



Composición del fitoplancton y evaluación del estado trófico del embalse La Quebrada, Córdoba, Argentina

Phytoplankton composition and evaluation of the trophic status of the La Quebrada Reservoir, Córdoba, Argentina

INÉS CLAUDIA DAGA^{1*}, MARÍA CECILIA FERNÁNDEZ BELMONTE²
Y MARÍA REYNA SANTIAGO³

¹ Cátedra de Diversidad Biológica I. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, UNC.

² Cátedra de Morfología Vegetal. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, UNSL.

³ Cátedra de Obras Hidráulicas e Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNC.

*<inesclaudiadaga@gmail.com>

RESUMEN

El embalse La Quebrada está situado en el faldeo oriental de las Sierras Chicas a 32 km de la ciudad de Córdoba y abastece de agua a las localidades de Río Ceballos, Unquillo y Mendiolaza. El objetivo del trabajo fue evaluar el estado trófico del embalse a través de las variables físico-químicas y biológicas. Se llevaron a cabo muestreos estacionales desde verano de 2014 hasta el verano de 2016, en el muro de cierre del embalse y la desembocadura de los tributarios. Se obtuvieron muestras para identificación y análisis cuantitativo de fitoplancton, realizándose mediciones de transparencia, temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. Se estimó la clorofila *a* y nutrientes. Se calcularon frecuencias relativas, biomasa, diversidad y se estimó el índice de estado trófico de Carlson. Se identificaron 128 taxa siendo el organismo fitoplanctónico dominante el dinoflagelado *Ceratium furcoides*. De acuerdo al índice de estado trófico se ubica al embalse La Quebrada como eutrófico, condición indeseable en un ambiente utilizado para provisión de agua potable.

ABSTRACT

La Quebrada Reservoir is located on the eastern slopes of the Sierras Chicas, 32 km from the city of Córdoba and supplies water to the towns of Río Ceballos, Unquillo and Mendiolaza. The objective of the work was to evaluate the trophic state of the reservoir through the physical-chemical and biological variables. Seasonal samplings were carried out from summer 2014 to summer 2016, in the closing wall of the reservoir and the mouth of the tributaries. Samples were obtained for identification and quantitative analysis of phytoplankton, performing measurements of transparency, temperature, pH, electrical conductivity, and dissolved

oxygen. Chlorophyll *a* and nutrients were estimated. Relative frequencies, biomass, and diversity were calculated and the Carlson trophic state index was estimated. One-hundred and twenty-eight taxa were identified, the dominant phytoplankton organism being the dinoflagellate *Ceratium furcoides*. According to the trophic status index, La Quebrada Reservoir is classified as eutrophic, an undesirable condition in an environment used to supply drinking water.

Palabras clave: fitoplancton, *Ceratium*, embalse, eutrofización

Keywords: phytoplankton, *Ceratium*, reservoir, eutrophication

INTRODUCCIÓN

El embalse La Quebrada forma parte de la Reserva Hídrica Parque Natural La Quebrada ubicada a 7 km de la localidad de Río Ceballos e integra el sistema de áreas naturales protegidas de la provincia. Tiene una cuenca de aproximadamente 4200 hectáreas, dos tributarios, arroyos Colanchanga y Los Hornillos, y abastece de agua potable a aproximadamente 50.000 habitantes de las localidades de Río Ceballos, Unquillo y Mendiolaza.

En los últimos años la cuenca de La Quebrada como todas las Sierras Chicas han experimentado grandes transformaciones debido principalmente al avance de la urbanización, la tala, la invasión de especies exóticas, el sobrepastoreo y los incendios (Zak et al., 2004). Muchas de estas actividades favorecen los procesos erosivos arrastrando sedimentos y cenizas que llegan al embalse provocando una disminución en su capacidad de almacenamiento y aumento de nutrientes, situación que favorece la eutrofización y el crecimiento de las algas (Daga & Pierotto, 2014).

La eutrofización es una de las amenazas más importantes que presentan en la actualidad los embalses a nivel mundial. Los estudios de Quirós & Drago (1999) referidos a embalses de las regiones áridas del centro, oeste y noroeste de

nuestro país, indican que en general presentan un estado trófico que varía entre mesotrófico y eutrófico.

