

# Calidad de agua y zooplancton del embalse San Roque (Córdoba, Argentina).

Mancini, Miguel<sup>(1)</sup>; Bethular, Ana<sup>(1)</sup>; Vignatti, Alicia<sup>(2)</sup>;  
Echaniz, Santiago<sup>(2)</sup>; Bonansea, Matías<sup>(1)</sup>; Salinas, Víctor<sup>(1)</sup>;  
Rodríguez, Claudia<sup>(1)</sup>

1: Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Córdoba. Argentina.

E-mail: mmancini@ayv.unrc.edu.ar

2: Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa, La Pampa. Argentina.

## Water quality and zooplankton in San Roque Reservoir (Cordoba, Argentina)

### Abstract

Reservoirs are artificial lakes built with multiple purposes. Only in Córdoba province there is over 15,000 ha covered by reservoirs, among them, San Roque is one of the more important ones due to its multiple roles in the region. Water quality is essential to maintain the biological integrity of these ecosystems. Zooplankton is very important because it influences water transparency and transfers phytoplankton energy to higher trophic levels. Water quality was evaluated through different variables as well as the richness, abundance and biomass of zooplankton in San Roque reservoir (31° 22' S, 64° 27' W, 2478 ha). Zooplankton has been very little studied in this reservoir. Seasonal samplings were performed during an annual cycle (2007-2008). Temperature, concentration of dissolved oxygen, pH, and water transparency showed significant differences through the seasons of the year (Kruskal-Wallis,  $P < 0.01$ ), but the values were maintained within reference limits. The annual average of dissolved solids was  $157.3 \pm 40.9 \text{ mg.l}^{-1}$ , whereas the maximum chlorophyll-*a* concentration was  $66 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$ . In the zooplankton community, cladocerans showed significant differences among seasons of the year ( $P < 0.01$ ), with higher abundance and biomass in the spring ( $99.1 \text{ ind.l}^{-1}$  y  $81.09 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$  respectively), 6 species were identified being *Bosmina longirostris* the most frequent. In contrast, copepods did not show any seasonal difference ( $P = 0.07$ ), being cyclopoids the more frequent ones.

**Key words:** Reservoirs; San Roque; Water quality; Eutrophication; Zooplankton.

## Resumen

Los embalses son lagos artificiales que se construyen con múltiples propósitos. Sólo en la provincia de Córdoba estos ambientes abarcan una superficie superior a las 15.000 ha, entre los cuales San Roque es uno de los más importantes por la multiplicidad de usos que tiene. La calidad del agua es fundamental para mantener la integridad biológica de estos ecosistemas. Por su parte, el zooplancton posee gran importancia ya que además de su influencia sobre la transparencia del agua, transfiere la energía del fitoplancton hacia niveles tróficos superiores. Se evaluaron diferentes variables de calidad del agua y se determinaron riqueza, abundancia y biomasa del zooplancton del embalse San Roque (31° 22' S, 64° 27' W, 2478 ha), comunidad que ha sido poco estudiada actualmente en este reservorio. Se realizaron muestreos estacionales durante un ciclo anual (período 2007-2008). La temperatura, concentración de oxígeno disuelto, pH y transparencia del agua mostraron diferencias significativas entre épocas del año (Kruskal-Wallis,  $P < 0,01$ ), pero los valores se encuadraron dentro de límites guías. El promedio anual de sólidos disueltos fue 157,3 ( $\pm 40,9$  mg.l<sup>-1</sup>), mientras que la concentración de clorofila *a* máxima fue 66  $\mu$ g.l<sup>-1</sup>. En la comunidad zooplanctónica, los cladóceros mostraron diferencias significativas entre épocas del año ( $P < 0,05$ ), con mayor abundancia y biomasa en primavera (99,1 ind.l<sup>-1</sup> y 81,09  $\mu$ g.l<sup>-1</sup> respectivamente), se identificaron 7 especies entre las que *Bosmina longirostris* fue la más frecuente. Los copépodos, en cambio, no presentaron diferencias estacionales ( $P = 0,07$ ), con una mayor frecuencia de ciclopoideos.

