

Variabilidad de la calidad del agua durante el llenado de la Laguna de los Coipos (Reserva Ecológica Costanera Sur, CABA).

Gabriel Omar Basílico^{1,2}, Denis Fabrizio Santos², Yamila Natalí Amaya Dal Bó², Noemí Lobo², Laura de Cabo^{1,2} y Ana Faggi^{1,2}.

¹ Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. ² Universidad de Flores.

E-mail: gabrielomarbasilico@hotmail.com

RESUMEN: En el año 2013 comenzó la recuperación de la Laguna de los Coipos (Reserva Ecológica Costanera Sur, CABA), que permanecía seca desde 2005. El objetivo de este trabajo consistió en monitorear la calidad del agua durante el dragado y llenado de ésta laguna con agua del Río de la Plata. Se tomaron muestras en 5 sitios: en la toma de agua en el Río de la Plata (RP), en el Canal Viamonte (CV), que distribuye el agua bombeada hasta la laguna, y en 3 sitios dentro de ésta (C1 a C3). Se determinaron in situ la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica (CE) y el oxígeno disuelto (OD). Además se determinaron sólidos suspendidos totales (SST), amonio, fósforo reactivo soluble (PRS) y cloruros. Se realizaron 7 campañas de muestreo, entre septiembre y diciembre de 2013. La temperatura promedio fue 21°C y el pH varió en el rango 7,04 – 7,62. Se observaron incrementos en la CE y los cloruros entre C1 y C3 por efecto de la evaporación y la menor influencia de la entrada de agua de río en los sitios más alejados (C2 y C3). El OD resultó bajo (0 – 2,55 mg/l) en C2 y C3 por la descomposición de la vegetación y el escaso movimiento del agua. Los valores de SST resultaron más elevados en C1 que en C2 y C3 por efecto del dragado realizado en ese sitio. La concentración de amonio descendió al ingresar en el CV debido posiblemente a la fitoextracción por la abundante vegetación flotante y la nitrificación, con valores medios de 482 µg/l en RP, 138 µg/l en CV y 82 µg/l en C1; el PRS aumentó de 115 µg/l en C1 a 496 µg/l en C3. La calidad del agua respondió a un gradiente espacial y a las intervenciones antrópicas en el sistema.

INTRODUCCIÓN

La Reserva Ecológica Costanera Sur (RECS) se encuentra ubicada en el barrio de Puerto Madero (CABA), en la ribera occidental del Río de la Plata. Presenta una superficie total de 353 ha, en las cuales se desarrolla un sistema de lagunas y bañados con elevada biodiversidad que han posibilitado la designación como Sitio Ramsar y Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA). El sistema de lagunas se encuentra conformado por la Laguna de Los Macáes, de los Coipos, de las Gaviotas y de los Patos. Se caracterizan por ser cuerpos de agua someros que, al menos a nivel superficial, carecen de conexión directa con el río. Estas lagunas y los bañados que las rodean están sujetas a procesos cíclicos y estados de equilibrio transitorios determinados principalmente por el régimen climático estacional y presentan una tendencia natural hacia la eutrofización y la colmatación, del mismo modo que las lagunas pampásicas naturales. Estas condiciones limitan la superficie y el nivel de agua de las lagunas en situaciones críticas, motivo por el cual se presentan sequías prolongadas por ejemplo durante períodos sin precipitaciones importantes o elevadas temperaturas.