Particularmente, La Quebrada es uno de los cuerpos de agua más jóvenes de la provincia y en los últimos años se ha incrementado su nivel trófico donde las floraciones de algas son permanentes, afectando la calidad del recurso (Pierotto & Daga, 2013; Daga & Pierotto, 2014).

El objetivo del trabajo fue evaluar el estado trófico del embalse a través de las variables físico-químicas y biológicas y analizar la composición y estructura del fitoplancton en base a los análisis de abundancia, biomasa, clorofila, diversidad y riqueza específica.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio

El embalse La Quebrada, se localiza en el centro-oeste de la provincia de Córdoba, en el faldeo oriental de las Sierras Chicas, a 750 m s.n.m. Posee una profundidad máxima de 34 m y se alimenta de los arroyos Los Hornillos y Colanchanga; **Figura 1**). El clima de la zona es semiárido templado, con lluvias de régimen monzónico de 949 mm anuales y la temperatura media es de 18,9 °C (Capitanelli, 1979). La vegetación forma parte del Distrito Chaqueño Serrano (Cabrera, 1976) y se presenta en pisos altitudinales que abarcan los bosques de llanura pede-

montana, bosque serrano, arbustal y pastizal de altura (Luti et al., 1979; Cabido & Zak, 1999).

Toma de muestra y metodología

Se realizaron 8 muestreos estacionales comprendidos entre el verano de 2014 y el verano de 2016. Las estaciones de muestreo se ubicaron en el paredón del embalse, estación E_1 ($31^{\circ} 08'56.55''$ S- $64^{\circ} 20'31.57''$ O) y desembocadura de cada uno de los tributarios: E_2 ($31^{\circ} 08'58.62''$ S- $64^{\circ} 20'40.39''$ O), desembocadura del arroyo Colanchanga y E_3 ($31^{\circ} 09'07.55''$ S-; $64^{\circ} 20'58.92''$ O) desembocadura del arroyo Los Hornillos (**Figura 1**).

En la estación E_1 las muestras se tomaron con un muestreador tipo Van Dorn, a tres profundidades en la columna de agua (0,30; 1,5 y a los 3 m): una primera muestra para análisis del fitoplancton, una segunda muestra subsuperficial (0,30 m) para la determinación de clorofila a y una tercera para el análisis de nitrógeno y fósforo total. Los análisis de nutrientes fueron realizados por personal del laboratorio CIQA de la Univer-

sidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba. Para la medición de la transparencia se utilizó el disco de Secchi.

En la desembocadura de los ríos las muestras se tomaron con una red de plancton de $20 \mu\text{m}$ de diámetro de poro.

En cada una de las estaciones de muestreo, utilizando instrumentos portátiles, se realizaron mediciones in situ de temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.

Las identificaciones algales se realizaron mediante el empleo de microscopio óptico y la consulta taxonómicas de bibliografía específica para cada grupo.

El recuento de células se efectuó con una cámara de Sedgwick-Rafter. La biomasa fitoplanctónica se estimó mediante la clorofila a (APHA, 1992) y el biovolumen de acuerdo al método de Rott (1981). A partir de la construcción de tablas de presencia-ausencia, se estimó la frecuencia relativa de acuerdo a la fórmula: $FR = S_i/N \times 100$ donde S_i = número de presencia de la especie i en las muestras y N = número total de muestras.



Figura 1. Fotografía satelital del embalse La Quebrada ubicando las estaciones de muestreo. Referencias: 1. Estación paredón de embalse (E_1); 2. Estación desembocadura arroyo Colanchanga (E_2); 3. Estación desembocadura arroyo Los Hornillos (E_3)

Figure 1. Satellite photograph of the La Quebrada Reservoir locating the sampling stations.

References: 1. Reservoir wall station (E_1); 2. Colanchanga Stream mouth station (E_2); 3. Los Hornillos Stream mouth station (E_3)

Para el cálculo de la diversidad se utilizó el índice de Shannon-Weaver (1949).

La evaluación del estado trófico se realizó mediante el Índice de Carlson (Carlson, 1977). Para el análisis estadístico de los datos se usó el programa InfoStat Software (Di Rienzo et al., 2017).