**Palabras clave:** Embalses; San Roque; Calidad de agua; Eutroficación; Zooplancton.

## Introducción

En la región central y norte de Argentina existe una importante cantidad de embalses de diferentes propósitos y dimensiones. La provincia de Córdoba cuenta con más de 20 reservorios que suman una superficie superior a las 15.000 ha. El embalse San Roque, uno de los más importantes, ha presentado en reiteradas ocasiones un elevado estado trófico (Bonetto *et al.*, 1976; Morvillo *et al.*, 1998; Pizzolon *et al.*, 1999; Granero *et al.*, 2002; Oroná *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2005), situación que en ocasiones puede comprometer diferentes usos y la integridad de la biota (Lampert & Sommer, 1997).

El equilibrio entre los distintos niveles tróficos de un ecosistema acuático y su impacto en la calidad del agua, ha sido discutido y ha llevado a plantear los modelos de efectos “*top-down*” y “*bottom-up*” (Lampert & Somer, 1997; Quirós, 1998; Korponai *et al.*, 2002). En lagos eutróficos, una abundancia elevada de fitoplancton poco pastoreable, sobre todo por cladóceros, puede afectar la abundancia del zooplancton e indirectamente a otros integrantes de la trama

trófica, principalmente peces (Hanazato, 1989; De Bernardi & Guisani, 1990; Pizzolon, 1996).

El objetivo de esta contribución fue evaluar diferentes variables indicadoras de la calidad del agua, el estado trófico y la composición, abundancia y biomasa del zooplancton del embalse San Roque, comunidad que ha sido poco estudiada en este reservorio durante los últimos años.

## **Desarrollo**

### **Área de estudio**

El embalse San Roque se encuentra en el valle de Punilla (31° 22' S, 64° 27' W), Córdoba, a 651 msnm. El ingreso de agua se realiza principalmente a través de los aportes de cuatro tributarios: los ríos Cosquín y San Antonio y los arroyos Las Mojarras y Los Chorillos. El área de la cuenca es de 1750 km<sup>2</sup> con precipitaciones medias anuales de 700 mm y oscilaciones de temperatura que abarcan un rango de más de 40 °C. El lago es una importante fuente de agua para consumo humano, provee energía y constituye una importante área recreacional (deportes náuticos y pesquería). Posee una ictiofauna dominada por el pejerrey *Odontesthes bonariensis* Cuvier y Valenciennes, 1835 (Mancini *et al.*, 2008) y desde hace varios años registra peligrosas floraciones algales que deterioran la calidad del agua (Pizzolon *et al.*, 1999; Alexander & Imberger, 2009). Las superficies y volúmenes a cotas labio de vertedero y embalse máximo son de 1501 ha y 201 hm<sup>3</sup> y 2478 ha y 350 hm<sup>3</sup> respectivamente, con un tiempo de permanencia mínimo y máximo de 28 y 247 días (Bonetto *et al.*, 1976; Rodríguez *et al.*, 2010).

### **Calidad de agua y zooplancton**

Los muestreos se realizaron estacionalmente durante un año (período 2007-2008), en septiembre (invierno), diciembre (primavera), marzo (verano) y junio (otoño). Para el análisis de las variables limnológicas *in situ* se establecieron 15 estaciones de muestreo de la zona limnética, salvo para primavera y otoño, cuando por razones climáticas se trabajó en 9 y 13 sitios respectivamente. Se

evaluó *in situ* la transparencia del agua (disco de Secchi), temperatura, pH y oxígeno disuelto (equipo digital Consort C535).

Se determinó la concentración de clorofila-*a*, aniones, cationes, sólidos disueltos totales (SDT) y dureza del agua. En invierno y otoño se analizó además la concentración de fósforo (P) y nitrógeno (N) totales. Las muestras fueron tomadas, transportadas y analizadas conforme a las recomendaciones detalladas en APHA (1992). El estado trófico se evaluó mediante los índices de Carlson (1977).

