

EVALUACIÓN DEL IMPACTO ANTRÓPICO EN UNA LAGUNA PERIURBANA.

CASO DE ESTUDIO: LAGUNA LOS PATOS, ENSENADA.

**Lucila Elordi^{1,2}, Bárbara Bufone^{1,2}, Marcela Dambrodio², Balbi Karina²,
Leonardo Cano^{1,2}, Elisio Santiago^{1,2}, Ana Faggi³, María Semmartin⁴,
Carina Apartin¹, Alicia Ronco¹, Darío Andrinolo^{1,2}.**

¹ Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CIMA), Fac. Ciencias Exactas, UNLP. Calle 47 esq. 115, La Plata, Buenos Aires.

² Programa Ambiental de Extensión Universitaria (PAEU), Fac. Ciencias Exactas, UNLP. Calle 47 esq. 115, La Plata, Buenos Aires.

³ Universidad de Flores, Facultad de Ingeniería Ecológica, Argentina

⁴ IFEVA – Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, CONICET, Buenos Aires, Argentina

dandrinolo@yahoo.com

Resumen

El constante desarrollo de las ciudades y la ocupación de áreas naturales con fines habitacionales industriales en detrimento de áreas naturales y de la calidad ambiental generan constantemente conflictos socioambientales. Estos son de naturaleza multicausal y alertan sobre la necesidad de modificar la racionalidad de su uso, apropiación y manejo.

En nuestra región sobresale la laguna Los Patos como un espacio natural de enorme valor ecológico y cultural que es necesario preservar. La laguna Los Patos se ubica entre la zona turística y semirural del Municipio de Ensenada, (Bs. As). Forma parte de la cuenca baja del arroyo El Gato.

El objetivo general de este trabajo fue avanzar en el conocimiento básico y aplicado que permita entender la problemática que presentan las lagunas pampeanas en relación a la eutrofización así como evaluar distintos impactos derivados del avance de las industrias y de las urbanizaciones. En este sentido se propone estudiar y utilizar una laguna periurbana y peri industrial en el Municipio de Ensenada, provincia Bs. As., como caso testigo intencionando una intervención integral Universidad-Municipio-Comunidad local.

Palabras clave: Laguna pampeana * impacto antrópico * manejo integral de humedales

Introducción

Los humedales son un centro de atención internacional debido a la importancia que se les reconoce como fuente de diversidad biológica y cultural, sustento de masas de agua de calidad, capacidad de purificación de aguas negras y grises, y mantenimiento de sistemas productivo, entre otras funciones. Es por eso que la protección de los mismos se encuentra en la agenda de diversos organismos, gobiernos y referentes de relevancia internacional.

El carácter espontáneo y vertiginoso con que se ha producido la expansión urbana e industrial en las últimas décadas, ejerce múltiples presiones sobre los recursos hídricos y en particular sobre los humedales, afectando su calidad, cantidad y el acceso a ellos por parte de la población.

La eutrofización de cuerpos de agua constituye un problema ambiental persistente caracterizado por una elevada carga de nutrientes, turbidez del agua, presencia de algas tóxicas, mortandad de peces, enfermedades de origen hídrico y pérdida de diversidad en los ecosistemas acuáticos (Carpenter *et al.* 1999). Implica fenómenos biológicos y biogeofísicos que ocurren en un sistema acuático producto de un aumento en el suministro y disponibilidad de nutrientes principalmente nitrógeno (N) y fósforo (P). Esta situación de “exceso de nutrientes” genera desbalances en las relaciones nitrógeno(N)/fósforo (P), N/carbono (C) y alteración del pH del medio, entre otros, lo cual pone al sistema bajo una situación forzada o estrés (Chalar 2007).

Este es el caso de las laguna pampeanas, poco profundas, que carecen de estratificación térmica, con tiempo de permanencia del agua y salinidad altamente variables, naturalmente meso-eutróficos, y actualmente bajo estrés ambiental manifiesto que incrementa aún más sus contenidos de nutrientes y contaminantes.

