

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO FICOLÓGICO Y CALIDAD DE AGUA DE LA LAGUNA LA AROCENA (PCIA. DE LA PAMPA, ARGENTINA)

G. I. Bazán¹, M. G. Dalmaso¹, S. B. Álvarez¹ y A. L. Martínez de Fabricius²

1. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam. Uruguay 151 (6300) Santa Rosa, La Pampa, Argentina.

2. Facultad de Ciencias Exactas, Físico Químicas y Naturales, UNRC. Ruta Nacional 36 Km. 601 (5800) Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
gibazan@cpenet.com.ar

ABSTRACT. This work is part of an overall project that includes the study of the dynamics of algae in aquatic ecosystems in the province of La Pampa (Argentina). The aim of this contribution is to cite the species recorded for the Arocena and determine the saprobic and water quality of the lake. From October 2006 to August 2007 these were seasonal sampled in the Arocena shallow lake (Maracó Department), La Pampa. The samples were collected at six prefixed sites with phytoplankton net opening of 25 microns mesh. The physico-chemical variables (T °C, pH, conductivity, nitrites, nitrates, dissolved oxygen, among others) were obtained using portable sensors and subsequent laboratory techniques. These parameters provided an autecological characterization of the species studied and some of them extended the range of tolerance to the literature. Of all the species listed (251), 40% were *Chlorophyceae*, 32% *Bacillariophyceae*, 22% *Cyanophyceae*, *Euglenophyceae* 3.5% and 2.5% remaining *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, *Cryptophyceae* and *Dinophyceae*. The determined state was β mesosaprobic and the water quality was α mesosaprobic.

KEY WORDS: phytoplankton, shallow lakes, water quality.

PALABRAS CLAVE: fitoplancton, lagunas, calidad de agua.

INTRODUCCIÓN

La provincia de La Pampa, ubicada en el sudoeste de la región de las grandes llanuras, se caracteriza por el predominio de condiciones de aridez y semiaridez crecientes hacia el oeste, siguiendo un gradiente de precipitaciones anuales que va desde 700 mm al noreste hasta 300 mm al oeste (Roberto *et al.*, 1994).

Los humedales pampeanos del noreste se asientan sobre suelos con un alto potencial productivo y en condiciones naturales, manifiestan gran diversidad biológica dominada, en grado variable, por

el fitoplancton. Las comunidades de algas y en particular las poblaciones de *Cyanophyceae*, *Chlorophyceae* y *Bacillariophyceae* ocupan un amplio rango de hábitats.

El grupo de las lagunas de las planicies herbáceas, en la que se incluye a La Arocena, se caracterizan por ser poco profundas y de reducida extensión, rodeadas por cultivos y que evolucionan a procesos de extinción (Medus *et al.*, 1982).

El objetivo de la presente contribución es dar a conocer las especies fitoplanctónicas registradas en la laguna La Arocena, el nivel saprobico y la calidad del agua durante un ciclo anual.

MATERIALES Y MÉTODOS

La laguna La Arocena, en la provincia de La Pampa, se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas $63^{\circ} 42'$ long. W; $35^{\circ} 41'$ lat. S y a 150 msnm (Fig. 1); originalmente alcanzó una superficie de 150 ha y en la actualidad cubre una extensión aproximada de 70 ha (Fig. 2).

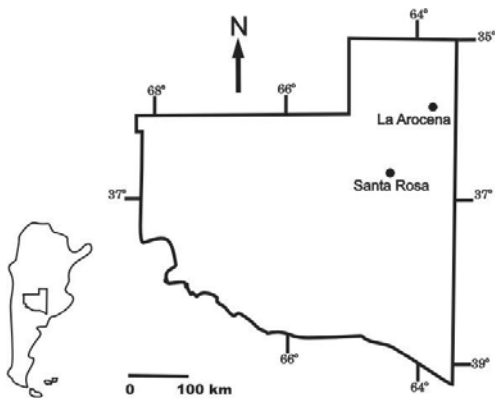


Figura 1. Ubicación geográfica de la Laguna La Arocena, Provincia de La Pampa.