Se tomaron muestras cuali y cuantitativas de zooplancton. Las primeras se utilizaron para efectuar las determinaciones taxonómicas y las segundas (consistentes en el filtrado de 25 l de agua con una red de 50  $\mu\text{m}$  de abertura de poro y fijadas con formaldehído al 4 %) se utilizaron para determinar la abundancia de los microcrustáceos. Los recuentos se realizaron en cámaras de Bogorov de 5 ml. Para determinar la biomasa, se midieron 30 ejemplares de cada taxón mediante un ocular micrométrico y se emplearon fórmulas que relacionan la longitud total con el peso seco de los ejemplares (José de Paggi y Paggi, 1995; Dumont *et al.*, 1975).

Para detectar diferencias entre parámetros se utilizó el *test* no paramétrico de Kruskal-Wallis y para analizar relaciones se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman.

## **Resultados y Discusión**

El agua presentó una transparencia moderada con diferencias significativas entre estaciones del año ( $P < 0,01$ ) (Fig. 1), registrándose los valores mínimos en primavera cuando fue cercana a 1 m y los máximos en otoño con 1,65 m (Tabla 1). Dicho registro fue similar a lo reportado en la década del '70 (Bonetto *et al.*, 1976), aunque durante este estudio se observó mayor amplitud entre valores extremos.

La temperatura del agua en superficie alcanzó un valor medio anual apenas superior a 18 °C (Tabla 1), similar a lo verificado por otros autores (Rodríguez *et al.*, 2010). Se encontraron diferencias significativas entre épocas ( $P < 0,01$ ) (Fig. 1).

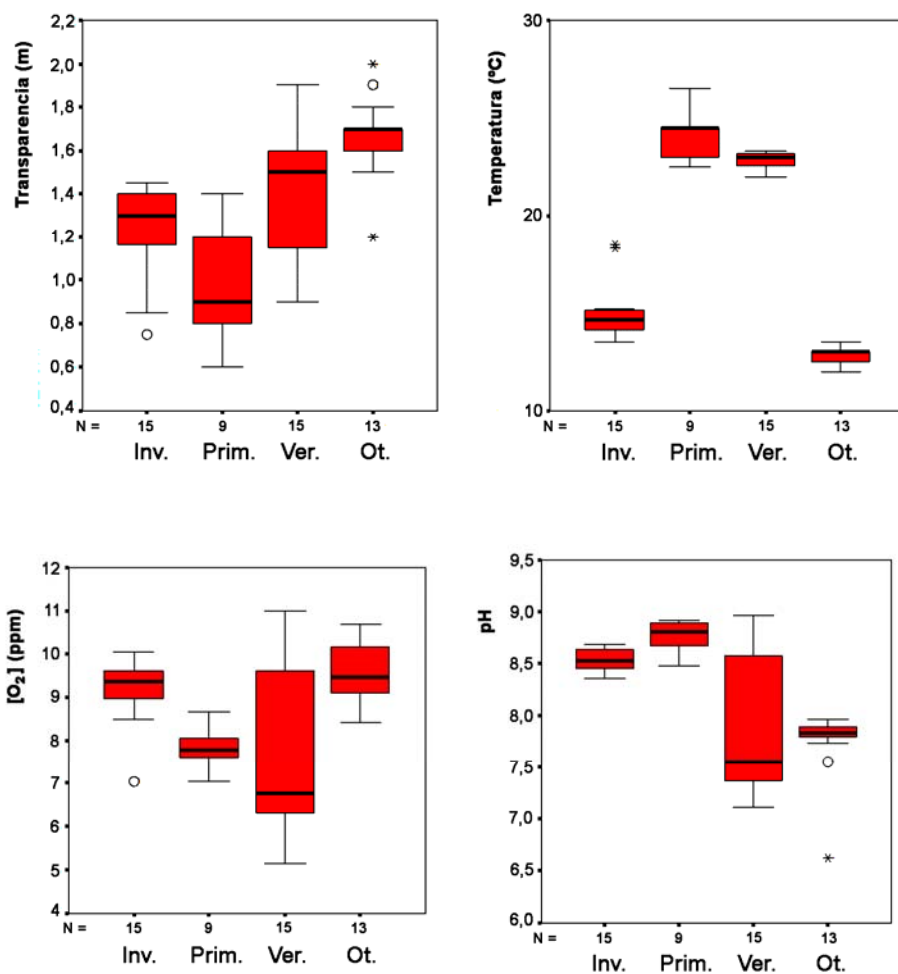
Se observaron diferencias en la concentración de oxígeno disuelto entre épocas ( $P < 0,01$ ) (Fig. 1). Esta variable se correlacionó de manera inversa con la temperatura ( $r = -0,80$ ) ya que el menor registro fue en verano con 7,66 ppm (Tabla 1). Al estandarizar la temperatura y la presión atmosférica del lugar, se observaron valores de saturación del orden de 66 % bajosaturado y 42 % sobresaturado, propios de una elevada actividad fotosintética y consistentes con los valores de clorofila y transparencia observados. Es importante destacar que en ocasiones este embalse registró valores cercanos a la anoxia próximos al fondo (Bonetto *et al.*, 1976; Rodríguez *et al.*, 2010).