El objetivo general de este trabajo fue avanzar en el conocimiento básico y aplicado que permita entender la problemática que presentan las lagunas pampeanas en relación a la eutrofización, así como evaluar distintos impactos derivados del avance de las industrias y de las urbanizaciones. En este sentido se propone estudiar y utilizar una laguna periurbana y peri industrial en el Municipio de Ensenada, provincia Bs. As., como caso testigo intencionando una intervención integral Universidad-Municipio-Comunidad local.

Metodología

Se realizó un monitoreo continuo entre 2014 y 2016 en la Laguna de Los Patos, Ensenada tendiente a evaluar la calidad del agua y comprender la situación ambiental de la laguna en base a la cual se propone un plan de manejo tendiente a la conservación y uso sustentable de este ambiente.

Área de estudio

La laguna Los Patos se ubica (34°50'46" S; 57°57'21" O) entre la zona turística y semirrural del Municipio de Ensenada, Bs. As. (Figura 1). Sobre el lateral inferior pasa el arroyo Del Gato, que divide el área a conservar de la Central Termoeléctrica Ensenada de Barragán y la empresa metalúrgica Siderar (Techint). El arroyo cruza el área de la diagonal 74, principal ruta de comunicación entre Punta Lara y La Plata.

Enmarcada en negro se muestra el área a la cual se le propone un plan de manejo integral. Este espacio presenta diversos ambientes con características particulares. Además de la laguna (círculo rojo), se encuentran: área de pajonales (1), salida al Río de La Plata (2), el pasivo ambiental del CEAMSE (3). Este espacio está impactado por el desarrollo urbano (4) e industrial (Termoeléctrica y Siderar) (5) que avanza sobre las zonas rurales y turísticas.



Figura 1: Mapa del área de estudio, laguna Los Patos, Ensenada.

Organizaciones no gubernamentales ambientalistas y vecinos proponen a la laguna Los Patos como centro funcional del área *buffer* históricamente utilizada con fines de pesca recreativa, avistaje de aves y recreación.

Toma de muestras

Se recolectaron muestras de agua subsuperficial quincenalmente en diferentes sectores de la laguna. En todos los casos se analizaron las muestras por duplicado determinando los siguientes parámetros mediante técnicas estandarizadas internacionalmente APHA (1998).

Se calculó el índice de estado trófico de Carlson (1977) o TSI (*Trophic state index*) modificación realizada por Aizaki *et al.* (1981).

$$\text{TSI (Clorofila)} = 10 \times (2,46 + \ln \text{Clorofila}) / \ln 2,5$$

$$\text{TSI (Fósforo total)} = 10 \times (2,46 + 6,68 + 1,15 \ln \text{fósforo Total}) / \ln 2,5$$

Resultados y Discusión

La facultad de Ciencias Exactas monitorea desde 2014 la calidad del agua de la laguna, la cual varía entre condiciones eutróficas e hipereutróficas (Tabla I).

Tabla I. Parámetros y técnicas utilizadas

Analito	Método o técnica
pH	<i>in-situ</i> - sonda multiparamétrica
Oxígeno disuelto	<i>in-situ</i> - sonda multiparamétrica
Sólidos totales disueltos	<i>in-situ</i> - sonda multiparamétrica
Conductividad	<i>in-situ</i> - sonda multiparamétrica
Turbiedad	Nefelométrico – S.M.2130 B.
Nitrógeno amoniacal	Método de Nessler - Método Hach N° 8038
Fósforo total	Colorimétrico – S.M. 4500-P E (ácido ascórbico)
DBO ₅	Método de incubación 5 días – S.M. 5210 B.
Clorofila-a	Espectrofotométrico - S.M 10200
Coliformes Totales	Método de Tubos múltiples –S.M. 9221 B.
Coliformes Fecales	Método de Tubos múltiples –S.M. 9221 E.

