentino. En el presente trabajo, se evalúan algunas características limnológicas y se analiza el zooplancton de cinco lagunas de la Puna (24° - 27° S y 66° - 67° O) (Catamarca - Salta) entre 3.250 y 4.400 m. El área de estudio presenta un clima riguroso, con marcadas amplitudes térmicas, vientos frecuentes, precipitaciones escasas y vegetación xerófila baja. Las lagunas permanentes o semipermanentes registraron una temperatura del agua entre 11 y 19° C, profundidad entre 0.5 y 1.5 m, conductividad entre 612 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y mayor de 20000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y pH entre 6.3 y 8.5. El zooplancton presentó una composición específica de 24 especies: 5 rotíferos, 12 cladóceros y 7 copépodos. Los análisis cuantitativos infirieron una estructura comunitaria formada por predominancia de macrozooplancton sobre microzooplancton, típico de ambientes sin peces. El microzooplancton registró mayor abundancia de rotíferos sobre formas naupliares y el macrozooplancton, predominancia de copépodos sobre cladóceros (principalmente quidóridos y macrotrícidos). La biomasa de *Boeckella* (cuatro especies) constituyó el mayor recurso alimenticio para aves filtradores, especialmente flamencos. Los ambientes se diferenciaron por su salinidad, profundidad y heterogeneidad asociada a hidrófitas. Los humedales salinos presentaron un zooplancton de baja riqueza, con especies indicadoras como *Brachionus plicatilis* y *Boeckella poopensis*.

Palabras clave: Zooplancton, Lagunas de altura, Noroeste Argentino

Abstract

Few studies on the zooplanktonic communities of high-mountain lakes in northwestern Argentina (NOA) have been yet undertaken. In the present work five ponds in the Puna region

* Presentado en V Congreso Latinoamericano de Ecología, Jujuy - Argentina. Subvencionado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Tucumán (Proyecto CIUNT n° 26/229) y CONICET (PIP 871/98)

of Catamarca and Salta (24 - 27° S and 66 - 67° W, 3.250 - 4.400 m) were sampled for qualitative and quantitative zooplankton analysis. The study area presents a rigorous climate, with marked daily temperature fluctuations, frequent winds, scarce rainfall and low xerophyllous vegetation. The permanent or semipermanent lakes exhibit water temperatures ranging 11 and 19° C, depths between 0,5 and 1.5 m, conductivity between 612 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ and $>20000 \mu\text{S cm}^{-1}$, and pH between 6.3 and 8.6. Zooplankton presented 24 species: 5 rotifers, 12 cladocerans and 7 copepods. The quantitative analysis inferred a community structure with dominant macrozooplankton over microzooplankton, characteristic of lakes where fish are absent. Microzooplankton registered higher abundance of rotifers and scarce nauplii, and macrozooplankton with dominant copepods over cladocerans (mainly chydorids and macrothricids). The high *Boeckella* biomass were the best available food for flamingo species. Saline shallow lakes showed low species richness and halobiont species (*Brachionus plicatilis* and *Boeckella poopoensis*).

Key words: Zooplankton, Mountain lagoons, Northwestern Argentina.

Introducción

Los humedales de alta montaña constituyen interesantes ambientes por su insularidad y la variabilidad de factores que interactúan determinando características peculiares, con una biota poco común. Debido a problemas de acceso, estos se han autopreservado sin que se verifiquen otras alteraciones que las debidas a fenómenos naturales. Sin embargo, presentan alta fragilidad y baja resiliencia frente a la acción antrópica.

En Argentina dichos ambientes se ubican en su mayoría por encima de los 3.000 m en la cadena montañosa andina occidental. Los más relevantes antecedentes biológicos existentes para las lagunas de la puna se refieren a invertebrados y especialmente a aves acuáticas (Mascitti & Caziani 1997, Caziani & Derlindati 2000, Sureda 2003, entre otros).

En el noroeste argentino en particular, se encuentran numerosas lagunas situadas entre los 3.000 y 5.500 m. Se conocen algunos trabajos sobre variables limnológicas (Halloy 1978, 1982) y zooplancton de ambientes leníticos de los Nevados del Aconquija y Cumbres Calchaquíes - Tucumán (Locascio

de Mitrovich 1986, 1990, Paggi & Villagra de Gamundi 1980, Villagra de Gamundi 1984a, 1984b, 1994, 1998) y en la región puneña (Salusso et al. 1997, Locascio de Mitrovich & Ceraolo 1999).

Según Bucher et al. (1996), la puna - altoandina es una región particularmente importante ya que se le adjudicó un valor biológico alto en base a sus endemismos, diversidad alfa, diversidad beta, unicidad biológica, presencia de especies de importancia, y por incluir hábitats naturales de abundantes poblaciones de aves acuáticas y de camélidos, especies endémicas y/o amenazadas. Existen varios factores de impacto ambiental (extracción de leña, sobrepastoreo, quema de pastizales, destrucción de turberas, actividad minera y turística no regulada, introducción de especies exóticas y caza indiscriminada) que inciden en forma relevante en la conservación de estos hábitats.

En tal sentido, sólo Laguna Blanca se encuentra dentro de un régimen de áreas protegidas ya que es Reserva Provincial y Reserva de la Biosfera (desde 1982) incluida en el proyecto de Reserva y Parque Nacional Las Parinas (desde 2000). Además el área de

estudio incluye un sector importante dentro del proyecto del Corredor Altoandino, ecorredor de las Américas (Valdebenito 2000).