En el año 2013 comenzó la recuperación de la Laguna de los Coipos, que permanecía seca e invadida por vegetación terrestre desde 2005. El proyecto de restauración original incluía el desmalezado y dragado de la laguna y el posterior bombeo de 300.000 m³ de agua del río, además de la limpieza y llenado del Canal Viamonte (desde el cual se alimenta al espejo lacustre por uno de sus extremos) (Castro, 2013). El proceso de llenado de la laguna comenzó durante el invierno de 2013 y finalizó repentinamente en diciembre de ese mismo año. El objetivo de este trabajo consistió en monitorear la calidad del agua durante el dragado y llenado de ésta laguna con agua del Río de la Plata.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se definieron 5 puntos de muestreo, seleccionados con el criterio de realizar un seguimiento de la calidad de las aguas superficiales de la Laguna de los Coipos de acuerdo a la etapa de llenado y la distancia respecto del ingreso de agua bombeada desde el Río de la Plata. Los sitios seleccionados fueron: la toma de agua en el Río de la Plata (RP), el extremo oeste del Canal Viamonte (CV), desde donde se distribuye el agua hasta la laguna por medio de una segunda bomba, y 3 sitios dentro de la laguna (C1, C2 y C3), a distancia creciente del punto de ingreso del agua desde el Canal Viamonte (Figura 1). Se realizaron 7 campañas de muestreo durante el período Septiembre-Diciembre 2013, en las cuales se determinaron *in situ*, en cada sitio seleccionado, la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica (CE) y el oxígeno disuelto (OD) con sensores marca Hanna®. Además se relevó la composición florística registrando las especies con mayor cobertura. En laboratorio se determinaron sólidos suspendidos totales (SST) a 103-105 °C (método 2540 D, APHA *et al.*, 1992), amonio (N-NH₄⁺) con indofenol azul (método 4500-NH₃ D, APHA *et al.*, 1992); fósforo reactivo soluble (PRS) con molibdato ascórbico (Strickland y Parsons, 1972) y cloruros por volumetría con nitrato de plata (método 4500-Cl⁻ B, APHA *et al.*, 1992). La frecuencia de muestreo fue semanal, durante el primer mes, quincenal durante el segundo y luego mensual.

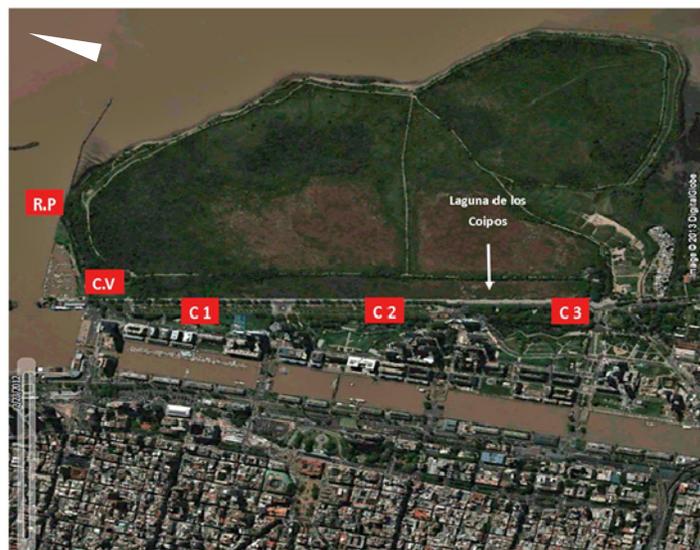


Figura 1.- Localización de los sitios de muestreo seleccionados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El período de muestreo incluyó fechas donde el nivel del agua alcanzó valores elevados, con profundidades cercanas a los 60 cm en el extremo norte de la laguna y de 32 cm en el extremo sur, correspondiendo aproximadamente a los puntos C3 y C1 respectivamente (Figura 2).

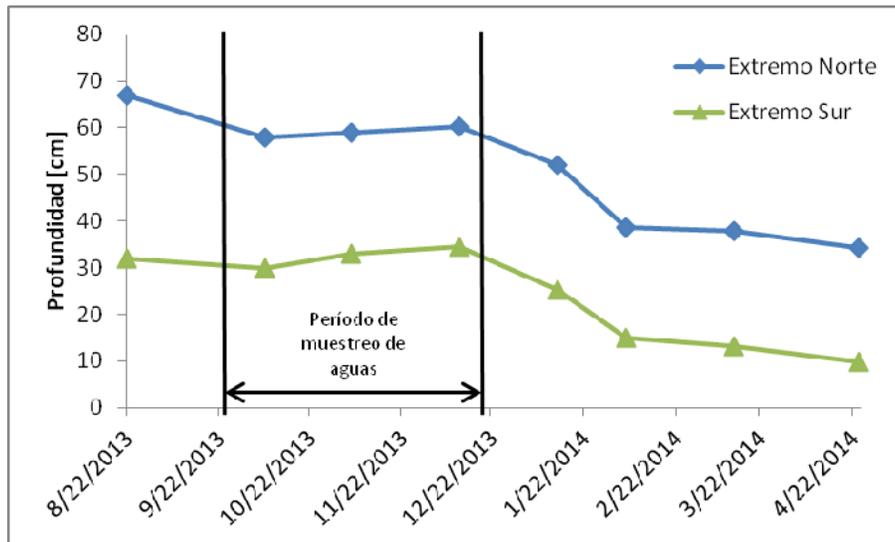


Figura 2.- Profundidades en los extremos norte y sur de la laguna de los coipos.