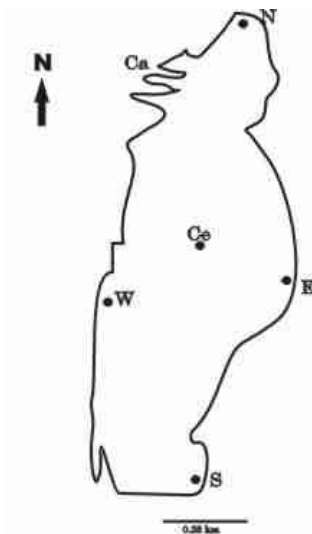


Figura 2. Laguna La Arocena (según Echaniz, 2010). Sitios de muestreo.

Durante el período comprendido entre octubre de 2006 y agosto de 2007 se realizaron muestreos estacionales en seis sectores de la laguna, colectando un total de 121 muestras, 69 biológicas y 52 para el registro de los parámetros físico-químicos. Las muestras de plancton se obtuvieron con red de $25 \mu\text{m}$ de abertura de malla.

En cada sitio de muestreo se registraron T° del agua y del aire, pH, conductividad, concentración de oxígeno disuelto (OD), transparencia del agua y se tomaron muestras para la determinación en laboratorio del residuo seco (a 105°C) y las concentraciones de nitratos y nitritos, entre otras variables.

Para la identificación taxonómica se consultaron las floras estándar de Hustedt (1930), Geitler (1932), Desikachary (1959); Starmach (1966), Patrick & Reimer (1966, 1975); Prescott (1951); Komárek & Fott (1983); Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991); Tell & Conforti (1986); Komárek & Anagnostidis (1986, 1989, 1999; 2005); Anagnostidis & Komárek (1988, 1990); así como trabajos específicos de autores varios. En la distribución geográfica se utilizaron los catálogos de Tell (1985), del Giorgio (1988) y Vouilloud (2003).

Para la categorización de la salud biológica de la laguna La Arocena se aplicó el método de los saprobios de Pantle & Buck (Schwoerbel, 1975). El grado saprobico se determinó mediante el cálculo de la frecuencia de cada especie y la valencia saprobica de cada una de ellas, obtenida mediante investigaciones propias y comparaciones con datos físico-químicos y bibliográficos existentes

(Sladeczek, 1973; Schwoerbel, 1975; Bellinger & Sigee, 2010).

Estos datos se incorporaron a la fórmula propuesta, obteniéndose el valor de saprobiedad durante el ciclo anual.

$$S = \sum (s \times h) / \sum h$$

Donde:

s= valor saprobico

h= frecuencia

Para determinar la calidad del agua (ICA) de la laguna La Arocena, se aplicó el índice de Sladeczek (1984, 1986), que contempla el grado de eurioicidad del taxón.

$$S(ICA) = \sum (s.h.g) / \sum s.h$$

Donde:

s= valencia saprobica (0-4) estima el grado de tolerancia a la polución orgánica.

h= estimación de la frecuencia o abundancia del taxón.

g= valor indicador de la especie (entre 0-5), valora el grado de eurioicidad del taxón.

RESULTADOS

Entre las variables físico-químicas registradas, la temperatura del agua varió entre 10 y 35 °C en todas las estaciones de muestreo, el pH mostró valores relativamente alcalinos, entre 7,34 en la estación Norte y 8,45 en el Este. Los valores de conductividad oscilaron entre 114 μ S/cm en la estación Sur y 470 μ S/cm en la estación Este. El residuo seco mínimo determinado para las estaciones Norte y Sur fue de 100 mg/l, mientras que en el Canal alcanzó el valor máximo de 426 mg/l (Tabla 1).

Respecto a los nitratos, la menor concentración se presentó en la estación Oeste con 5,0 mg/l y el registro máximo en la estación Centro con 64,0 mg/l. Los nitritos determinados en la estación Oeste alcanzaron 0,028 mg/l y en la estación Canal alcanzaron el valor máximo de 0,558 mg/l. Los sólidos sedimentables variaron entre 0,1 y 0,5 mg/l en las diversas estaciones (Tabla 1).

La profundidad de lectura del disco de Secchi osciló entre 10 cm en las estacio-

Tabla 1. Parámetros físico químicos determinados en la laguna La Arocena en el período 2006-2007.