A partir de 1999 se realizaron campañas para relevamientos de ambientes acuáticos en la ecoregión de la puna altoandina, habiéndose muestreado aproximadamente 60 cuerpos de agua hasta el presente.

Los objetivos de este trabajo son evaluar algunas características limnológicas de cinco lagunas de la Puna Austral (Depto. Belén - Lagunas: Pasto Ventura, Blanca, Salinas Grandes; - Depto. Antofagasta de la Sierra - Laguna La Lagunita; Depto. Los Andes: Laguna entre Abra del Gallo y San Antonio de los Cobres) (Fig. 1) y analizar la composición específica y estructura del zooplancton de las mismas.



Fig. 1: Ubicación geográfica de las lagunas estudiadas: 1) Abra del Gallo, 2) La Lagunita, 3) Pasto Ventura, 4) Laguna Blanca, 5) Salinas Grandes.

Características del área de estudio

La región de la puna tiene una morfología de relieves volcánicos importantes, amplios plateaux ignimbríticos de aspecto mesetiforme y extensas superficies detríticas con salares, salinas, playas, lagunas o barreales secos (Alonso 1998). Su clima es riguroso, subtropical árido y con carácter continental, alcanzando condiciones de desértico. Las temperaturas pueden ser menores de 0°C con amplitudes de hasta de 20°C, radiación solar intensa y fuertes vientos. La vegetación responde a una fisionomía de estepa gramínea. Presenta una marcada meteorización física y química que actúa sobre los relieves. El agua que se acumula proviene de deshielos o de precipitaciones nivales, pluviales o de granizo y aflora en las partes más bajas de las faldas, formando las típicas vegas. Las lagunas se originaron por acumulación de agua al constituir cuencas centrípetas (Salinas Grandes, Pasto Ventura) con régimen permanente o semipermanente (La Lagunita y Laguna Blanca) (Vilela 1969). Las condiciones de evaporación y el sustrato mineral serían los factores determinantes en los rangos de salinidad en las lagunas (Drago & Quirós 1996). Desde el punto de vista geológico, se encuentran emplazadas sobre rocas graníticas ordovícicas (Laguna Blanca, Salinas Grandes) o postordovícicas, mientras otras se ubican en rocas piroclásticas, basaltos negros y sedimentos limosos, arenosos y arcillosos, terciarios y cuaternarios (Laguna Blanca y Salinas Grandes).

Materiales y Métodos

Se extrajeron muestras de zooplancton para el análisis cuali y cuantitativo mediante arrastre y filtrado de 35 litros superficiales, usando una red cónica convencional de 50 µm de abertura de malla. El material fue

fijado *in situ* con formaldehído al 4%. Las observaciones, determinaciones taxonómicas y mediciones de los especímenes se realizaron bajo microscopio óptico y lupa binocular. Los recuentos se hicieron en base a alícuotas (4) aplicando la fórmula de Cassie (Edmonson & Winberg 1971) con un error del 10% en cámaras Sedgwick Rafter de 1 y de 5 cm³ para microzooplancton (formas naupliarias y rotíferos) y macrozooplancton (cladóceros, copepoditos y copépodos adultos) respectivamente o bien recuentos totales cuando la abundancia fue muy escasa. La estimación de biomasa se realizó mediante fórmulas de regresión (Dumont et al. 1975) para cladóceros y copépodos, y volumétricas (Bottrell & Duncan 1976) para rotíferos. En campo se midieron: temperatura del agua, transparencia (disco de Secchi), conductividad y pH (con instrumental digital Altronix), como también profundidad de los cuerpos de agua. La salinidad total fue estimada mediante fórmulas empíricas a partir de la conductividad (Dejoux 1993).

Resultados

En general, las lagunas son someras con pH alcalino, transparencia y heterogeneidad variable, con o sin hidrófitas. De acuerdo a la salinidad (Cowardin et al. 1979) podrían clasificarse como: oligosalinas a las lagunas Abra del Gallo y Laguna Blanca; mesosalina a la laguna Pasto Ventura e hipersalinas a las lagunas La Lagunita y Salinas Grandes (Tabla 1).

El zooplancton presentó una composición específica de 24 especies: 5 de rotíferos, 12 de cladóceros y 7 de copépodos (Tabla 2). La riqueza específica referida a rotíferos, cladóceros y copépodos varió entre 3 y 15 spp./ambiente. El microzooplancton se caracterizó taxonómicamente por la mayor representatividad del género *Brachionus* (tres especies). En el macrozooplancton los más

Tabla 1: Características limnológicas.