El fósforo total en la columna de agua es comparable al encontrado por Bauza *et al.* (2014) que determinó un Pt de 0,89 mg/l, ubicando a la laguna en un estado hipereutrófico.

	Unidades	Media	DE
P total	mg/l	80,84	12,29813
Clorofila	mg/m ³	65,32	10,65104

Tabla II. Valores del índice de Carlson para clorofila y fósforo total.

Los valores indican la media para un total de 20 muestreos con su correspondiente desviación estándar (DE.)

Durante el desarrollo de este estudio, el avance de las obras de la central termoeléctrica impactó sobre la dinámica de la laguna al cortar la comunicación con el arroyo Del Gato que mantenía a través del arroyo del Zanjón. Este impacto se aprecia desde mediados de 2015 en adelante como un desequilibrio en algunos parámetros como P total, pH, sólidos totales y más evidentemente la conductividad, que aumenta de una media de $0,38 \pm 0,11$ DE en el período 09/14 - 09/15 a una conductividad media de $1,7 \pm 0,3$ mS en la actualidad (Figura 2a, 2b).

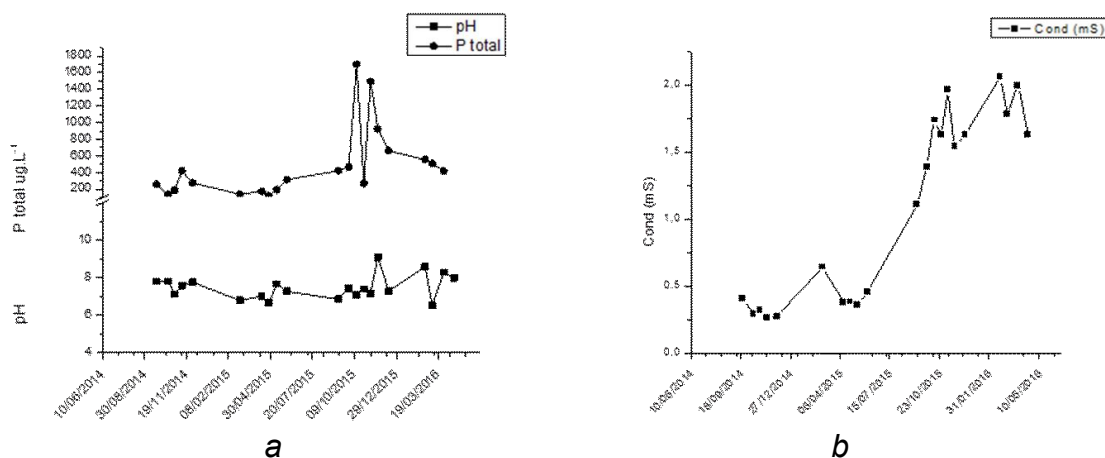


Figura 2. Distribución temporal del pH y concentración de fósforo total (a) y de la conductividad (b).

A continuación se puede observar (Figura 3) que los niveles más elevados de SDT se registraron durante el período correspondiente al año 2015, coincidiendo prácticamente en todos los casos con los altos niveles hallados de P total y conductividad. En cuanto a la concentración de SDT se destaca un claro y abrupto aumento a partir del 8/09/2015 registrando valores máximos de 1.309 mg.L^{-1} . En el caso de la turbidez se registraron valores medios de $26,79 \pm 14,30 \text{ DE NTU}$.