Estación	Norte	Sur	Oeste	Este	Centro	Canal
T °C del agua	11-34	12-35	10-35	11-34	11-34	12,5-35
pH	7,34-8,40	8,11-8,37	7,97-8,3	8,02-8,45	8,07-8,2	7,45-8,23
Conductividad (μ S/cm)	170-310	114-270	224-290	150-470	180-390	200-444
Residuo Seco (105°C)	100-279	100-265	180-251	150-370	142-271	150-426
Nitratos (mg/l)	7-62,6	7-34,5	5-41,9	7-53,3	6-64	6-44
Nitritos (mg/l)	0,058-0,18	0,047-0,083	0,028-0,085	0,05-0,114	0,048-0,118	0,03-0,558
Sólidos Sedi- ment. (ml/l)	0,1	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,3	0,1	0,1-0,5
Prof. Secchi (cm)	10-30	10-30	15-35	20-40	25-40	10-35
OD (mg/l O ₂)	7,27-10,88	7,18-10,63	7,18-11,13	7,27-10,88	7,27-10,88	7,18-10,51

nes Norte, Sur y Canal y 40 cm en las estaciones Este y Centro. Por último el OD registró un mínimo de de 7,18 mg/l O₂ en las estaciones Sur, Oeste y Canal y un rango máximo de 11,13 mg/l O₂ en la estación Oeste (Tabla 1).

Se determinaron un total 251 especies, correspondientes a 8 clases algales, de las que *Chlorophyceae* con 100 taxones, *Bacillariophyceae* con 80 y *Cyanophyceae* con 55 taxones fueron las que presentaron mayor riqueza específica (Tabla 2).

Los ordenes *Chroococcales*, *Nostocales*, *Chlorococcales*, *Zygnematales*, *Centrales* y *Pennales* fueron los más representativos durante el ciclo anual, ya que representaron el 88,84% del total de la ficoflora determinada. El género con mayor número de especies para la clase *Cyanophyceae* fue *Oscillatoria* con 5, en *Chlorophyceae* los géneros *Scenedesmus* con 17 especies y *Monoraphidium* con 6 y para las *Bacilla-*

riophyceae fueron *Nitzschia* con 17 y *Navicula* con 12 especies.

En los sitios de muestreo, la saprobiidad según Pantle & Buck osciló entre 2,12 en el sitio Este y Oeste y entre 2,16 y 2,18 en los sitios restantes Norte, Sur y Canal respectivamente. La determinación del grado y rango de saprobiidad obtenida corresponde a β-mesosaprobios con S=2,16, con valores mayores en la época de verano de 2007 con S=2,21 y registros menores en primavera de 2006 con S= 2,08.

Los resultados obtenidos en base a los valores específicos para la aplicación del índice de calidad de agua (ICA) osciló en rangos de 2,94 en el Canal; 3,09 en el Sur; 3,15 en el Este y 3,2 en Oeste y Norte. El mayor valor obtenido fue en verano de 2007 con S(ICA)= 3,35 y el menor valor en invierno de 2007 con S(ICA)= 3,03.

Tabla 2. Lista taxonómica de las algas identificadas en la laguna La Arocena (La Pampa), durante el período 2006-2007.

Clase CYANOPHYCEAE	
Orden Chroococcales	
<i>Aphanocapsa elachista</i> West & G.S. West	<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kütz.
<i>Aphanothece stagnina</i> (Spreng.) A. Br. in Rabenh.	<i>Johannesbaptistia pellucida</i> (Dickie) W.R. Taylor & Drouet
<i>Chroococcus minimus</i> (Keiss.) Lemm.	<i>Merismopedia elegans</i> A. Braun in Kütz.
<i>Chroococcus giganteus</i> W. West	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Näg.
<i>Chroococcus minor</i> (Kütz.) Näg.	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kütz.) Näg.	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz.
<i>Coelosphaerium confertum</i> West & G.S. West	<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittr.) Kirchn.
<i>Coelosphaerium minutissimum</i> Lemm.	<i>Microcystis pulverea</i> (Wood) Forti
<i>Cyanobacterium cedrorum</i> (Sauv.) Kom.	<i>Microcystis stagnalis</i> Lemm.
<i>Dactylococcopsis irregularis</i> Grun.	<i>Synechococcus elongatus</i> (Näg.) Näg.
<i>Entophysalis</i> sp.	
<i>Gloeocapsa punctata</i> Näg.	Orden Chamaesiphonales
	<i>Chamaesiphon minutus</i> (Rostaf.) Lemm.
	<i>Chamaesiphon subglobosus</i> (Rostaf.) Lemm.
	<i>Chamaesiphon</i> sp.
	<i>Dermocarpa versicolor</i> (Borzi) Geitl.