| LAGUNAS | Abra del Gallo Salta | La Lagunita Catamarca | Pasto Ventura Catamarca | Blanca (*) Catamarca | Salinas Grandes Catamarca |
|---|---|---|---|---|---|
| Fecha - Hora | 11/11/2000 19 hs | 9/11/2000 16:30 hs | 9/11/2000 13:00 hs | 9/11/2000 9:30 hs | 8/11/2000 18:30 hs |
| Coordenadas (Lat. S, Long. O.) | 24° 16' 66" 22' | 26° 36' 67" 14' | 26° 43' 67" 10" | 26° 50' 66" 57" | 27° 48' 66" 48" |
| Altitud (m) | 4.400 | 3.800 | 3.746 | 3.250 | 3.300 |
| Area (ha) | sin datos | sin datos | 7,5 | 900,1 | sin datos |
| T. Aire (°C) | 6.5 | 18 | 20 | 13.4 | 9 |
| T. Agua (°C) | 11 | 16 | 12 | 19 | 14 |
| pH | 8,5 | 6,3 | 8,1 | 8,5 | 8,6 |
| Salinidad total (g) | 0,002 | >17 | 6,52 | 0,47 | >17 predomina Cl Na |
| Conductividad (μScm^{-1}) | 1990 | > 20.000 | 8580 | 612 | > 20000 μ |
| Profundidad (m) | 1,5 lecho arenoso | 0,40 lecho arcilloso | 0,13 lecho arenoso | 0,2 - 1 lecho limoso | + 0 - 0,15 espuma superficial |
| Transparencia | alta | baja | alta | alta | media |
| Observaciones | de forma redondeada presencia de aves (patos), sin hidrófitas | burbujeo en superficie, color rosado escasas aves | pardo oscuro presencia de flamencos, macrofitas, algas filamentosas | presencia de ganado, flamencos abundantes (5 spp. aves) | presencia de ganado, fondo muy oscuro con incrustaciones blancas, algas |

Tabla 2: Taxa registrados.**LAGUNAS**

| TAXA REGISTRADOS | Abra del Gallo | La Lagunita | Pasto Ventura | Blanca | Salinas Grandes | Frec. |
|--|----------------|-------------|---------------|----------|-----------------|-------|
| TECAMEBAS | | | | X | | |
| ROTIFEROS | | | | | | |
| <i>Brachionus angularis</i> | X | | X | | X | 60 % |
| <i>Brachionus plicatilis</i> | X | X | X | X | | 80 % |
| <i>Brachionus pterodinooides</i> | X | | | | | 20 % |
| <i>Lecane clostercerca</i> | X | | X | | | 40 % |
| <i>Notholca walterkosteii</i> | X | | X | | | 40 % |
| Total de spp. | 5 | 1 | 4 | 1 | 1 | |
| CLADOCEROS | | | | | | |
| <i>Alona</i> sp. | X | | | X | | 20 % |
| <i>Alonella excisa</i> | X | | | | | 20 % |
| <i>Alonella</i> sp. | X | | | X | | 40 % |
| <i>Camptocercus lilljeborgi dadayi</i> | X | | | | | 20 % |
| <i>Daphnia pulex</i> | | X | | | | 20% |
| <i>Echinisca palearis</i> | X | | | | | 20% |
| <i>Echinisca</i> sp. | | X | | | | 20 % |
| <i>Ilyocryptus</i> sp. | X | X | | | | 40 % |
| <i>Leydigia leydigi</i> | | | | X | | 20% |
| <i>Macrothrix</i> sp. | X | | | | | 20% |
| <i>Macrothrix hirsuticornis</i> | | X | | | | 20 % |
| <i>Simocephalus vetulus</i> | | | | | X | 20 % |
| Total de spp. | 7 | 4 | 0 | 3 | 1 | |
| COPEPODOS | | | | | | |
| <i>Boeckella calcaris</i> | X | | | | | 20 % |
| <i>Boeckella gracilipes</i> | X | | | | | 20 % |
| <i>Boeckella palustris</i> | | | X | | | 20 % |
| <i>Boeckella poopuensis</i> | | | | | X | 20 % |

| TAXA REGISTRADOS | Abra del Gallo | La Lagunita | Pasto Ventura | Blanca | Salinas Grandes | Frec. |
|--|----------------|-------------|---------------|--------|-----------------|-------|
| <i>Cletocamptus deitersi</i> | | | X | X | | 40 % |
| <i>Diacyclops andinus</i> | X | | X | X | | 60 % |
| <i>Eucyclops serrulatus</i> <i>var. chilensis</i> | | | | X | | 20 % |
| Total de especies | 3 | 0 | 3 | 3 | 1 | |
| Total de spp. Zooplancton | 15 | 5 | 7 | 7 | 3 | |
| OSTRACODOS | X | X | X | X | X | 100 % |
| OTROS INVERTEBRADOS | | | | | | |
| Nemátodos | X | X | | X | X | 80 % |
| Anfípodos | | | X | | | 20 % |
| Insectos: Larvas de Quironómidos (Diptera) | X | X | | | | 40 % |
| Insectos: Larvas de Efédridos (Diptera) | | | | | X | 20 % |
| Insectos: Coríxidos (Hemiptera) | X | | X | | | 40 % |

representativos fueron los copépodos calanoideos con cuatro especies presentes: *Boeckella calcaris*, *B. gracilipes*, *B. palustris* y *B. poopuensis* coexistiendo dos de ellas en la laguna Abra del Gallo. Los cladóceros sólo estuvieron bien representados en dicha laguna, con varias especies de quironómidos y macrotrícidos. Cabe señalar la escasa presencia de dáfnidos, ya que sólo se observaron algunos ejemplares de *Daphnia pulex* en La Lagunita y un espécimen de *Simocephalus* en Laguna Blanca.

La mayor frecuencia de ocurrencia se presentó entre los rotíferos (hasta 80%) aunque a veces con escasos especímenes; en cladóceros y copépodos fue baja (20%) en 15 especies llegando a 60% solo en *Diacyclops andinus*.