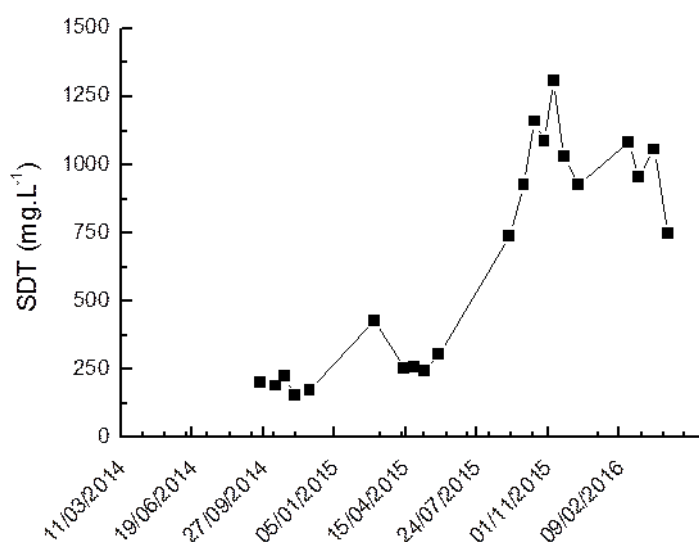


Figura 3. Distribución temporal de los sólidos disueltos totales.

En cuanto a los niveles de oxígeno disuelto (OD) en la siguiente figura (Figura 4) se destacan valores por debajo del nivel guía para la protección de la vida acuática (5 mg.L^{-1}) (CIC, 1999) durante prácticamente todo el año 2015, situación que se condice con el avance continuo de *Pistia* sp. cubriendo una gran área de la laguna. Dicha situación conlleva luego de un tiempo a la

mortandad de las macrófitas generando grandes cantidades de materia orgánica y áreas anóxicas.

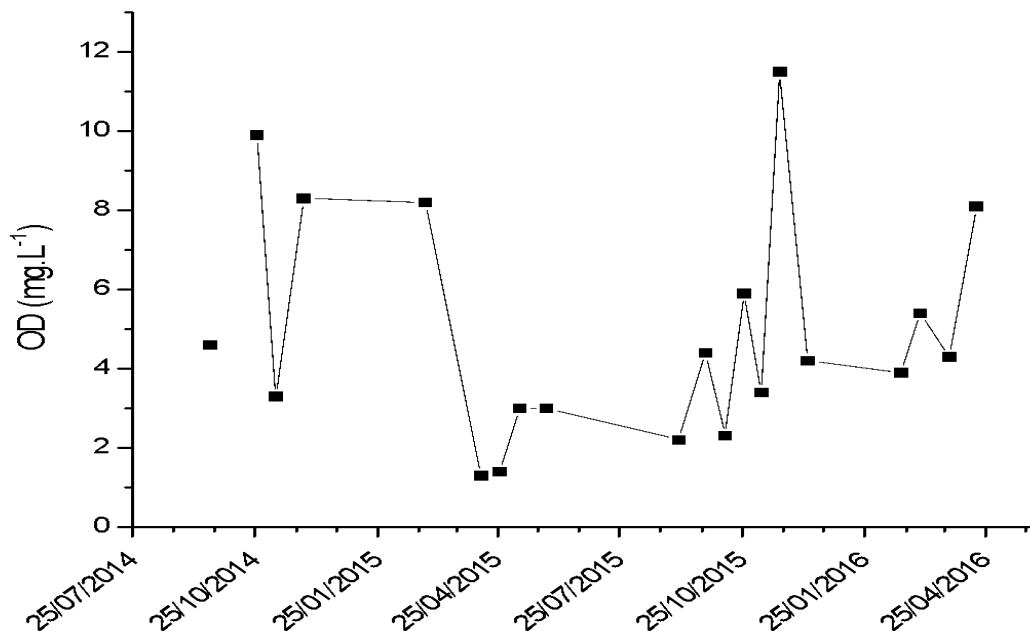


Figura 4. Distribución temporal del OD.

Respecto a los niveles de materia orgánica, evaluados indirectamente mediante la determinación de la demanda biológica de oxígeno (DBO_5), se puede observar en la siguiente figura (Figura 5) que en la mayoría de los casos, fue superando ampliamente el nivel guía establecido para la conservación de la vida acuática ($DBO_5 < 3 \text{ mg.L}^{-1}$) (CIC, 1999), presentando sus máximos valores en el período del 8/09/2015 al 9/11/2015.