Orden Hormogonales

Anabaena flos-aquae (L.) Bory
Anabaena inaequalis (Kütz.) Born. & Flah.
Anabaena spiroides Klebahn
Anabaena variabilis Kütz.
Anabaenopsis arnoldii Aptekarj
Aphanizomenon flos-aquae (L.) Ralfs
Arthrospira tenuis Brühl & Biswas
Cylindrospermum sp
Dichotrix fusca Fritsch
Jaaginema pseudogeminatum (Schmid)
Anagnostidis & Kom.
Lyngbya hieronymusii Lemm.
Lyngbya martensiana Menegh. ex Gom.
Lyngbya sp.
Microcoleus sp.
Nostoc commune Vaucher
Oscillatoria limnetica Lemm.
Oscillatoria proboscidea Gom.
Oscillatoria subbrevis f. *maior* G.S. West
Oscillatoria subbrevis Schmidle
Oscillatoria sp.
Phormidium faveolarum Gom.
Phormidium tenue (Menegh.) Gom.
Phormidium sp.
Planktothrix agardhii (Gom.) Anagnostidis
& Kom.
Planktothrix prolifica (Gom.) Anagnostidis
& Kom.
Pseudoanabaena catenata Lauterb.
Raphidiopsis curvata F.E.Fritsch
Spirulina laxissima G.S. West
Spirulina subsalsa Ørsted ex Gom.

Clase CHLOROPHYCEAE

Orden Tetrasselmidales

Chlamydomonas sp.
Tetrastelmis sp.

Orden Chlorococcales

Actinastrum hantschii Lagerh.
Actinastrum raphidioides (Reinsch) Brünth.
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs
Ankistrodesmus fusiformis Corda

Ankistrodesmus gracilis (Reinsch) Kors.
Botryococcus braunii Kütz.
Chlorella ellipsoidea Gerneck
Chlorella vulgaris Beij.
Closteriopsis acicularis var. *acicularis*
(G.M.Smith) Belcher & Swale
Coelastrum astroideum var. *astroideum* De
Not.
Coelastrum microporum var. *octaedricum*
(Skuja) Sodomk.
Dictyosphaerium Ehbrenbianum Näg.
Dictyosphaerium elegans Kom.
Dictyosphaerium pulchellum Wood
Dictyosphaerium tetrachotomum Printz
Eremosphaera eremosphaera (G.M.Smith)
R.L.Smith & Bold
Eremosphaera sp.
Franceia ovalis (France) Lemm.
Golenkinia radiata Chod.
Golenkiniopsis parvula (Woronich.) Kors.
Kirchneriella aperta Teiling
Kirchneriella contorta var. *contorta* Bohlin
Kirchneriella irregularis (G.M. Smith) Kors.
Kirchneriella irregularis var. *spiralis* Kors.
Kirchneriella obesa (W. West) Schmidle
Lagerh.ia ciliata (Lagerh.) Chod.
Micractinium pusillum Fresenius
Monoraphidium arcuatum (Kors.) Hindak
Monoraphidium griffithii (Berk.) Kom.-
Legn.
Monoraphidium indicum Hindak
Monoraphidium irregulare (G.M. Smith)
Kom. Legn.
Monoraphidium obtusum (Kors.) Kom.-Legn.
Monoraphidium sp.
Oocystis lacustris Chod.
Oocystis parva West & G.S. West
Oocystis solitaria Wittrock
Pediastrum boryanum var. *boryanum* (Turpin)
Menegh.
Pediastrum clatratum (Schröd.) Lemm.
Pediastrum duplex Meyen
Pediastrum duplex Meyen var. *duplex*
Pediastrum simplex Meyen