El valor medio anual del pH fue levemente superior a 8 (Tabla 1) y también se encontraron diferencias entre épocas ( $P < 0,01$ ) (Fig. 1). Elevados valores de pH se han observado en diferentes lagos del mundo debido a la gran capacidad de algunos integrantes del fitoplancton para captar  $\text{CO}_2$ , como es el caso de *Ceratium*, *Anabaena* y *Microcystis* (Lampert & Sommer, 1997; Moss, 1998), también observados en este estudio y que han reemplazado a otras especies del embalse (Prosperi, 2002; Alexander & Imberger, 2009; Rodríguez *et al.*, 2010). Sin embargo, el pH de este lago difirió en función de distintos estudios. Para Granero *et al.*, (2002), los registros no fueron superiores a 8,5, a diferencia de otros autores, que mencionaron valores superiores a 10 (Morvillo *et al.*, 1998; Rodríguez *et al.*, 2010), los cuales representan serios riesgos para la salud de la ictiofauna (Mancini *et al.*, 2006).

Los valores de clorofila-*a* exhibieron amplias variaciones con un valor medio anual apenas superior a 15  $\mu\text{g.l}^{-1}$  (Tabla 1), situación que evidencia el elevado estado trófico de este ambiente y que fuera descrito por varios autores, incluso con valores históricos muy superiores (Alexander & Imberger, 2009; Rodríguez *et al.*, 2010).

Al considerar las propiedades químicas del agua, la concentración de SDT que no superó en ningún caso los 215  $\text{mg.l}^{-1}$  (Tabla 1), permite considerar al embalse como un cuerpo de agua hiposalino (Hammer, 1986). Dada su composición iónica, el agua es bicarbonatada cálcica. Al considerar el ciclo anual, la relación  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}/\text{Na}^+ + \text{K}^+$  indicó un predominio de los cationes divalentes, ya que arrojó un valor de 1,43, aunque los valores de dureza (Tabla 1) permiten caracterizarla como blanda a moderadamente blanda. Los valores promedio de PT y NT rondaron los 57 y 1800  $\mu\text{g.l}^{-1}$ .

De acuerdo a la clasificación de Carlson (1977), el embalse fue eutrófico durante todo el año, situación que concuerda con antecedentes anteriores e indica que la situación no ha variado (Bonetto *et al.*, 1976; Pizzolon *et al.*, 1999; Morvillo *et al.*, 1998; Granero *et al.*, 2002; Oroná *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2005).



**Figura 1.** Diagramas de caja de transparencia (disco de Secchi en m), temperatura (°C), concentración de oxígeno (ppm) y pH del agua del embalse San Roque.

Variable	n	Mín. -Máx.	Media
Transparencia (m)	52	0,6 -2,0	1,36 (± 0,33)
Temperatura (°C)	52	12,0 - 26,5	18,2 (± 4,90)
pH	52	6,6 - 8,9	8,16 (± 0,58)
Oxígeno (ppm)	52	5,15 - 11,0	8,6 (± 1,46)
Clorofila-a (µg.l <sup>-1</sup> )	52	1,0 - 66,0	15,5 (± 14,3)
PT (µg.l <sup>-1</sup> )	6	50,0 - 70,0	57,1 (± 8,5)
NT (µg.l <sup>-1</sup> )	6	1000 - 2700	1800 (± 500)
Dureza (ppmCO <sub>3</sub> Ca)	8	46 - 82	66,2 (± 15,1)
S.D.T. (mg.l <sup>-1</sup> )	8	120 - 213	157,3 (± 40,9)
Conductividad (µS.cm <sup>-1</sup> )	8	152 - 260	195,8 (± 44,6)

**Tabla 1.** Valores mínimos, máximos y medios de las variables limnológicas estudiadas. (Los valores entre paréntesis indican desvío estándar).