RESULTADOS

En enero de 2014 al comenzar el estudio la provincia atravesaba un período de sequía prolongado y como consecuencia el embalse presentaba una cota de 14 m por debajo del nivel de vertedero (Tabla 1). Hacia fines de febrero de 2014 las abundantes precipitaciones llevaron al embalse a su cota máxima descargando el exceso de agua por el vertedero hasta mayo del mismo año. En el verano de 2015, especialmente durante el mes de febrero, nuevamente se incrementaron las lluvias provocando fuertes inundaciones en la zona, lo que llevó a abrir las válvulas para el escape de agua y evitar desbordes ante nuevas crecidas. Se aclara que no fue po-

sible tomar muestras durante el verano de ese año.

En la **Tabla 1** se observan los valores máximos, mínimos y medios de los principales parámetros físicoquímicos del embalse a los 0,30 m y en desembocadura de los tributarios.

La temperatura mínima del agua fue de 11 °C y se registró en E₁ y la máxima de 28,5 en E₃. En E₂ se observaron las temperaturas medias menores, situación que puede ser atribuida a la abundante vegetación de ribera a lo largo del cauce que disminuye la intensidad lumínica y con ello la temperatura.

En los muestreos verticales en E₁ no se registraron diferencias significativas que permitieran definir una estratificación térmica. Lo que se observó fue una diferencia de 1 °C entre la muestra subsuperficial (0,30 m) y la de mayor profundidad (3 m) durante el verano.

El embalse y la desembocadura de los tributarios se caracterizaron por presentar aguas alcalinas con pH entre 8,3 y 9,3. La conductividad registró valores míni-

Tabla 1. Valores máximos, mínimos y medios de los parámetros físicoquímicos en las tres estaciones de muestreo

Table 1. Maximum, minimum and average values of the physical-chemical parameters in the three sampling stations

Estación de muestreo\Variables	E 1			E 2			E 3		
	Media ± D.E	Mín	Máx	Media ± D.E	Mín	Máx	Media ± D.E	Mín	Máx
Temperatura °C	21,05 ± 5,33	11,1	27	20,24 ± 5,23	12	25,5	22,79 ± 5,63	13,7	28,5
pH	8,79 ± 0,38	8,3	9,2	8,56 ± 0,25	8,4	9	8,88 ± 0,37	8,4	9,3
Conductividad μS cm ⁻¹	300 ± 23	272	338	348 ± 39	276	389	258 ± 104	3,14	324
OD mg.L ⁻¹	8,69 ± 1,8	6,07	11,25	8,64 ± 1,98	5,76	11,3	8,22 ± 1,64	6,06	10,1
Cota m	31,17 ± 4,25	21,5	34	-	-	-	-	-	-
Secchi m	1,36 ± 0,14	1,15	1,6	-	-	-	-	-	-
Nitrogeno mg.L ⁻¹	1,2 ± 1,11	0,02	3,08	-	-	-	-	-	-
Nitrato mg.L ⁻¹	0,52 ± 0,51	0,08	1,68	-	-	-	-	-	-
Nitrito mg.L ⁻¹	0,01 ± 0,01	0,01	0,04	-	-	-	-	-	-
P mg.L ⁻¹	0,21 ± 0,14	0,07	0,43	-	-	-	-	-	-

mos de $272 \mu\text{S cm}^{-1}$ y máximos de $389 \mu\text{S cm}^{-1}$. El análisis de OD presentó los valores mayores en otoño-invierno y los menores en primavera-verano. La transparencia del agua osciló entre 1,15 y 1,60 m; la menor transparencia fue observada en la primavera de 2015 y coincidió con un elevado biovolumen y la mayor transparencia fue en otoño de 2015 (1,60 m) y se correspondió con valores bajos de biovolumen. Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas entre la transparencia y el biovolumen ($r = -0,45$; $p = 0,23$).

El nitrato presentó un valor medio de 0,52, observándose una correlación positiva entre los valores de nitrato y número de células ($r = 0,95$, $p = 0,017$) y entre nitrato y clorofila ($r = 0,74$, $p = 0,050$). El fósforo presentó un valor medio de $0,21 \text{ mg.L}^{-1}$.