Vegetación

Hasta los primeros meses del año 2014 la laguna presentó el 70% de su superficie con agua, con predominio de *Sagittaria montevidensis* (“sagitaria”) en cercanías del sitio C1 (sector norte) y bordes ocupados por *Cortaderia selloana* (“cortadera”). En el centro y sur (sitios C2 y C3) se observaron *Typha latifolia* (“totorá”) (Figura 3) con las flotantes *Azolla filiculoides* (“helechito de agua”), *Pistia stratiotes* (“repollito de agua”) y *Lemna* sp. (“lenteja de agua”) ocupando prácticamente toda la superficie del agua en varias fechas de muestreo. En el Canal Viamonte (sitio CV) se observó, en la mayoría de las fechas de muestreo, una cobertura casi total de la superficie del agua con *A. filiculoides*, *Lemna* sp., *Limnobium spongia* (“cucharita de agua”) y *Spirodela intermedia* (“lenteja de agua”).



Figura 3.- Aspecto general de la Laguna de los Coipos desde un punto cercano al acceso “Brasil” de la RECS (sitio C3).

Variables fisicoquímicas

La Tabla 1 contiene la información de las variables fisicoquímicas determinadas en todos los sitios de muestreo durante 7 fechas de muestreo. La temperatura del agua fluctuó en correspondencia a la variación de la temperatura del aire, con valores medianos entre 19,7 °C (C3) y 21,4 °C (C1). El pH resultó alcalino en casi todos los sitios, con excepción de C2, donde el valor mediano fue prácticamente neutro (6,97). En el caso de la CE existió un gradiente espacial, observándose un incremento de esta variable desde el río (RP) hasta el punto de la laguna más alejado de la toma de agua (C3). La mediana de OD se ajustó al valor guía para la preservación de la vida acuática con exposición prolongada (> 5 mg/l) (INA, 2011), únicamente en el sitio C1, por efecto del dragado y la mayor insolación, junto con la mayor turbulencia por el ingreso del agua bombeada. Sin embargo, tanto en este sitio como en RP, si bien existieron mediciones de OD que se ajustaron al valor guía, la proporción de estos casos fue inferior al 90 % tal como lo propone el INA (2011) para la preservación de la vida acuática con exposición prolongada. Debido al estancamiento del agua y a la presencia de una cobertura muy densa de macrófitas flotantes, en los sitios C2 y C3 los valores de OD resultaron muy bajos, fluctuando en el intervalo de 0,00 mg/l a 2,55 mg/l.

Los SST resultaron más elevados en el sitio RP, con un valor mediano de 33,4 mg/l debido a la mayor carga de sedimentos transportados por el río, la mayor influencia del viento en la resuspensión de los sólidos y la circulación de embarcaciones en la entrada al puerto de Buenos Aires. La velocidad del agua prácticamente nula, los elevados tiempos de retención y la escasa influencia del viento son factores que contribuyeron a un descenso de los SST en el CV con respecto al sitio de toma, RP. Considerando únicamente los sitios de la Laguna de los Coipos, se observó un descenso en los valores medianos de SST entre los sitios C1 (14,0 mg/l), donde el dragado fue más importante, hasta C3 (1,8 mg/l), donde el movimiento del agua fue nulo.

Tabla 1.- Resultados fisicoquímicos por sitio de muestreo ($n = 7$).

Sitio		Temperatura	pH	CE	OD	SST	N-NH ₄ ⁺	PRS	Cl ⁻
		[°C]		[μS/cm]	[mg/l]	[mg/l]	[μg/l]	[μg/l]	[mg/l]
RP	Mediana	21,1	7,53	238	4,93	33,4	467	94	26
	Mínimo	16,3	7,00	207	3,96	15,0	374	74	20
	Máximo	29,6	7,99	284	7,26	79,8	730	135	33
CV	Mediana	21,1	7,39	268	3,27	6,2	72	70	28
	Mínimo	12,7	6,48	210	0,00	1,9	17	18	20
	Máximo	24,4	7,91	501	4,64	32,0	478	222	33
C1	Mediana	21,4	7,68	264	8,01	14,0	44	116	27
	Mínimo	19,2	6,95	215	4,69	6,6	6	61	24
	Máximo	29,8	7,89	295	9,76	90,0	277	195	33
C2	Mediana	20,1	6,97	404	1,15	4,6	49	476	41
	Mínimo	15,9	6,59	345	0,00	0,7	5	375	39
	Máximo	25,1	7,45	442	2,02	18,8	1092	613	44
C3	Mediana	19,7	7,13	518	0,10	1,8	43	530	52
	Mínimo	15,3	6,76	432	0,00	0,1	18	257	43
	Máximo	26,0	7,51	568	2,55	17,2	549	676	58