Los ostrácodos se encontraron con una frecuencia de ocurrencia de 100%, a diferencia de lo mencionado por Bayly (1993) quien, manifiesta la ausencia de formas limnéticas para lagos salinos del Altiplano de Sudamérica. Dichos crustáceos estuvieron abundantemente representados, superando en proporción a los cladóceros (lagunas Salinas Grandes y Laguna Blanca) e inclusive con formas de gran talla (mayores de 3 mm) como los citados ostrácodos gigantes para los lagos salinos de Australia (De Deckker 1983). En concordancia con otros antecedentes, se registraron otros invertebrados como nemátodos, larvas de dípteros quironómidos y efédridos (Insecta - Diptera) y Corixidae (Insecta - Hemiptera), tanto juveniles como adultos.

Los análisis cuantitativos determinaron densidades totales del microzooplancton entre 0,14 ind l⁻¹ (La Lagunita) y 6.590 ind l⁻¹ (Salinas Grandes) mientras para macrozooplancton entre 1 ind l⁻¹ (La Lagunita) y 701 ind l⁻¹ (Abra del Gallo) (Fig. 2). El microzooplancton se caracterizó por tener mayor abundancia de rotíferos sobre las formas naupliares, casi ausentes y un macrozooplancton con predominancia de copépodos sobre cladóceros. Sólo en Laguna Blanca, los copépodos harpacticoideos registraron mayor proporción sobre el resto de los grupos (Fig. 3).

Las tallas (morfos) promedios del zooplancton/ambiente (sin ostrácodos) variaron entre un mínimo de 422 µg (Laguna Blanca) y un máximo de 1.805 µg (Salinas Grandes) (Tabla 3).

Las biomásas individuales de los morfos fueron máximas en calanoideos, registrándose diferencias entre las especies ya que por ejemplo, para hembras ovígeras de *B. calcaris* alcanzaron valores medios de

hasta 182.28 µg en contraposición a la de menor talla *B. gracilipes* - 25.52 µg (Abra del Gallo), mientras *B. poopoensis* - 56.92 µg (Salinas Grandes) y *B. palustris* - 52.07 µg (Pasto Ventura) presentaron valores aproximados. Las biomásas totales de rotíferos y cladóceros no fueron representativas por sus bajas densidades y por las biomásas individuales, que registraron valores por debajo de 1 mg en los primeros y de 5 µg en los segundos, a excepción de *Daphnia* (26.29 µg) y *Simocephalus* (25.14 µg) (Tabla 4).

Discusión

La estructura comunitaria permitió determinar que no se trata de un zooplancton en sentido estricto sino que, presenta elementos semiplanctónicos o meioibéntónicos representados por especímenes asociados al fondo tales como ostrácodos, cladóceros macrotrícidos, quidóridos y copépodos harpacticoideos. Esta mezcla probablemente

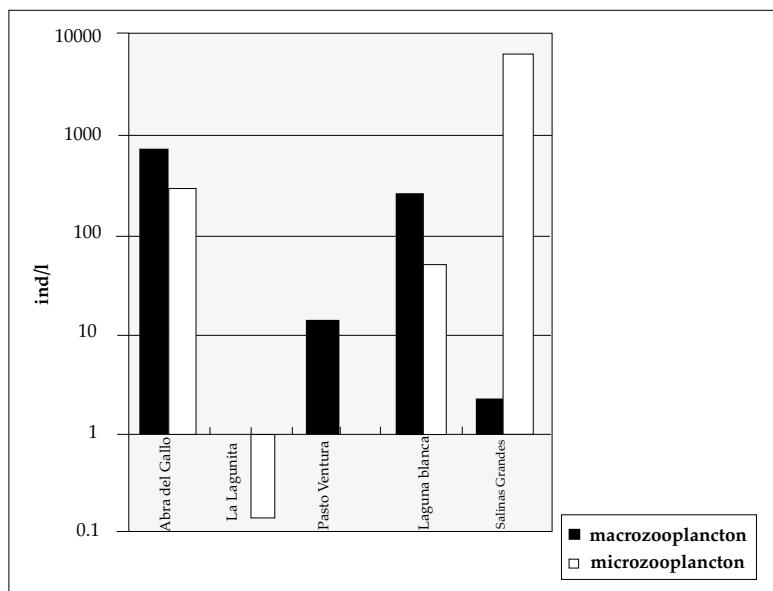


Fig. 2. Densidades del microzooplancton y macrozooplancton (ind./l).