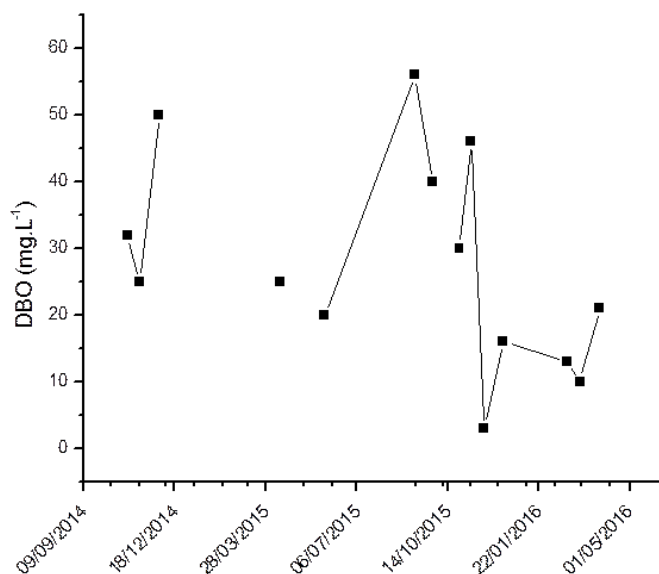


Figura V. Distribución temporal de la DBO_5 .

Tanto los valores de bacterias coliformes totales como de fecales, que variaron entre 40 y 2.000 NMP/100 mL, muestran una baja contaminación fecal en la laguna.

Conclusiones

Los resultados preliminares demuestran una compleja dinámica de la laguna, que se evidencia en una alta variabilidad en los distintos parámetros monitoreados. Algunos son ocasionados por impactos derivados del avance de la frontera industrial y urbana sin los debidos controles ambientales.

Es así que esta laguna coincide con las descripciones para lagunas claras en donde existe baja biomasa relativa de fitoplancton, predominancia de macrófitas y niveles relativamente bajos de fósforo, si bien sigue siendo eutrófica (Quirós *et al.*, 2002^b).

Se puede pensar que dentro de un estado de eutroficidad, la laguna presenta distintos períodos supra-anales donde se alternan o suceden: la presencia de intensos florecimientos cianobacterianos además del crecimiento desmedido de *Pistia* sp. La presencia de cianobacterias se corresponde con una alta turbidez, pH alcalino y altas concentraciones de fósforo y clorofila en la columna de agua y una mayor diversidad biológica de macroinvertebrados y fitoplancton, captación de fósforo en compartimentos biológicos/orgánicos, baja turbidez y pH neutro.

Es necesario continuar con el monitoreo de estos cuerpos de agua a fin de conocer sus dinámicas y tener herramientas conceptuales que posibiliten un manejo exitoso del ambiente.

En este aspecto es que se encuentra en proceso una evaluación más detallada de la laguna, que incluye el análisis de metales en *Pistia stratiotes*, junto a la caracterización de los sedimentos de la laguna que podrán utilizarse como una fase sólida de interacción en el modelo, y así alcanzar un escenario más representativo de evaluación.

Se plantea la necesidad de incorporar la modelización de la especiación de los metales, al ámbito de la gestión para evaluar el riesgo potencial que pueden presentar los cuerpos de agua, sin olvidar que los modelos sólo constituyen una representación de un sistema real.

Respecto a la intervención integral del ambiente, el 3 de marzo de 2016 se realizó el “Encuentro con el Municipio de Ensenada por la preservación de la laguna Los Patos” en el que participaron autoridades de Salud, Medio Ambiente y Planeamiento Urbano del Municipio, integrantes del Programa Ambiental de Extensión Universitaria (PAEU) y del Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CIMA) de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP, vecinos de ríos y el Club de Observadores de aves La Plata.