La concentración mediana de N-NH₄⁺ en el sitio RP se ajustó al valor guía de < 0,6 mg/l establecido por el INA (2011) para la preservación de la vida acuática con exposición prolongada en la franja costera sur del Río de la Plata, aunque en una proporción de casos inferior al 90 %. De igual manera, en el sitio C2 se observó una concentración mediana muy baja (49 μg/l) aunque se determinó un valor máximo de 1092 μg/l. En los sitios CV, C1 y C3 las concentraciones de N-NH₄⁺ determinadas se ajustaron al nivel guía. Entre otros procesos, la absorción de N-NH₄⁺ por parte de la abundante cobertura de vegetación flotante en CV contribuyó al descenso de su concentración con respecto al agua del río. Las concentraciones medianas de esta variable en los sitios correspondientes a la Laguna de los Coipos fueron muy bajas y similares, en el rango de 43 μg/l a 49 μg/l. La vegetación establecida en la Laguna contribuyó a la disminución de la concentración de N-NH₄⁺ con respecto al CV.

El rango de concentraciones de PRS en RP fue 74 μg/l a 135 μg/l y en el sitio CV 18 μg/l a 222 μg/l. Considerando las concentraciones medianas y máximas de PRS en los sitios C1, C2 y C3 se observó un incremento a mayor distancia del ingreso del agua desde el Canal Viamonte, con un máximo de 676 μg/l en C3. En condiciones oxidantes el P se encuentra principalmente ligado a sedimentos, liberándose a la columna de agua si el ambiente se torna anóxico y reductor (Hutchinson, 1999), como es el caso de los sitios C2 y C3. Por otra parte, la remoción de sedimentos y vegetación en C1 por efecto del dragado implicó la eliminación de una fuente local de P. En todos los casos, la concentración de PRS resultó superior al valor guía para la preservación de la vida acuática con exposición prolongada de 10 μg/l como fósforo total (INA, 2011).

La concentración mediana de cloruros en RP y CV fue similar (26 mg/l y 28 mg/l, respectivamente), mientras que en los sitios de la laguna existió un incremento de la concentración a mayor distancia del ingreso de agua, con un valor de 52 mg/l en C3, duplicando la concentración mediana en RP. Probablemente la importante evapotranspiración y la distancia de la fuente contribuyen al incremento de cloruros y CE.

En C1 el dragado y la remoción de biomasa afectaron notoriamente la calidad del agua, con cambios en las concentraciones de OD, SST y PRS (Figuras 4 a 6), mientras que no se observaron diferencias notorias en la concentración de $N-NH_4^+$ entre ninguno de los sitios, con excepción de la última fecha de campaña (Diciembre de 2013), donde se incrementó la descomposición de la materia orgánica por efecto de mayores temperaturas (Figura 7).

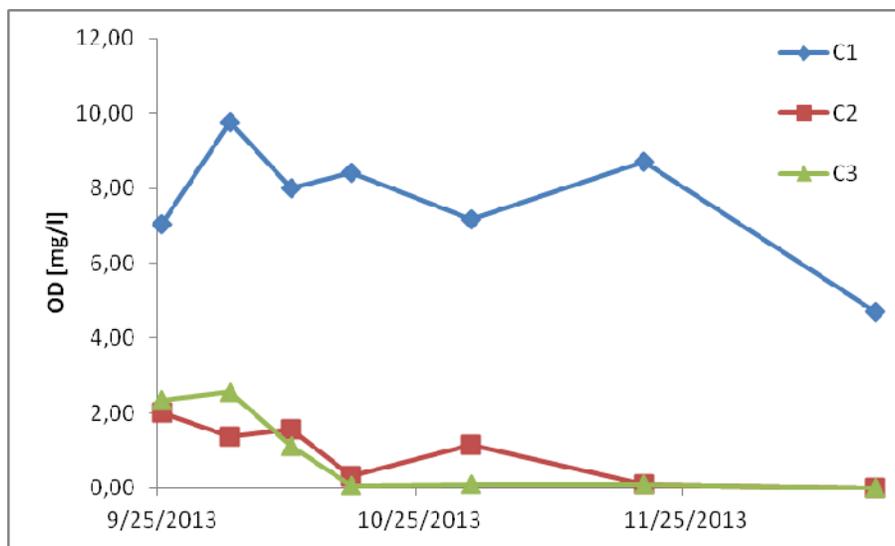


Figura 4.- Concentraciones de oxígeno disuelto en agua en tres sitios de la Laguna de los Coipos.