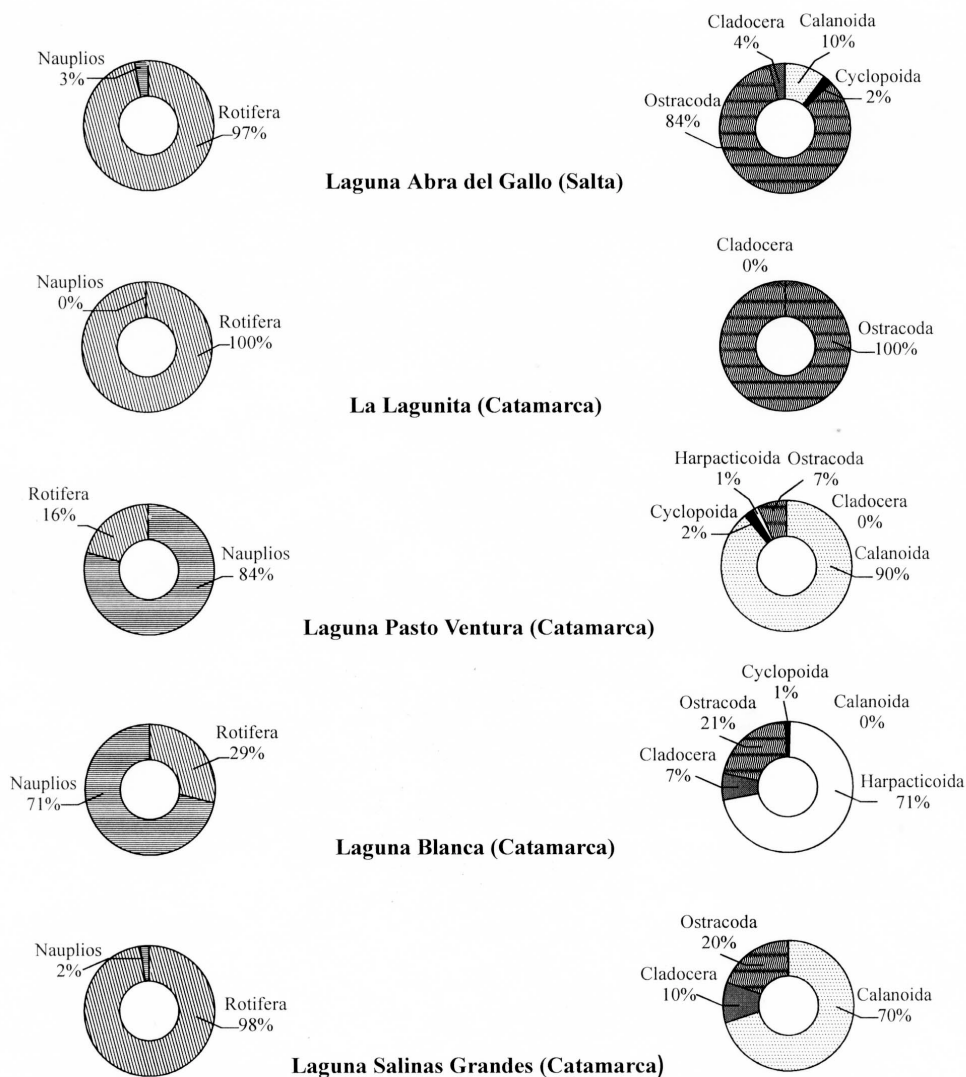


Fig. 3: Proporción de grupos taxonómicos del micro y macrozooplancton

sería resultante de la acción de los fuertes vientos y de la baja profundidad de dichos ambientes.

En general, la riqueza específica fue baja probablemente por la homogeneidad ambiental, señalándose una relación inversa con la concentración de sales. Además, no se

registraron copépodos en La Lagunita y cladóceros en Pasto Ventura.

El centropágido *Boeckella* (cuatro especies) constituyó la mayor oferta de biomasa como alimento para especies de aves filtradoras como los flamencos (tres especies) en casi todas las lagunas siendo *B.*

Tabla 3: Talla (µm) de los morfos estudiados.

| Localidades | Morpho | Abra del Gallo | | | La Lagunita | | | Pasto Ventura | | | Laguna Blanca | | | Salinas Grandes | | | | | |
|---------------------------------|------------|----------------|-------|------|-------------|-------|------|---------------|-------|------|---------------|---|----|-----------------|-------|------|----|------|------|
| | | N | L | CV | N | L | CV | N | L | CV | N | L | CV | N | L | CV | | | |
| <i>Brachionus</i> sp. | | | | | 4 | 262,5 | 19 | | | | | | | | | | | | |
| <i>B. angularis</i> | | | | | | | | 10 | 204 | 4,1 | | | | | | | 10 | 207 | 18,4 |
| <i>B. plicatilis</i> | | | | | | | | 7 | 115,7 | 9,8 | | | | | | | | | |
| <i>Lecane closteroerca</i> | | 10 | 115 | 10,2 | | | | 2 | 120 | 11,8 | | | | | | | | | |
| <i>Notholca walter costei</i> | | 10 | 207 | 5,1 | | | | 8 | 197,5 | 8,4 | | | | | | | | | |
| <i>Alona</i> sp. | | 17 | 441,2 | 9 | | | | | | | | | | 8 | 329,4 | 19,4 | | | |
| <i>Alonella excisa</i> | | 9 | 375 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Alonella</i> sp. 1 | | 5 | 279 | 14 | | | | | | | | | | 9 | 369,4 | 11,6 | | | |
| <i>Camptocercus</i> | Macho | 8 | 556 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>l. dadayi</i> | Hembra | 11 | 690 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ovígera | 14 | 749 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Daphnia pulex</i> | Macho | | | | 1 | 1350 | | | | | | | | | | | | | |
| | Hembra | | | | 5 | 1834 | 12,4 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Echinisca palearis</i> | Hembra | 6 | 972 | 13,5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ilyocryptus</i> sp. | Hembra | 2 | 910 | 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leydigia leydigi</i> | | | | | | | | | | | | | | 3 | 630 | 3,2 | | | |
| <i>Macrothrix hirsuticornis</i> | Hembra | 2 | 715 | 3 | 7 | 831,4 | 17,6 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Simocephalus vetulus</i> | Hembra | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1620 | |
| <i>Calanoideos</i> | Copepodito | 20 | 961 | 31,4 | | | | 20 | 1160 | 25,2 | | | | | | | 20 | 1447 | 10,5 |
| <i>Ciclopoides</i> | Copepodito | 20 | 747 | 20,4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Boeckella calcaris</i> | Macho | 19 | 3160 | 5,4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Hembra | 12 | 3774 | 4,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ovígera | 8 | 3592 | 9,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Boeckella gracilipes</i> | Macho | 20 | 1332 | 4,3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Hembra | 8 | 1573 | 5,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ovígera | 12 | 1545 | 4,1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Boeckella palustris</i> | Macho | | | | | | | 20 | 1763 | 4,2 | | | | | | | | | |
| | Hembra | | | | | | | 15 | 2034 | 6,3 | | | | | | | | | |
| | Ovígera | | | | | | | 5 | 2098 | 8 | | | | | | | | | |
| <i>Boeckella poopeensis</i> | Macho | | | | | | | | | | | | | | | | 20 | 1729 | 3,7 |
| | Hembra | | | | | | | | | | | | | | | | 14 | 2048 | 10 |
| | Ovígera | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | 2180 | 4,2 |
| <i>Cletocamptus deitersi</i> | Hembra | | | | | | | 4 | 695 | 18,7 | | | | 14 | 663 | 10,3 | | | |
| <i>Diacyclops andinus</i> | Macho | 20 | 994 | 4,1 | | | | 5 | 902 | 9,6 | | | | | | | | | |
| | Hembra | 18 | 1279 | 5,9 | | | | 10 | 1101 | 5,7 | | | | | | | | | |
| | Ovígera | 2 | 1355 | 3,6 | | | | 2 | 1080 | 7,8 | | | | | | | | | |
| <i>Ostracoda</i> sp. 1 | | 20 | 689 | 33,7 | | | | 3 | 723 | 42,1 | | | | 20 | 682 | 24,2 | 17 | 778 | 26,5 |
| <i>Ostracoda</i> sp. 2 | | 20 | 2607 | 28,4 | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 4: Biomاسas (μg) individuales de los morfos estudiados.