De la reunión participaron además investigadores del Instituto Gino Germani de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y de la Universidad de Flores así como estudiantes de la Facultad de Ciencias Naturales de la UNLP.

Se valoró la laguna Los Patos como un espacio natural de enorme valor ecológico y cultural que es necesario preservar. Se acordaron en este sentido algunas acciones para preservar el sistema y además generar un espacio de

recreación, educación y conservación en la laguna, que además funcione como observatorio ambiental y social.

Con vistas a este objetivo se planteó generar una propuesta de manejo inicial, necesario para preservar el ambiente, estudiarlo y dar los primeros pasos para generar un espacio de recreación en un entorno natural. Un plan de manejo sustentable de la laguna debe garantizar:

- 1.- Mejoramiento de las áreas de uso turístico y recreativo.
- 2.- Implementación de cartelería orientada a la educación ambiental.
- 3.- Establecimiento de criterios y acciones tendientes a promover la conservación del ambiente y su biodiversidad.

Primera etapa:

- Realizar la marcación perimetral del espacio de la laguna.
- Reconectar la laguna al arroyo Del Gato.
- Limpieza zona frontal (lado oeste de la laguna, bajo eucaliptos, limitar el acceso con vehículos).
- Instalar un refugio para la observación de aves, de dimensiones, características y ubicación resaltada en la Figura 1.
- Creación de un muelle asociado al refugio, con la instalación de una referencia que indique el nivel del agua de la laguna.
- Construir senderos entre la zona frontal de la laguna y el refugio.
- Cartelería educativa y de información al público.

Segunda etapa:

- Promover la educación ambiental mediante información sobre la importancia de los humedales, elaboración de cartelería, página de Facebook, otros. Destinado a vecinos y visitantes.
- Mantener la limpieza y orden de la laguna.
- Caracterización de la cuenca y monitoreo continuo del funcionamiento de la laguna.
- Contactar con ENARSA y con la reserva de Punta Lara, con los dueños de los campos aledaños a la laguna.
- Proponer un plan de cuidado y control de las actividades que se realicen en la laguna en sentido de limitar actividades como hacer fuego debajo de los árboles, cazar, entrar con botes o motos de agua, etc.