Con posterioridad al cese del bombeo de agua y la suspensión del dragado, ocurridos a comienzos de 2014, se realizó un muestreo de aguas en el mes de mayo. En este caso no se tomaron muestras en los sitios RP ni CV debido justamente a que ya no existía conexión de la laguna con el río y el Canal Viamonte se encontraba seco. Como puede observarse en la Tabla 2, el cambio en el manejo de la laguna se vio reflejado en la calidad del agua, observándose las mayores modificaciones en el sitio C1 donde la concentración de OD resultó 0,00 mg/l y los niveles de $N-NH_4^+$ y PRS se incrementaron respecto a los valores medianos determinados en el sitio con anterioridad. Este cambio resultó muy significativo en el caso del fósforo con un valor de 3987 $\mu\text{g/l}$, aproximadamente 148 veces la concentración mediana de PRS representativa del período anterior, situación relacionada con la liberación masiva de P desde los sedimentos con la disminución drástica del oxígeno disuelto. En el sitio C2, la remoción mecánica de la vegetación que se realizaba simultáneamente a la toma de muestras, incrementó la concentración de SST.

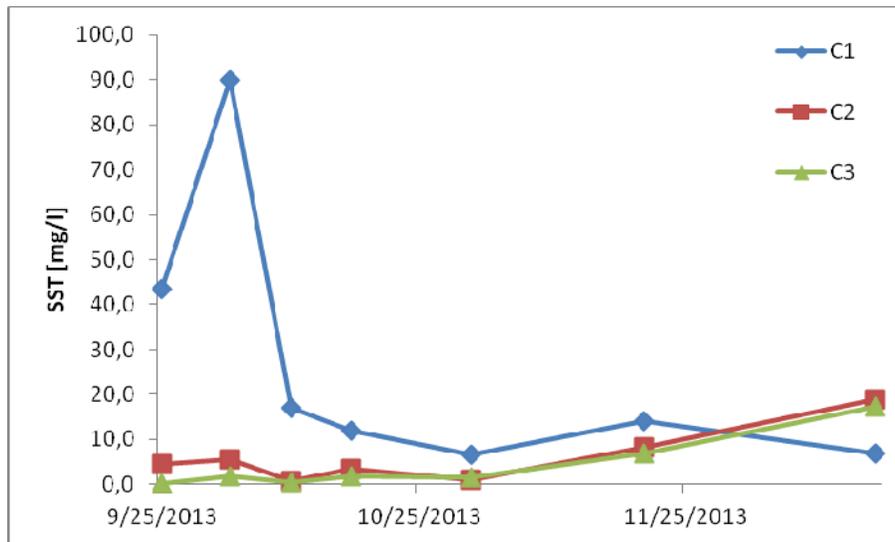


Figura 5.- Concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST) en tres sitios de la Laguna de los Coipos.

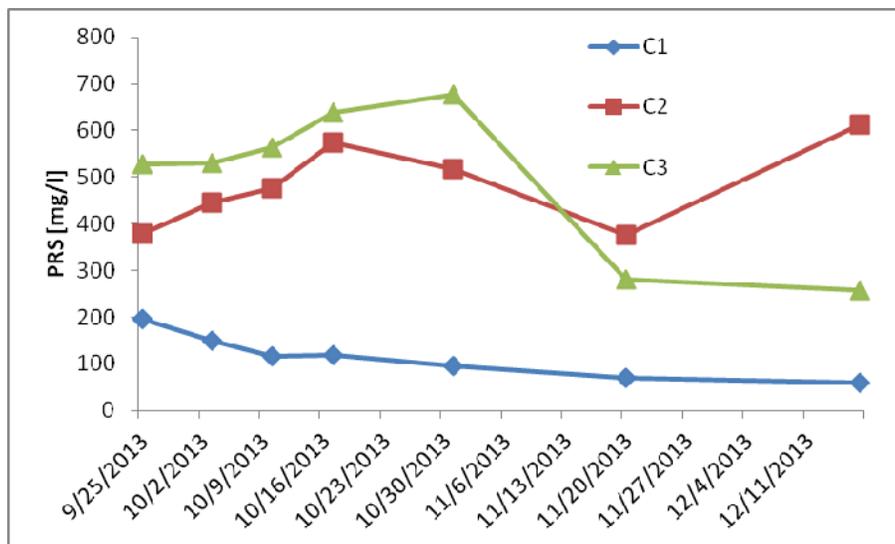


Figura 6.- Concentraciones de fósforo reactivo soluble (PRS) en tres sitios de la Laguna de los Coipos.