Pediastrum simplex Meyen var. *simplex*
Pediastrum tetras (Ehrenb.) Ralfs
Poliedriopsis spinulosa (Schmidle) Schmidle
Scenedesmus acuminatus var. *acuminatus*
 (Lagerh.) Chod.
Scenedesmus acutus Meyen
Scenedesmus aff. *acuminatus* (Lagerh.) Chod.
Scenedesmus arcuatum (Kors.) Hindak
Scenedesmus armatus Chod.
Scenedesmus bernardii G.M.Smith
Scenedesmus bicaudatus (Hangs.) R. Chod.
Scenedesmus dimorphus (Turpin) Kütz.
Scenedesmus disciformis (Chod.) Fott & Kom.
Scenedesmus disciformis f. *disciformis* (Chod.)
 Fott & Kom.
Scenedesmus ecornis (Ehr.) Chod. sensu
 Uherk.
Scenedesmus falcatus Chod.
Scenedesmus longispina Chod.
Scenedesmus obtusus f. *alterna* (Reinsch)
 Compère
Scenedesmus opoliensis P.G. Richter
Scenedesmus opoliensis var. *carinatus* Lemm.
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Bréb.
 sensu Chod.
Scenedesmus quadripina (Chod.) G.M.
 Smith
Scenedesmus spinosus Chod.
Scenedesmus sp.
Schroederia planctonica (Skuja) Philipose
Schroederia setigera (Schröd.) Lemm.
Sphaerocystis scroeteri Chod.
Tetraedron caudatum (Corda) Hangs.
Tetraedron minimum (A. Braun) Hangs.
Tetraedron triangulare Kors.
Tetraedron trigonum (Näg.) Hangs.
Tetrastrum elegans Playf.
Tetrastrum peterfii Hortob.
Tetrastrum staurogeniaeforme (Schröd.)
 Lemm.
Treubaria euryacantha (Schmidle) Kors.

Orden Ulotrichales

Ulotrix variabilis Kütz.

Orden Cbaetophorales

Stigeoclonium sp.

Orden Oedogoniales

Oedogonium sp.1

Oedogonium sp.2

Oedogonium sp.3

Oedogonium sp.4

Orden Zygnematales

Closterium acerosum Ehr. ex Ralfs

Closterium venus Kütz. ex Ralfs

Cosmarium botritis Menegh.

Cosmarium granatum Bréb. ex Ralfs

Cosmarium pyramidatum Bréb.

Cosmarium sp.

Mougeotia sp.1

Mougeotia sp.2

Spirogyra sp.1

Spirogyra sp.2

Staurastrum gracile Ralfs ex Ralfs

Staurastrum leptocladum Nordst.

Staurastrum planctonicum Teiling

Staurastrum sp.

Staurastrum tetracerum Ralfs

Zygnema sp.1

Zygnema sp.2

Clase BACILLARIOPHYCEAE**Orden Centrales**

Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen

Aulacoseira granulata var. *angustissima*
 (Müller) Simonsen

Aulacoseira italica (Ehr.) Simonsen

Cyclotella meneghiniana Kütz.

Cyclotella striata (Kütz.) Grun.

Melosira ambigua (Grun.) O.Müller

Melosira varians C. Agardh

Stephanodiscus sp.

Thalassiosira weisflogii (Grun.) Fryxell &
 Hasle

Orden Pennales

Achnanthes exigua Grun.

Achnanthes lanceolata (Bréb. ex Kütz.)

Grun.

Achnanthes sp.

Amphipleura lindheimeri Grun.

Amphora pediculus (Kütz.) Grun.

Amphora veneta Kütz.

Anomoeoneis costata (Kütz.) Hustedt

Anomoeoneis sp.

Caloneis amphisbaena (Bory) Cleve

Campylodiscus sp.

Cocconeis placentula var. *lineata* (Ehr.) van
Heurck

Craticula cuspidata (Kütz.) D.G.Mann

Cymatopleura solea (Bréb.) W. Smith

Cymbella affinis Kütz.

Cymbella cuspidata Rabenh.

Denticula sp.