En el zooplancton se identificaron 19 taxones (Tabla 2). Se registró la asociación de cladóceros típica de los embalses del centro-noroeste del país (Paggi, 1998), integrado por *Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1776), *B. huaronensis* Delachaux, 1918, *Daphnia laevis* Birge, 1879, *Diaphanosoma birgei* Korínek, 1981 y *Ceriodaphnia dubia* Richard, 1895. Las dos primeras fueron los cladóceros más frecuentes y junto a los copépodos *Acanthocyclops robustus* (Sars, 1863) y *Notodiaptomus incompositus* (Brian, 1925) se registraron en todas las ocasiones. Entre los rotíferos, *Polyarthra* sp. estuvo presente en tres ocasiones y *Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1766) en dos. La riqueza específica total (Tabla 2) fue menor a la registrada por Bonetto *et al.* (1976). Estos autores indicaron 25 taxones (también mediante muestreos estacionales), contra 19 registrados actualmente. Si bien el número de microcrustáceos fue similar, el de rotíferos difirió, ya que en aquella ocasión se registraron 5 taxones más. Los mencionados autores registraron la máxima riqueza durante el verano (20 taxones) mientras que en el presente estudio se verificó durante el otoño (12 taxones).

	I	P	V	O
<b>Rotíferos</b>				
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	X			
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	X			
<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1766)		X		X
<i>B. plicatilis</i> Müller, 1786				X
<i>B. caudatus</i> Barrois & Daday, 1894				X
<i>Polyarthra</i> sp.	X		X	X
<i>Hexarthra</i> sp.				X
<i>Filinia longiseta</i> (Ehremberg, 1834)				X
<i>Asplachna</i> sp.				X
<i>Notholca</i> sp.			X	
<b>Cladóceros</b>				
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1895	X	X	X	
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müller, 1776)	X	X	X	X
<i>B. huaronensis</i> Delachaux, 1918	X	X	X	X
<i>Daphnia laevis</i> Birge, 1879	X	X	X	
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korínek, 1981	X	X		
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874		X		X
<i>Chydorus</i> sp.		X		
<b>Copépodos</b>				
<i>Acanthocyclops robustus</i> (Sars, 1863)	X	X	X	X
<i>Notodiaptomus incompositus</i> (Brian, 1925)	X	X	X	X
Riqueza específica	10	10	8	12

**Tabla 2.** Taxones presentes en el zooplancton del lago San Roque en las distintas estaciones. I: invierno; P: primavera; V: verano; O: otoño; X: presencia en las muestras.

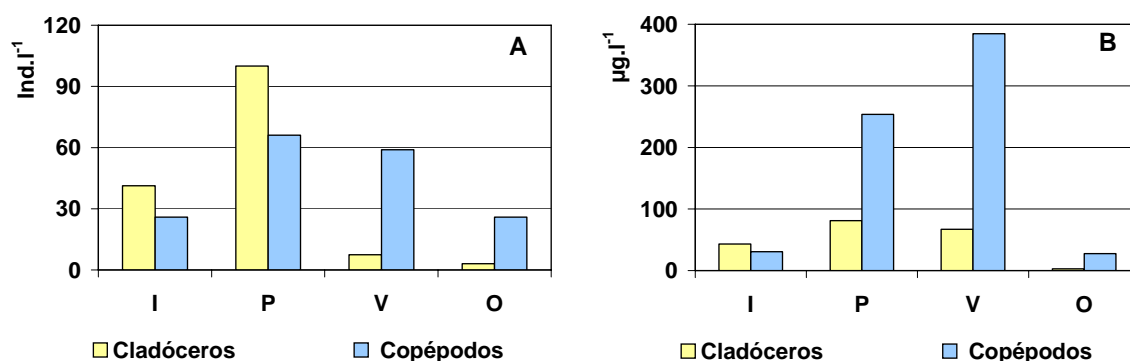
Entre los microcrustáceos (Fig. 2 A y B), *A. robustus* mostró la mayor abundancia y biomasa media a lo largo del estudio ( $33,45 \pm 19,37$  ind.l<sup>-1</sup> y  $151,5 \pm 161,06$  µg.l<sup>-1</sup>), seguido por *B. longirostris* ( $23,3 \pm 33,7$  ind.l<sup>-1</sup> y  $17,59 \pm 23,61$  µg.l<sup>-1</sup>).