| Localidades | | Abra del Gallo | La Lagunita | Pasto Ventura | Laguna Blanca | Salinas Grandes |
|---------------------------------|------------|----------------|-------------|---------------|---------------|-----------------|
| <i>Brachionus sp.</i> | | | 0.23 | | | |
| <i>B. angularis</i> | | | | 0.11 | | 0.11 |
| <i>B. plicatilis</i> | | | | 0.02 | 0.02 | |
| <i>Lecane closterocerca</i> | | 0.027 | | 0.03 | | |
| <i>Notholca waltercostei</i> | | 0.88 | | 0.03 | | |
| <i>Alona sp.</i> | | 1.72 | | | 0.62 | |
| <i>Alonella excisa</i> | | 0.64 | | | | |
| <i>Alonella sp. 1</i> | | 0.43 | | | 0.63 | |
| <i>Camptocercus l. dadayi</i> | Macho | | | | | |
| | Hembra | | | | | |
| | Ovígera | | | | | |
| <i>Daphnia pulex</i> | Macho | | | | | |
| | Hembra | | 26.29 | | | |
| <i>Echinisca palearis</i> | Hembra | 4.23 | | | | |
| <i>Ilyocryptus sp.</i> | Hembra | | | | | |
| <i>Leydigia leydigi</i> | | 0.88 | | | | |
| <i>Macrothrix hirsuticornis</i> | Hembra | 2.3 | 3.15 | | | |
| <i>Simocephalus vetulus</i> | Hembra | | | | | 25.14 |
| <i>Calanoideos</i> | Copepodito | 3.85 | | 2.2 | | 2.67 |
| <i>Ciclopoideos</i> | Copepodito | 2.96 | | | | |
| <i>Boeckella calcaris</i> | Macho | 112.69 | | | | |
| | Hembra | 170.44 | | | | |
| | Ovígera | 182.28 | | | | |
| <i>Boeckella gracilipes</i> | Macho | 15.05 | | | | |
| | Hembra | 22.18 | | | | |
| | Ovígera | 25.52 | | | | |
| <i>Boeckella palustris</i> | Macho | | | 28.93 | | |
| | Hembra | | | 40.55 | | |
| | Ovígera | | | 52.07 | | |
| <i>Boeckella poopensis</i> | Macho | | | | | 27.64 |
| | Hembra | | | | | 41.02 |
| | Ovígera | | | | | 56.92 |
| <i>Cletocamptus deitersi</i> | Hembra | | | 2.52 | 2.82 | |
| <i>Diacyclops andinus</i> | Macho | 6.37 | | 4.95 | | |
| | Hembra | 12.45 | | 8.31 | | |
| | Ovígera | 20.09 | | 10.76 | | |

poopensis, el alimento preferido de *Phenicopterus chilensis* y *Phalaropus tricolor* (Bayly 1995, Hurlbert et al. 1986).

Los valores estimativos de talla promedios fueron altos comparados con ambientes de bajas altitudes y con depredadores presentes (Villagra 1998), debiéndose confirmar con mayor número de individuos por morfos en nuevos ambientes.

En general, la estructura del zooplancton implica una trama trófica bastante sencilla, sin depredadores. Hay preponderancia de formas herbívoras, dáfnidos y calanoideos, también omnívoros, junto a pastoreadores pequeños como quidóridos y rotíferos. Los depredadores invertebrados estuvieron representados por insectos coríxidos y crustáceos anfípodos.