Diatoma tenue C. Agardh

Diploneis puella (Schumann) Cleve

Encyonema minutum (Hilse) D.G. Mann

Epithemia adnata (Kütz.) Bréb.

Epithemia adnata var. *proboscidea* (Kütz.)
Hendey

Epithemia sorex Kütz.

Eunotia sp.

Fragilaria vaucheriae (Kütz.) J.B.Petersen

Fragilaria sp.

Gomphonema gracile Ehr.

Gomphonema minutum (C. Agardh) C.
Agardh

Gomphonema parvulum (Kütz.) H.F. Van
Heurck

Gomphonema truncatum Ehr.

Gomphonema sp.

Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun.

Navicula cryptocephala Kütz.

Navicula decussis Østrup

Navicula exigua var. *capitata* Skvortsov &
Meyer

Navicula menisculus Schumann

Navicula perminuta Grun.

Navicula radiosa Kütz.

Navicula rhyngocephala Kütz.

Navicula tripunctata (O.F.Müller) Bory

Navicula veneta Kütz.

Navicula viridula (Kütz.) Kütz.

Navicula viridula var. *rostellata* (Kütz.)
Cleve

Navicula sp.

Nitzschia amphibia Grun.

Nitzschia ascicularis (Kütz.) W.Smith

Nitzschia capitellata Hustedt

Nitzschia communis Rabenh.

Nitzschia constricta (Gregory) Grun.

Nitzschia fonticola Cholnoky

Nitzschia frustulum (Kütz.) Grun.

Nitzschia gandersheimensis Krasske

Nitzschia hantzschiana Rabenh.

Nitzschia lacuum Lange-Bertalot

Nitzschia linnearis (J.G.Agardh) W.Smith

Nitzschia littoralis Grun.

Nitzschia palea (Kütz.) W. Smith

Nitzschia perminuta (Grun.) M. Peragallo

Nitzschia recta Hantzsch

Nitzschia sigma (Küt.) W. Smith

Nitzschia sp.

Pinnularia mesogongyla Ehr.

Pleurosigma sp.

Rhopalodia gibberula (Ehr.) O.Müller

Rhopalodia gibberula var. *vanheurckii* O.F.
Müller

Rhopalodia operculata (C. Agardh)

Hakanson

Sellaphora pupula (Kütz.) Mereschk.

Stauroneis anceps Ehr.

Stauroneis anceps f. *gracilis* Ehr.

Synedra acus Kütz.

Synedra delicatissima W. Smith

Synedra ulna (Nitzsch) Ehr.

Clase XANTHOPHYCEAE

Orden Tribonematales

Goniochloris sp.

Tribonema sp.

Clase CHRYSOPHYCEAE

Orden Chromulinales

Chromulina sp.

Orden Monosigales

Codosiga corymbosa (Entz) Bourr.

Salpingoeca sp.

Clase EUGLENOPHYCEAE

Orden Euglenales

Euglena spiroides Lemm.

Euglena variabilis Klebs

Euglena viridis Ehr.

Lepocinclis texta (Duj.) Lemm.

Phacus acuminatus Stokes

Phacus sp.

Trachelomonas robusta Svirenko emend. Defl.

Trachelomonas volvocina Ehr.

Orden Colaciales

Colacium epiphbiticum Fritsch

Clase DINOPHYCEAE

Orden Peridiniales

Peridinium sp.

Clase CRYPTOPHYCEAE

Orden Cryptomonadales

Cryptomonas sp.

DISCUSIÓN y CONCLUSIONES

La oscilación de la temperatura del agua estuvo fuertemente influida por la temperatura ambiental y la escasa diferencia entre las amplitudes térmicas del agua y del aire puede deberse a la poca profundidad del cuerpo de agua, que a su vez permite comprobar el comportamiento polimíctico de la laguna. El aumento de la temperatura del agua y del aire estuvo en relación con los valores térmicos estacionales, registrándose las máximas temperaturas durante las estaciones de primavera y verano. La concentración de OD guardó una estrecha relación con la temperatura, encontrándose sus máximos en otoño e invierno, en coincidencia con las bajas temperaturas. Por otra parte su medida infiere un equilibrio dinámico en un ambiente eutrófico como lo es la laguna en estudio (Cole, 1988; Margalef, 1983; Schwoerbel, 1975).