La densidad y la biomasa de los cladóceros exhibieron diferencias significativas entre épocas del año ( $P < 0,05$ ), siendo mayores durante la primavera cuando alcanzaron  $99,1$  ind.l<sup>-1</sup> y  $81,09$  µg.l<sup>-1</sup> respectivamente (Fig 2



A y B), dadas sobre todo por *B. longirostris*, que superó el 73 % de la abundancia de este grupo.

La densidad y la biomasa de los copépodos, en cambio, no presentaron diferencias estacionales ( $P < 0,05$ ) (Fig 2 A y B) y ambos parámetros estuvieron dominados por el ciclopoideo *A. robustus* ya que a lo largo del estudio superó el 75 % de la abundancia y el 86 % de la biomasa de este grupo.



**Figura 2:** Abundancia (A) y biomasa (B) estacionales de los microcrustáceos del zooplancton del Embalse San Roque. I: invierno; P: primavera; V: verano; O: otoño.

## Conclusiones

El embalse San Roque presenta características eutróficas y marcadas diferencias estacionales de temperatura, pH, oxígeno y transparencia, con una mayor dispersión en verano. Las mismas se asocian a una elevada actividad fotosintética, propia de embalses con elevado estado trófico. Sin embargo y a diferencia de otros autores, los valores de los parámetros químicos del agua determinados para el período estudiado, se encuadran dentro de los límites de referencia para la protección de la vida acuática, situación que permite inferir importantes variaciones anuales. Estas últimas se asocian, entre otros factores, con el tiempo medio de residencia según las precipitaciones anuales. Las especies de microcrustáceos predominantes en el zooplancton son de talla pequeña y características de ambientes que registran especies ícticas que depreden sobre ellos, tal el caso del pejerrey. Esta situación ha sido confirmada en estudios preliminares realizados en el embalse, en los que se

verificó una gran cantidad de cladóceros y copépodos en el contenido digestivo de los pejerreyes, situación que corrobora la importancia del zooplancton, no sólo por su influencia en la calidad del agua, sino también como uno de los componentes principales de la dieta de estos peces.

La riqueza del zooplancton total es menor con respecto a investigaciones anteriores, en particular la de los rotíferos. Estudios más exhaustivos de esta comunidad deberían realizarse por su importancia en el mantenimiento de la calidad del agua.

### **Agradecimientos**

Este trabajo fue financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT) de la de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.