Se identificó un total de 128 taxa que se distribuyeron en 9 grupos (Figura 2). La estación de muestreo que presentó mayor riqueza de especies fue E_3 , con

un promedio de 19 especies y la estación con menor riqueza fue E_1 , con un promedio de 9 especies.

El grupo con mayor riqueza de especies corresponde a las diatomeas con 52 taxones, y *Aulacoseira granulata* presentó la mayor frecuencia relativa en E_1 con el 50%. En E_2 y E_3 las diatomeas con mayor frecuencia fueron *Melosira varians* con el 42%, *Ulnaria ulna* con el 79% y *Navicula cari* con 62%.

Las Euglenozoa presentaron 28 taxones y el mayor número de especies ocurrió en la desembocadura de los tributarios. La especie con mayor frecuencia fue *Trachelomonas volvocina* var. *volvocina* con el 25%.

Dentro de Chloroplastida se observó un total de 24 taxones con mayor presencia en E_2 y E_3 . Las clorofitas unicelulares con mayor frecuencia fueron *Phacotus lenticularis* con el 29% y *Closterium aciculare* con el 13%, con mayor desarrollo en primavera. Mientras que las especies filamentosas estuvieron representadas

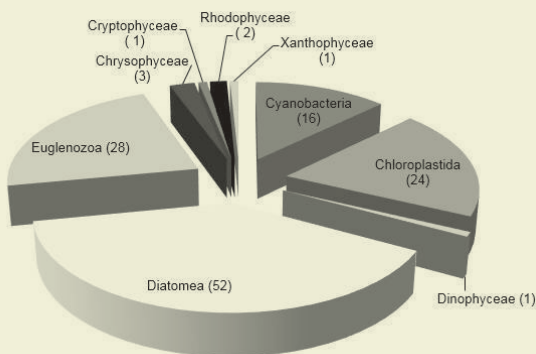


Figura 2. Distribución de taxones en los distintos grupos algales durante el período estudiado
Figure 2. Distribution of taxa in the different algal groups during the studied period

por *Chaetomorpha herbipolensis*, *Cladophora glomerata* y *Oedogonium* sp., que fueron evidentes durante el invierno. Las Rhodophyceae estuvieron representadas por dos especies: *Batrachospermum atrum* var. *puiggarianum* y *Compsopogon coeruleus*, en E₃, durante los meses fríos.

Se identificó un total de 16 taxones de Cyanobacteria, presentes en la desembocadura de los tributarios. Las especies con mayor frecuencia fueron *Pseudoanabaena limnetica* y *Planktothrix agardhii* con el 12%.

En Chrysophyceae se identificaron 3 taxones, en Cryptophyceae y Xanthophyceae un solo taxón en cada grupo y de aparición esporádica.

Ceratium furcoides fue la especie dominante en todo el estudio con una frecuencia del 100% en E₁, único taxón dentro de las Dinophyceae.

Al analizar la abundancia del número de células entre las estaciones de muestreo se registraron diferencias significativas entre la estación E₁ y la desembocadura de los tributarios E₂ y E₃ (H=16,21; p=0.003), en cambio no se observaron

diferencias significativas para el número de células en las distintas profundidades (H=4,2; p= 0.13).

La mayor densidad celular y biovolumen en E₁ (0,30 m) se observó en otoño e invierno de 2014 con 7040 y 7564 cel.mL⁻¹ y biovolúmenes de 135 y de 194 mm³.L⁻¹ respectivamente (**Figura 3**). El menor número de células a la misma profundidad ocurrió en otoño de 2015 con 997 cel.mL⁻¹ y un biovolumen de 25 mm³.L⁻¹. Posiblemente la causa de esta gran diferencia ocurrida durante ambos otoños fue el abundante ingreso de agua y las evacuaciones por el vertedero hasta mediados de otoño del mismo año. En la primavera de 2014 se registró el biovolumen menor de 11mm³.L⁻¹, con una densidad celular de 3500 cél.mL⁻¹, donde el mayor número de células corresponde a *Phacotus lenticularis*, organismo con baja contribución al biovolumen debido a su talla pequeña.