Referencias bibliográficas

- Aebi H, Catalase in vitro. *Methods Enzymol* 1984; 105: 121-6.
- Álvarez A, *et al.* En: Nicolás Salazar Sosa E, Water quality in the basin of the Amajac river, Hidalgo, Mexico: Diagnosis and prediction. *Phyton. International Journal of Experimental Botany* 2006; 75: 71-83.
- Andrinolo D, Sedan D, Telese L, Aura C, Masera S, Giannuzzi L, *et al.* Alaniz MT. Recovery after damage produced by subchronic intoxication with the cyanotoxin microcystinLR. *Toxicon* 2008; 51: 457-67.
- Bauzá L, Aguilera A, Echenique R, Andrinolo A, Giannuzzi L. Application of Hydrogen Peroxide to the Control of Eutrophic Lake Systems in Laboratory Assays Toxins. 2014, 6: 2657-75.
- Bradford MM. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. *Anal biochem* 1976; 72: 248-54.
- Brunet RC, Garcia-gil J, Abella CA. Estudio comparado de parámetros de eutrofización en recintos experimentales de la laguna del vilar (banyoles) scientia gerundensis, 1990; 1612: 123-32.
- Carmichael WW. Fresh water cyanobacteria (blue-greenalgae) toxins. In: Ownby CA, Odell GV. (Eds.), *Natural Toxins: Characterization, Pharmacology and Therapeutics*, Pergamon Press, Oxford, 1989, p. 3-16.
- Cassiera-Posada F, Cardozo MC, Cárdenas-Hernández J. Growth analysis of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivated in green house. *Agronomía Colombiana* 2007; 25: 299-305.
- Chalar G. Dinámica de la eutrofización a diferentes escalas temporales: Embalse Salto Grande (Argentina-Uruguay). En: *Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e tecnologias para gerenciamento e control.* Ed. J. GaliziaTundisi, T. MatsumuraTundisi & C. SidagisGalli (eds.). São Carlos, SP, Brasil. 2006; p. 87- 101.
- Codd GA, Bell SG. Brooks WP. Cyanobacterialtoxins in water. *WaterSci Technol* 1989; 21: 1-13.
- Doucet ME, De Ponce De León EL, Polini N. Alteraciones histológicas inducidas por *Meloidogyneincognita* en raíces de olivo en Catamarca, Argentina. *Nematol Medit* 1997; 25: 275-7.
- Echenique R. y Aguilera A. Floraciones de Cyanobacteria en la República Argentina. Antecedentes. In *Cianobacterias y Cianotoxinas. Identificación, Toxicología, Monitoreo y Evaluación de Riesgo.* (Giannuzzi L, ed.), 2009; p. 53-65., Moglia S.R.L., Corrientes, Argentina.
- Fernández N y Solano F. Índices de Calidad de Agua e Índices de contaminación. Aportes a su conocimiento a análisis. Vicerrectoría de Investigaciones. Universidad de Pamplona, 2003.
- Fernández N, Ramos G, Solano F, Icatest V 1.0 una herramienta para la valoración de la calidad del agua”, *Bistua*, 2004; 2: 88-97.
- Carrillo Castro AG y Villalobos Alcázar R., Tesis: “Análisis Comparativo de los Índices de Calidad del Agua (Ica) de los Ríos Tecolutla y Cazones en el período marzo-diciembre 2010”. Universidad Veracruzana, Facultad De Ciencias Químicas, Región: Poza Rica – Tuxpam, 2011.

- Sanchez YL, Elordi S, Elisio L, Cano S. Represa, N. Matamoros, A. Portay E. Colman Lerner. II Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental, CABA, Argentina. 1-4/12/2015, Modelización de la especiación y análisis de la biodisponibilidad de metales traza en agua. Caso de estudio: laguna Los Patos, Ensenada, Prov. Buenos Aires, Argentina.
- Chaoui A, Salma Mazhoudi, Mohamed HabibGhorbal, Ezzedine El Ferjani. Cadmium and zinc induction of lipid peroxidation and effects on antioxidant enzyme activities in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plant Science 1997; 127: 139-47.
- Putra RS, Cahyana F, Novarita D. Removal of lead and copper from contaminated water using EAPR System and Uptake by Water Lettuce (*PistiaStratiotes* L.). Procedia Chemistry 2015; 14: 381-6.
- Xiang Wu, Hao Wu, Junren Chen, Jinyun Ye. Effects of allelochemical extracted from water lettuce (*Pistiastratiotes* Linn.) on the growth, microcystin production and release of *Microcystisaeruginosa* Environmental Science and Pollution Research. 2013. 20 (11).
- Somdee S, BenjamadThathong, AnchanaSomdee. The Removal of cyanobacterial hepatotoxin [Dha(7)] microcystin-LR via bioaccumulation in water lettuce (*Pistiastratiotes* L.) Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 2015; 96: 388-94.
- ZenginFikriye. Physiological behavior of bean (*phaseolus vulgaris* L.) Seedlings under metal stress Biol Res. 2013; 46: 79-85.
- Gimenez JE, Hurtado MA, Kalesnik F, Martinez OR. Relationships between landforms, soils and vegetation in the River Plate coastal plain, Argentina. Water and Environment Journal, 2010; 25: 366-77.
- Krenkel PA, Novotny V, Water Quality Management, Academic Press, Inc. 1980; p 46-59.
- Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature 1970; 227: 680.
- Lezcano N, Sedan D, Lucotti I, Giannuzzi L, Vittone L, Andrinolo D, *et al.* Subchronic Microcystin-LR exposure increased hepatic apoptosis and induced compensatory mechanisms in mice. J Biochem Mol Toxicol 2012; 26: 131-8.
- Mac Kintosh C. Assay and purification of protein (serine/threonine phosphatases). In: D.G. Hardie, editor. Protein phosphorylation: A practical approach, New York: IRL Press, 1993; p 197-230.
- Marklund S, Marklund G. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. European Journal of Biochemistry 1974; 47: 469-74.
- McElhiney J, Lawton LA, Leifert C. Investigations into the inhibitory effects of microcystins on plant growth, and the toxicity of plant tissues following exposure. Toxicon 2001, 39: 1411- 20.
- Mishra VK, TripathiBD. Concurrent removal and accumulation of heavy metals by the three aquatic macrophytes. Bioresour Technol, 2008; 99: 7091-7.