## Bibliografía

- 1.- Alexander, R. & Imberger, J., 2009. Spatial distribution in motile phytoplankton in a stratified reservoir: the physical controls on patch formation. *Journal of Plankton Research* 31(1): 101-118.
- 2.- APHA, 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18<sup>th</sup> Ed. American Public Health Association, Washington. 1134 p.
- 3.- Bonetto, A., Di Persia, D, Maglianesi, R. & Corigliano M., 1976. Caracteres limnológicos de algunos lagos eutróficos de embalses de la región central de Argentina. *Ecosur* 3(5): 47-120.
- 4.- Carlson, R., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22(2): 361-369.
- 5.- De Bernardi, R. & Guissani, G., 1990. Are blue green-algae a suitable food zooplankton?. An overview. *Hydrobiologia* 200-201: 29-41.
- 6.- Dumont, H. J., Van Der Velde, I. & Dumont, S., 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.
- 7.- Granero, M., Bustamante, M. Rodríguez, M., Morilla, S., Ruiz, M., López, F., Busso, F. & Bonfani, E., 2002. Evaluación de la carga interna de fósforo en el embalse San Roque (Córdoba) relacionada a su problemática de eutroficación. XIX Congreso Nacional del Agua, Córdoba. 8 p.
- 8.- Hammer, U. T., 1986. Saline Lake Ecosystems of the World. *Monographiae Biologicae* 59. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 616 pp.
- 9.- Hanazato, T., 1989. Interactions between blue-green algae and zooplankton in eutrophic lakes - a review. *Japanese J. of Limnology* 50 (1): 53-67.
- 10.- José de Paggi, S. & Paggi J. C., 1995. Determinación de la abundancia y biomasa zooplanctónica. En: Lopretto, E. y G. Tell (eds.). *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Tomo 1.* Ed. Sur, La Plata: 315-323.
- 11.- Korponai, J., Matyas, K., Paulovits, G. & Tatrai, I., 2002. Planktonic interactions in a shallow hypertrophic reservoir in Hungary. Pág. 174-177. 4<sup>th</sup> International Conference on Reservoir Limnology and Water Quality. Eeske Budjovia, Czech Republic.
- 12.- Lampert, W. & Sommer, U., 1997. *Limnoecology: The ecology of lakes and streams.* Oxford Univ. Press, New York. 382 p.
- 13.- Mancini, M., Rodríguez, C., Prospero, C., Salinas, V. & Bucco, C., 2006. Main diseases of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) in Argentina's central region. *Pesquisa Veterinaria Brasileira* 26: 205-210.
- 14.- Mancini, M., Bonansea, M., Salinas, V., Haro, J., Bethular, A., & Rodríguez, C., 2008. Ictiofauna del embalse San Roque (Córdoba, Argentina). Res. XXIII Reunión Argentina de Ecología. San Luis.

- 15.- Morvillo, V., Herrero, A., Sosnovsky, A. & Romano, L., 1998. Estudio de las características bioecológicas del lago San Roque, Córdoba. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental* 37: 31-36.
- 16.- Moss, B., 1998. *Ecology of fresh waters. Man and medium, past to future.* Blackwell Science Ltd, USA. 557 p.
- 17.- Oroná, C., Borgnino, L., Avena, M., Bazán, R., Larrosa, N., Rodríguez, A. & Grisolia G., 2002. Variación temporal y espacial del fósforo en sedimentos de los embalses San Roque y Los Molinos, Córdoba, Argentina. XIX Congreso Nacional del Agua, Córdoba. 10 p.
- 18.- Paggi, J. C., 1998. Capítulo 50: "Cladocera" (Anomopoda y Ctenopoda). Pp. 507-518. En: S. Coscarón & J. J. Morrone (eds), *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos.* Ediciones Sur, La Plata.
- 19.- Pizzolon, L., 1996. Importancia de las cianobacterias como factor de toxicidad en las aguas continentales. *Interciencia* 21(6): 239-245.
- 20.- Pizzolon, L., Tracana, B., Prosperi, C. & Guerrero, M., 1999. Cyanobacterial blooms in Argentinean inland Waters. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 4: 101-105.
- 21.- Prosperi, C., 2002. Composición del fitoplancton del embalse San Roque. *Revista de Tecnología y Ciencia* 6(13): 8-10.
- 22.- Quirós, R., 1998. Fish effects on trophic relationships in the pelagic zone of lakes. *Hydrobiologia* 361: 101-111.
- 23.- Rodríguez, M., Busso, F., Bustamante, M., Ruibal, A., Ruiz, M. & Angelaccio, C., 2005. Floraciones algales en el embalse San Roque (Córdoba). XX Congreso Nacional del Agua. Mendoza, 15 p.
- 24.- Rodríguez, M., Cossavella, A., Oroná, C., Larrosa, N., Avena, M., Rodríguez, A., Del Olmo, S., Bertucci, C., Muñoz, A., Castelló, E., Bazán, R. & Martínez M., 2010. Estudios preliminares de la calidad de agua y sedimentos del embalse San Roque relacionados al proceso de eutrofización. En [http://libnet.unse.edu.ar/5 Con/Rhid/T/06045.PDF](http://libnet.unse.edu.ar/5_Con/Rhid/T/06045.PDF).