Se observaron diferencias entre las lagunas; las de mayor salinidad (> 17 g/l) como Salinas Grandes y La Lagunita reflejaron las características típicas de ambientes salinos. Presentaron una estructura comunitaria simple en cuanto a la riqueza específica con tres especies cada una, ausencia de ciclopoideos, con formas halobiontes como *Brachionus plicatilis*, *B. pterodinoides*, *Macrothrix hirsuticornis* y *Boeckella poopensis*, coexistiendo con abundantes larvas de efídridos de alta tolerancia. Las densidades bajas concuerdan con antecedentes de análisis de efectos de la salinidad en microcosmos (Greenwald & Hurlbert 1993). Cabe señalar el desarrollo de tapetes microbianos que ejercen un efecto "alfombra" sobre los sedimentos, evitando su resuspensión y desfavoreciendo la dominancia de organismos argilófilos y filtradores, como copépodos y cladóceros (Alcorlo & Baltanás 1999). Estos ambientes serían limitantes no sólo por ser salinos, sino además por la amplia fluctuación en niveles de agua, homogeneidad, fuerte insolación y probable déficit de oxígeno o hipoxia (Iltis et al. 1984; Williams et al. 1995, Williams 1998).

La laguna Abra del Gallo, apartada geográficamente de las restantes, registró una fauna más diversa probablemente por su mayor profundidad y baja salinidad, incluyendo un zooplancton con mayor riqueza específica (15 especies), abundancia y presencia de otros invertebrados asociados.

La fauna registrada en todas las lagunas presentó afinidades con ambientes de la región andina, Cumbres Calchaqués y Nevados del Aconquija (Tucumán), Patagonia y Antártida.

Conclusiones

Las lagunas se diferenciaron principalmente por su salinidad, profundidad y heterogeneidad otorgada por la presencia o ausencia de hidrófitas.

Los rotíferos del género *Brachionus*, de reconocida resistencia ambiental, constituyeron la mayor proporción del microzooplancton. Los ambientes de mayor salinidad registraron baja riqueza específica, con especies indicadoras. Los calanoideos del género *Boeckella* constituyeron elementos de alta representatividad en ambientes de altura por su ocurrencia, abundancia y biomasa. Los ostrácodos registraron máxima frecuencia de ocurrencia y abundancia en las lagunas estudiadas, dato que sugiere un estudio más profundo de dicho grupo como componente de dichas comunidades.

La talla media del zooplancton fue alta probablemente por la falta de peces en las lagunas.

Se hace necesario continuar con el relevamiento de los cuerpos de agua de la Puna, con el fin de complementar los datos ambientales y las listas taxonómicas del zooplancton como también articular la relación con comunidades de vertebrados tales como peces y aves. El conocimiento de las interacciones permitirá interpretar más eficientemente los factores de estructuración

desde arriba ("top down") y desde abajo ("bottom up").

Agradecimiento

Agradecemos al Dr. Osvaldo González de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo - Universidad Nacional de Tucumán, por el asesoramiento sobre datos geológicos del área de estudio.

Referencias

- Alcorlo, P. & A. Baltanás. 1999. Limnología de las lagunas salinas de Los Monegros y caracterización de sus comunidades animales. Pp. 113-120. En: Melic, A. & Blasco Zumeta, J. (Ed.). Manifiesto científico por Los Monegros. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. España.
- Alonso, R.N. 1998. Los boratos de la Puna. Editorial Cámara de la Minería de Salta, Salta, 196 p.
- Bayly, I. A. 1993. The fauna of athalassic saline waters in Australia and the Altiplano of South America: comparisons and historical perspectives. *Hydrobiologia* 267: 225-231.
- Bayly, I. A. 1995. Distinctive aspects of the zooplankton of Large Lake in Australasia, Antarctica and South America. *Mar. Freshwater Res.* 46: 1109-1120.
- Bottrell, A. & A. Duncan. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Contribution from the Plankton.* DEU 20 (2): 1198 - 1202.
- Bucher, E.H.; J.M. Chani; D. Gómez & M. Babarskas, 1996. Proyecto GEF de Conservación de la Biodiversidad en la Argentina: Identificación y Priorización de Ecorregiones y Sitios de Importancia Global, Para la Administración de Parques Nacionales de Argentina, Consultoría FAO, Inf. inéd., 80 p.
- Caziani, S. M. & E. Derlindati. 2000. Abundance and habitat of High Andean flamingos in Northwestern Argentina. *Waterbird* 23 (Special Publication 1): 121 - 133.
- Cowardin, L. M., V. Carter, F. C. Golet & E. T. LaRoe. 1979. Classification of wetlands and Deepwater Habitats of the United States. U. S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service, U.K. Office of Biological Services. Washington, D. C. 131 p.
- De Deckker, P. 1983. Notes on the ecology and distribution of non - marine ostracods in Australia. *Hydrobiologia*: 106: 223-234.
- Dejoux, C. 1993. Benthic invertebrates of some saline lakes of the Sud Lipez region, Bolivia. *Hydrobiologia* 267: 257-267.
- Drago, E. & R. Quirós. 1996. The hydrochemistry of the inland waters of Argentina: a review. *International Journal of Salt Lake Research* 4: 315-325
- Dumont, H., I. Van De Velde & S. Dumont. 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the Plankton, Periphyton and Benthos of Continental Waters. *Oecologia* 19: 75-97.
- Edmonson, W. T. & G. G. Winberg, 1971. A Manual on methods for the assesment of secondary productivity in fresh waters. IBP. Handbook 17, Blackwell, Oxford. 358 p.
- Greenwald, G. M. & S. H. Hulbert. 1993. Microcosm analysis of salinity effects on coastal plankton assemblages. *Hydrobiologia* 267: 307-335.
- Halloy, S. 1978. Contribución al estudio de la zona de Huaca Huasi, Cumbres Calchaquíes (Tucumán - Argentina).