Tabla 2.- Resultados fisicoquímicos correspondientes a la campaña de Mayo de 2014.

Sitio	Temperatura [°C]	pH	CE [μS/cm]	OD [mg/l]	SST [mg/l]	N-NH ₄ ⁺ [μg/l]	PRS [μg/l]	Cl ⁻ [mg/l]
C1	12,7	7,06	401	0,00	14,7	330	3987	43
C2	11,9	6,91	336	2,29	39,3	194	118	35
C3	10,5	6,74	250	0,97	6,9	101	145	27

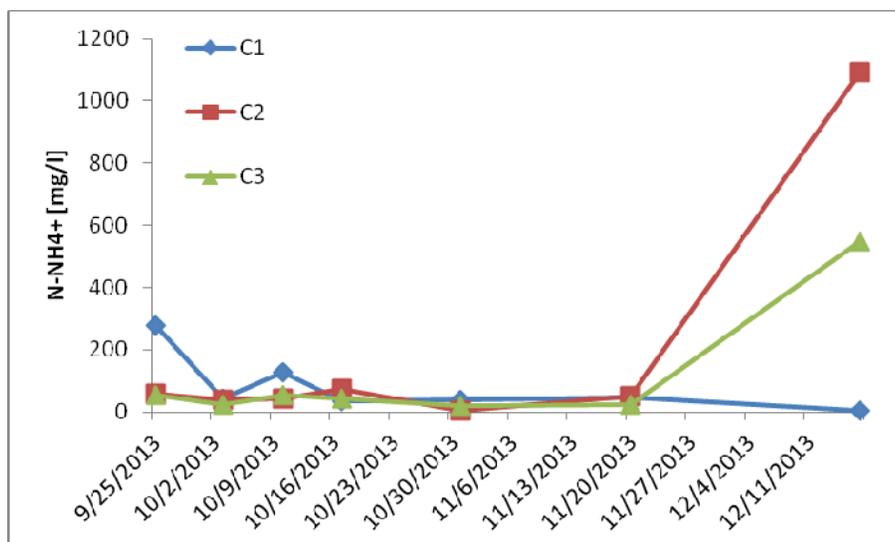


Figura 7.- Concentraciones de nitrógeno amoniacal ($N-NH_4^+$) en tres sitios de la Laguna de los Coipos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, el bombeo de agua desde el Río de la Plata y el dragado resultaron mecanismos apropiados para llevar a cabo la recuperación de la Laguna de los Coipos. Sin embargo, la interconexión con el resto de las lagunas aseguraría la circulación del agua y el mantenimiento de las condiciones de calidad necesarias para la preservación de la vida acuática con exposición prolongada. Dado que en este momento se retomó el llenado de la Laguna de los Coipos y se continúa con el desmalezamiento de la vegetación lacustre, se prevén nuevos muestreos en primavera y verano. Al finalizar los mismos se elevará un informe a las autoridades de la RECS con recomendaciones de manejo.

Agradecimientos. Los autores desean agradecer la colaboración de las autoridades de la Reserva Ecológica Costanera Sur.

REFERENCIAS

- APHA, AWWA y WPCF, 1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Díaz de Santos.
- Castro, Á., 2013. Recuperarán la Laguna de los Coipos de la Reserva Sur. La Nación, 7 de junio de 2013, p. 28. <http://www.lanacion.com.ar/1589390-recuperaran-la-laguna-de-los-coipos-de-la-reserva-sur>
- Hutchinson, T. C., 1999. Ecología. En: Henry, J. G. y Heinke, G. W.: Ingeniería ambiental. 2° edición, Prentice Hall.
- INA, 2011. Evaluación de la calidad del agua en la franja costera sur del Río de la Plata mediante modelación matemática. Instituto Nacional del Agua.
- Strickland, J. y Parsons, T., 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board.