En la desembocadura de los tributarios las densidades celulares oscilaron entre 30 y 880 cel.mL⁻¹, con biovolúmenes entre 0,05 y 38 mm³.L⁻¹, este último valor lo

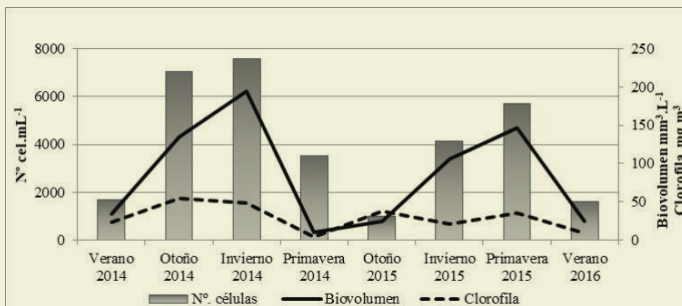


Figura 3. Variaciones del número de células, biovolumen y clorofila en la estación de muestreo E₁, (0,30 m) durante el período estudiado

Figure 3. Variations of the number of cells, biovolume and chlorophyll in the E₁ sampling station, (0.30 m) during the studied period

aportaron clorofitas filamentosas como *Chaetomorpha herbipolensis*, *Cladophora glomerata* y *Oedogonim* sp. Son especies perifíticas y probablemente por las crecidas que experimentaron estos cursos de agua se desprendieron del sustrato y pasaron a formar parte del plancton.

Otra manera de estimar la biomasa fitoplanctónica es a través de la concentración de la clorofila a que presentó su máximo valor en el otoño y el invierno de 2014 (55 mg.m³ y 49 mg.m³) y el menor valor en la primavera del mismo año (5 mg.m³). Se observó una correlación positiva entre la clorofila y el número de células ($r=0,90$; $p=0,0024$) y entre la clorofila y el biovolumen ($r=0,88$; $p=0,019$).

La diversidad en E_1 presento valores <1 hasta 1,79 bits ind⁻¹ y en la desembocadura de los tributarios los valores de diversidad fueron similares entre <1 hasta 2,37 bits ind⁻¹.

De acuerdo al índice de estado trófico se clasificó el embalse como mesotrófico en otoño e invierno de 2015 y como

eutrófico en los restantes muestreos. Donde los valores para el disco de Secchi oscilaron entre 50 y 70, para el fósforo entre 40 y 90 y para la clorofila a variaron entre 40 y 80 (Figura 4).

DISCUSIÓN

De acuerdo al régimen térmico local el embalse La Quebrada es de tipo monomítico, presenta un período de mezcla durante el invierno y se estratifica en el verano (Pierotto & Daga, 2013; Daga & Pierotto, 2014). Debido a que los muestreos verticales se realizaron hasta los 3 m de profundidad, solo se pudo observar la presencia de una termoclina secundaria, situación frecuente que puede atribuirse al calentamiento superficial diario y ausencia de vientos (Degano et al., 2016).

El pH, el OD y la conductividad presentaron variaciones similares a otros estudios realizados en este embalse (Pierotto & Daga, 2013; Daga & Pierotto, 2014).

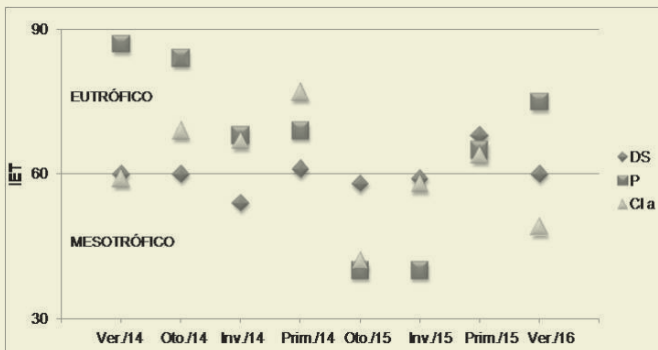


Figura 4. Variación del índice de estado trófico en el embalse La Quebrada. Referencias: DS= disco de Secchi; P= fósforo; Cl a= clorofila a

Figure 4. Variation of the trophic status index in the La Quebrada Reservoir. References: DS = Secchi disc; P = phosphorus; Cl a = chlorophyll a