- La biota actual en relación con la geología histórica. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo - Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán. 50 p.
- Halloy, S. 1982. Contribución al estudio de la zona de Huaca Huasi, Cumbres Calchaquies, (Tucumán, Argentina). Climatología y edafología en relación con la composición y adaptación de las comunidades bióticas. Tesis Doctoral UNT. Fac. Cs. Nat. I. M. L. U.N.T., 826 p.
- Hurlbert, S. H., W. Loayza & T. Moreno. 1986. Fish - flamingo - plankton interactions in the Peruvian Andes. *Limnol. Oceanogr.* 31 (3): 457-468.
- Iltis, A., F. Risacher & S. Servant - Vildary. 1984. Contribution à l'étude hydrobiologique des lacs salés du sud de l' Altiplano bolivien. *Revue Hydrobiol. trop.* 17 (3): 259-273.
- Locascio de Mitrovich, C. 1986. Presencia de *Pseudoboeckella palustris* Harding (Crustacea - Copepoda) en lagunas de altura del Noroeste Argentino. *Neotropica* 32 (87): 13 - 21.
- Locascio de Mitrovich, C. 1990. Sobre la presencia de un Boeckellidae nuevo para la fauna argentina: *Pseudoboeckella calcaris* Harding, 1955 (Crustacea - Copepoda). *Act. zool. Lill.* 39 (2): 101-109.
- Locascio de Mitrovich, C. & M. Ceraolo. 1999. Copépodos de algunos cuerpos de agua en los departamentos de Belén y Antofagasta de la Sierra (Catamarca-Argentina). Resúmenes IV Taller sobre Cangrejos y Cangrejales y I Jornadas Argentinas de Carcinología, Buenos Aires. 44 p.
- Mascitti, V. & S. M. Caziani. 1997. La retracción de la Laguna de los Pozuelos (Argentina) y los cambios asociados en la comunidad de aves acuáticas. Pp. 321 - 330. En: M. Liberman & C. Baied, (Eds.). Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña: Manejo de Areas Frágiles de los Andes. Instituto de Ecología, Universidad de San Andrés, La Paz.
- Paggi, J. C. & A. Villagra de Gamundi. 1980. Sobre la presencia de *Pleuroxus caca* Harding (Crustacea - Cladocera) en cuerpos de agua de alta montaña de la Provincia de Tucumán, Argentina. *Act. zool. Lill.* 36 (1): 131-138.
- Salusso, M. M., L. B. Moraña & S. M. Caziani. 1997. Patrones hidroquímicos en lagunas de la Puna Jujeña. *Actas del II Congreso de Limnología, Buenos Aires.* 139 p.
- Sureda, A. L. 2003. Patrones de diversidad en aves de lagunas altoandinas de Catamarca, noroeste de Argentina. Tesis de Grado, Carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Cs. Naturales - Universidad Nacional de Salta. 63 p.
- Valdebenito, S. (Ed.) 2000. Corredor ecológico de las Américas (EcoAméricas) en el Cono Sur. Gobierno de Salta, Unesco, Wildlife Conservation Society, FAO. Informe del Seminario Taller Internacional, Salta.
- Villagra de Gamundi, A. 1984a. Sobre la presencia de un nuevo Macrotrícido para la fauna argentina. *Echinisca palearis* (Harding, 1955) (Crustacea - Cladocera - Macrothricidae). *Act. zool. Lill.* 37 (2): 209 - 316.
- Villagra de Gamundi, A. 1984b. Notas biológicas sobre el zooplancton de la Laguna Circular (Huaca - Huasi-Cumbres Calchaquies - Argentina). *Neotropica* 32 (88): 105-118 p.
- Villagra de Gamundi, A. 1994. Aspectos bioecológicos de ambientes lénticos de alta montaña (4000 m s.n.m. - Tucumán - Argentina) con especial

- referencia al zooplacton. Tankay 1: 116-119.
- Villagra de Gamundi, A. 1998. Tipificación de ambientes acuáticos lenfíticos de la Provincia de Tucumán en base a los atributos del zooplancton y algunas características limnológicas. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo - Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán. 465 p.
- Vilela, C. R. 1969. Descripción geológica de la Hoja 6 c -San Antonio de los Cobres, provincias de Salta y Jujuy. Boletín N° 110. Dirección Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires. 12-21 p.
- Williams, W. D., T. R. Carrick, I. A. E. Bayly, J. Green, & D. B. Herbst. 1995. Invertebrates in salt lakes of the Bolivian Altiplano. Int. J. of Salt Lakes Res. 4: 65 -77.
- Williams, W. D. 1998. Management of Inland Saline Waters Volume 6. Guidelines of Lake Management. International lake Environment Committee, United Nations Environment Programme. Oroshimo - cho, Kusatsu. 108 p.

Artículo recibido en: Mayo de 2004

Manejado por: Luis F. Pacheco

Aceptado en: Febrero de 2005.