La transparencia del agua presentó variaciones en concordancia con el aumento o disminución de la concentración de organismos. Los valores de pH no registraron amplias variaciones dentro del

rango alcalino, propios de las lagunas del este de la provincia de La Pampa (Alvarez, 1993; Alvarez & Bazán, 1994; Alvarez *et al.*, 2000, 2003, 2004; Bazán & Alvarez, 2004; Bazán *et al.*, 1996 a, 2002, 2003, 2004).

Los valores de sólidos disueltos, conductividad, nitritos y nitratos variaron a lo largo de todo el ciclo anual. Las concentraciones máximas se observaron en verano, a consecuencia del aporte de sustancias provenientes de la ciudad de General Pico, así como del drenaje natural de los campos circundantes en la época de lluvia.

Del total de taxones determinados las *Bacillariophyceae* predominaron sobre el resto, así también debe destacarse la presencia de numerosas especies de clorofíceas representadas por especies euplanctónicas, características de ambientes eutróficos junto con especies de *Euglenophyceae*, *Chrysophyceae*, *Xanthophyceae*, *Dinophyceae* y *Cryptophyceae*.

Los indicadores biológicos se definen como especies o comunidades que por su presencia proporcionan información sobre el entorno físico o químico de un

sitio en particular (Bellinger & Sigeo, 2010). Las preferencias bioecológicas y el potencial bioindicador de cada especie registrada, permitió caracterizar a la laguna La Arocena dentro del rango sapróbico, según el método de Pantle & Buck. Esta valoración se corresponde a aguas de moderada a alta contaminación orgánica. Los índices de saprobiedad tienen un carácter semicuantitativo donde entran en consideración la abundancia o frecuencia relativa de las especies y un juicio de valoración acerca de su condición bioindicadora. La interpretación de requerimientos ecológicos y tolerancia adjudicada a las especies presentes deben ser comprobados a escala local y regional para estandarizar su comportamiento específico bajo las condiciones ambientales dominantes (Salusso & Moraña, 2002; Bellinger & Sigeo, 2010).

La saprobiedad obtenida según el método de Pantle & Buck y la calidad del agua aplicando el Índice de Sladeczek (ICA) categorizan a la laguna La Arocena como de aguas altamente contaminadas. La aplicación del índice de Sladeczek (1984-1986), para determinar la calidad de agua (ICA) y que contempla el grado de eurioicidad de cada especie, recoge valores ubicados dentro del rango α -mesosaprobios. Los resultados obtenidos en base a los valores específicos para la aplicación del índice de calidad de agua de Sladeczek (*op. cit.*), ubican a esta laguna dentro del rango α -mesosapróbica que confirman y ponen de manifiesto un alto grado de contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

- Anagnostidis, K. y J. Komárek.** 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes 3, *Oscillatoriales*. Arch. Hydrobiol. Suppl., 80 (1-4), Alg. Stud., 50/53: 327-472. Stuttgart.
- Anagnostidis, K. y J. Komárek.** 1990. Modern approach to the classification system of cyanophytes 5, *Stigonematales*. Arch. Hydrobiol. Suppl., 80 (1-4), Alg. Stud. 59: 1-73. Stuttgart.
- Bellinger, E.G y D.C. Sigeo.** 2010. The freshwater algae. Identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell Ed. 210 pp.
- del Giorgio, P.** 1988. Nuevos taxa de Algas de Agua Dulce para la república Argentina. Bol. Soc. Arg. Bot., 25 (3-4): 363-574.
- Desikachary, T.V.** 1959. *Cyanophyta*. 686 pp. 139 lám. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research.
- Echaniz, S.** 2010. Composición y abundancia del zooplankton en lagunas de diferente composición iónica de la provincia de La Pampa. Trabajo de Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Físico Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Geitler, L.** 1932. *Cyanophyceae*. In: Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich, unter de Sweitz. (Rabenhorst, L. Eds), 14: 673-1056. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Hustedt, F.** 1930. *Bacillariophyta (Diatomaceae)*. In A Pascher Die Süßwasserflora Mitteleuropas Heft. 10. 466 pp. Jena: Gustav Fischer Verlag.