En E_1 la mayor densidad celular la aportó *Ceratium furcoides*; dentro del género las especies más habituales son *C. hirundinella* y *C. furcoides* (Popovský & Pfiester, 1990). La presencia de *C. hirundinella*, en La Quebrada y otros cuerpos de agua de la provincia ha sido registrada desde el año 2000 (Pierotto et al., 2003, 2009). Entre los años 2011 y 2013, *C. hirundinella* fue remplazado por *C. furcoides* en el embalse La Quebrada (Daga et al., 2015) como así también en el embalse San Roque (Daga et al., 2017). En un estudio realizado por Meichtry et al. (2014) en el embalse Yaciretá relacionaron la aparición de *C. furcoides* con una mayor estabilidad en la columna de agua, un aumento de nutrientes y del tiempo de residencia del agua. Situaciones similares fueron observadas años previos a este estudio cuando sequías prolongadas aumentaron el tiempo de residencia del agua y los incendios forestales incrementaron la entrada de nutrientes (Daga & Pierotto, 2014; Daga et al., 2015).

Los valores mayores de clorofila se corresponden a altas densidades de *C. furcoides* y el menor valor ocurrió cuando se observó un mayor número de células de *Phacothus lenticularis*, alga verde unicelular con alta tasa de crecimiento y frecuente en ambientes alcalinos con CO_3Ca (Gruenert & Raeder, 2014). Si bien no hay una relación lineal entre el tamaño celular y el contenido de clorofila, en general organismos como *Phacotus* tienen menor volumen celular y menor contenido de clorofila que los organismos de grandes dimensiones como *Ceratium*, los cuales contribuyen en mayor proporción a la productividad neta del ecosistema (Felip & Catalán, 2000).

Los valores bajos de diversidad en E_1 son atribuidos a una elevada biomasa de

Ceratium, en tal sentido Sournia (1978) señala que la diversidad disminuye cuando los individuos de especies raras son sustituidos por individuos de especies comunes.

Si bien *Ceratium* no produce toxinas, puede generar numerosos impactos en el recurso hídrico, modificando las propiedades organolépticas del agua y dificultades en los procesos de potabilización (Pierotto et al., 2003; Ascencio et al., 2017). El índice de estado trófico asociado al nutriente fósforo nos muestra que el embalse La Quebrada presenta niveles medios a altos de eutrofia. Numerosos autores señalan que valores superiores a $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ de fósforo indican ambientes eutróficos (Pesce & Wunderling, 2000; Monferrán et al., 2011).

El estado mesotrófico-eutrófico del embalse La Quebrada favorece el desarrollo de floraciones algales, situación que nos lleva a plantear acciones inmediatas en el sistema acuático relacionadas con el manejo de la cota, control de actividades en la cuenca y reducción en los aportes de fósforo.

BIBLIOGRAFÍA

- APHA, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, America Publication Health Association, Washington, D.C. pp 1-1160.
- ASCENCIO, E., V. ALMANZA, P. RIVERA, O. PARRA, F. CRUCES & R. URRUTIA, 2017. Morfología y distribución del género *Ceratium* (Gonyaulacales, Dinophyceae) en los ecosistemas acuáticos continentales de Chile. Memorias del XIV Congreso de la Sociedad Chilena de Limnología, At Instituto de Fomento Pesquero, Puerto Montt. Chile.
- CABIDO, M. & M. ZAK, 1999. La Vegetación del Norte de Córdoba. Secretaría de Agri-