- Oyhawa H, Oshishi N, Yagi K. Assay for lipoperoxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem* 1979; 95: 351-358.
- Park H, Namikoshi M, Brittain, SM, Carmichael WW, Murphy T, [D-Leu1] microcystin-LR, a new microcystin isolated from waterbloom in a Canadian prairie lake. *Toxicon* 1971; 39: 855-62.
- Pearl H., Huisman J. Blooms like it hot. *Science* 2008; 320: 57-8.
- Quirós R. La eutrofización de las aguas continentales de Argentina (p: 43-47). En A. Fernández (ed.) *El Agua en Iberoamérica: Acuíferos, Lagos y Embalses*. CYTED. Subprograma XVII. Aprovechamiento y Gestión de Recursos Hídricos. 2000. p 147.
- Ramírez A., Restrepo R, Viña G., Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. formulaciones y aplicación. *CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro*, Vol. 1 Nro. 3; 1997.
- Rodrigues Capítulo A. Tangorra M, Ocón C. Use of benthic macroinvertebrates to assess the biological status of Pampean streams in Argentina. *Aquat Ecol* 2001; 35: 109-19.
- Rosso L, Sedan D Kolman M, Caixach J, Flores C, Oteiza JM *et al.* Microcystisaeruginosa strain [D-Leu1] Mcyst-LR producer, from Buenos Aires province, Argentina. *Journal of Coastal Life Medicine*. 2014; 2: 287-96.
- Saqrane S, Ouahid Y, El Ghazali I, Oudra B, Bouarab L, del Campo FF. Physiological changes in *Triticum durum*, *Zea mays*, *Pisumsativum* and *Lens esculenta* cultivars, caused by irrigation with water contaminated with microcystins: A laboratory experimental approach. *Toxicon*, 2009; 53: 786–96
- Schindler DW, Hecky RE., Findlay DL., Stainton MP, Parker BR, Paterson MJ *et al.* Eutrophication of lakes cannot be controlled by reducing nitrogen input: results of a 37-year whole-ecosystem experiment. *Proc Natl Acad Sci USA* 2008; 105: 11254-58.
- Sethy SK, Ghosh S. Effect of heavy metals on germination of sedes. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine* 2014; 4: 272-5.
- Silvério PO Processo de Regulamentação do Uso de Fósforo em detergente emPó no Brasil. En: *Eutrofizaçãona América do Sul: causas, consequências e tecnologias para gerenciamento e control*. J. GaliziaTundisi, T. MatsumuraTundisi & C. SidagisGalli (eds.). São Carlos, SP, Brasil. 2006, p. 507-20.
- Ueno Y, Nagata S, Suttajit M, Mebs D. Visconcelos, V. Immunochemical survey of microcystins in environmental water in various countries. Eds. Miragala, 1998.
- Visual Minteq. Disponible en: <http://vminteq.lwr.kth.se/>, accedido en septiembre. 2015.
- Zeng J, Yang L., ANG WX. High sensitivity of cyanobacteriumMicrocystisaeruginosato copper and the prediction of copper toxicity. *Environmental Toxicology and Chemistry* 2010; 29: 2260-68.