- Komárek, J. y B. Fott.** 1983. *Systematik und Biologie. Chlorophyceae* (Grünalgen) Ordnung: *Chlorococcales*. Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwasser. von Huber-Pestalozzi. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller) Stuttgart, Germany. 1044 pp.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis.** 1986. Modern approach to the classification system of *Cyanophytes*, 2- *Chroococcales*. Arch. Hydrobiol. Suppl. 73. Algol. Stud., 43: 157-226.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis.** 1989. Modern approach to the classification system of *Cyanophytes*, 4- *Nostocales*. Arch. Hydrobiol. Suppl. 82 (1). Algol. Stud., 56: 247-345.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis.** 1999. *Cyanoprokaryota*. 1. Teil: *Chroococcales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begr. Von Pascher Hrsg. Von H. Ettl. Jena. G. Fischer Bd. 19. 548 pp. 643 figures.
- Komárek, J. y K. Anagnostidis.** 2005. *Cyanoprokaryota*. 2. Teil: *Oscillatoriales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begr. Von Pascher Hrsg. Von H. Ettl. Jena. G. Fischer Bd. 19/2. 759 pp. 1010 figures.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot.** 1986. *Bacillariophyceae* 2. *Naviculaceae*, Band 2 (1) 875 pp. G.S. Verlag, Jena.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot.** 1988. *Bacillariophyceae* 2. *Bacillariaceae*, *Ephithemiaceae*, *Surirellaceae*, 2 (2), Stuttgart, 596 pp.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot.** 1991. *Bacillariophyceae* 3. Teil: *Centrales*, *Fragilariaceae*, *Eunotiaceae*. In: H. Ettl; J. Gerloff; H. Heyning & D. Mollenhauer (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2 (3): 576 pp. G.F. Verlag, Stuttgart.
- Medus, N.B.; H. Cazenave y R.O. Hernández.** 1982. Geografía De La Pampa. Ed. Extra. 149 Pp.
- Patrick, R. y C.W. Reimer.** 1966. The Diatoms of the United States exclusive Alaska and Hawaii. Volume 1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 13: 1-688 pp, 64 lam.
- Patrick, R. y C.W. Reimer.** 1975. The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Volume. 2. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia , 13: 1-213 pp, 28 lam.
- Prescott, G.W.** 1951. Algae of the Western Great Lakes Area. 946 pp. N.M.C. Brown Co. Inc.
- Roberto, Z.E.; G. Casagrande y E.F. Viglizzo.** 1994. Lluvias en la Pampa Central. Tendencias y variaciones. Centro Regional. La Pampa-San Luis, INTA. Publ. 12, 25 pp.
- Salusso M.M. y L. Moraña.** 2002. Comparación de índices bióticos utilizados en el monitoreo de dos sistemas lóticos del noroeste argentino. *Rev. Biol. Trop.*, 50 (1): 327-336.
- Schwoerbel, J.** 1975. Métodos de Hidrobiología. Ed. Hermann Blume. Madrid. España. 262 pp.
- Sladeczek, V.** 1973. System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol., 7: 1 -218.
- Sladeczek, V.** 1984. Diatoms as indicators of organic pollution. In: 8th Intern. Diatom Symposium, Paris, Aug.

1984. M. Ricard (ed.): 757-758. Koeltz Koenigstein Publ.
- Sladeczek, V.** 1986. Diatoms as indicators of organic pollution. Acta Hydrochim. Hydrobiologia, 14 (5): 555-566.
- Starmach, K.** 1966. *Cyanophyta* – Scinee, *Glaucophyta* – Glaucofity. En: Flora Slodkowodna Polski, 2. Polsk. Ak. Inst. Bot. Warszawa. 807pp.
- Tell, G. y V. Conforti.** 1986. Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina. Bibliotheca Phycologica, Band 75, 301 pp. J. Cramer, Berlin-Stuttgart.
- Tell, G.** 1985. Catálogo de Algas de Agua Dulce de la República Argentina. J. Cramer. Germany, 283 pp.
- Vouilloud, A.** 2003. Catálogo de diatomeas continentales y marinas de Argentina. Asociación Argentina de Ficología, La Plata, Argentina. Versión 1.0.