- cultura, Ganadería y Recursos Naturales de Córdoba.
- CABRERA, A.L., 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. ACME, Buenos Aires.
- CAPITANELLI R. G., 1979. Clima. En: Vázquez J.B, R.A. Miatello & M.E. Roqué (Eds.). Geografía física de Córdoba. Boldt. Editorial, Córdoba, Argentina.
- CARLSON, R.E., 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology Oceanography* 22: 361-369.
- DAGA, C. & M. PIEROTTO, 2014. Variaciones espaciales y temporales de organismos autótrofos en el embalse La Quebrada (Córdoba, Argentina). *Arnaldoa* 21(1):189-196.
- DAGA, C., S. REYNA & C. FERNÁNDEZ, 2015. Relación entre la composición del fitoplancton y el nivel del agua del embalse La Quebrada. Córdoba, Argentina. Memorias XXXV Jornadas Argentinas de Botánica. Salta Argentina.
- DAGA, I.C., M.C. FERNÁNDEZ BELMONTE & S.M. REYNA, 2017. Composición algal y bioindicadores de calidad de agua. Casos de estudio: embalse San Roque, Córdoba. Argentina. Memorias XXVI Congreso Nacional del Agua. Córdoba.
- DEGANO M., M.I. RODRIGUEZ & C. DASO, 2016. Dinámica térmica de cuerpos de agua eutróficos: caso Embalse San Roque. *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 3(1): 93-100.
- DI RIENZO, J.A., F. CASANOVES, M.G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA & C.W. ROBLEDO, 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FELIP, M. & J. CATALAN, 2000. The Relationship Between Phytoplankton Biovolume and Chlorophyll in a Deep Oligotrophic Lake: Decoupling in Their Spatial and Temporal Maxima. *Journal of Plankton Research* 22(1): 91-105.
- GRUENERT, U. & U. RAEDER, 2014. Growth responses of the calcite-loricated freshwater phytoflagellate *Phacotus lenticularis* (Chlorophyta) to the CaCO₃ saturation state and meteorological changes. *Journal of Plankton Research* 36(3): 630-640.
- LUTI, R., M. BERTRÁN, F.M. GALERA, N. MÜLLER, M. BERZAL, N. NORES, M. HERRERA & J.C. BARRERA, 1979. Vegetación. En: Vázquez, J., R. Miatello & M. Roqué (Eds.). Geografía Física de la Provincia de Córdoba. Buenos Aires, Editorial Boldt.
- MEICHTRY, N., A. BOLTOVSKOY, C. COSTIGLIOLO ROJAS & R. RODRÍGUEZ, 2014. Primer registro del dinoflagelado invasor *Ceratium furcoides* (Levander) -Langhans 1925 en la Argentina y su distribución en el área de influencia del Embalse Yacyretá (río Paraná, Argentina-Paraguay). *Limnética* 33(1): 153-160.
- MONFERRÁN, M.V., L.N. GALANTI, R.I. BONANSEA, M.V. AMÉ. & D.A. WUNDERLING, 2011. Integrated survey of water pollution in the Suquia River basin (Córdoba, Argentina). *Journal of Environmental Monitoring* 13: 398-409.
- PESCE, S.F. & D.A. WUNDERLING, 2000. Use of water quality indices to verify the impact of Cordoba City (Argentina) on Suquia River. *Water Research* 34: 2915-2926.
- PIEROTTO, M., A. RINCÓN, M. GONELLA, C. DAGA & C. PRÓSPERI, 2003. Hidrobiología del embalse La Quebrada (Córdoba, Argentina): Bacteriología y Fitoplancton. 13º Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente. Buenos Aires. Argentina.
- PIEROTTO, M. & C. DAGA, 2013. Evolución trófica del embalse La Quebrada, Córdoba. Memorias XXIV Congreso Nacional del Agua-San Juan, Argentina.
- PIEROTTO, M., C. DAGA, C. PRÓSPERI & A. RINCÓN, 2009. Blooms algales en Embalses de la provincia de Córdoba, Argentina. Memorias del XXII Congreso

- Nacional del Agua-Trelew-Chubut, Argentina.
- POPOVSKY, J. & L.A. PFIESTER, 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida). En: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begründet von A. Pascer. Band 6. Jena, Gustav Fischer Verlag.
- QUIROS, R. & E. DRAGO, 1999. The environmental state of Argentinean lakes: An overview. *Lakes and Reservoirs: Research and Management* 4: 55-64.
- ROTT, E. 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations, *Schweiz Z. Hydrology* 43: 34-61.
- SOURNIA, A.E., 1978. *Phytoplankton manual. Monographs on Oceanographic Methodology* 6 UNESCO. Paris.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER, 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana. Chicago, III. Univ. Illinois Press, London.
- ZAK, M.R., M. CABIDO & J.G. HODGSON, 2004. Do subtropical seasonal forests in the Gran Chaco, Argentina, have a future? *Biological Conservation* 120: 589-598.

Recibido: 04/2021
Aceptado: 09/2021