

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DE TRES LAGUNAS PAMPASICAS

Oscar Díaz⁽¹⁾; Viviana Colasurdo⁽¹⁾; Fabián Grosman⁽²⁾; Pablo Sanzano⁽²⁾

⁽¹⁾ Facultad de Ingeniería. Avda. Del Valle 5737, 7400-Olavarría. TEL/FAX: 54-2284-451055

⁽²⁾ Facultad de Ciencias Veterinarias. Paraje Arroyo Seco, Campus Universitario, 7000-Tandil
Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable. Universidad Nacional del Centro de
la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).

RESUMEN

Los estudios de diferentes aspectos fisicoquímicos de agua y sedimentos de lagunas pampeanas conforman una herramienta para la interpretación de distintos fenómenos biológicos de las mismas. Las lagunas La Peregrina, La Brava y De los Padres, se hallan muy próximas entre sí, ubicadas en el área serrana del SE de la Provincia de Buenos Aires. Sus cuencas de aporte poseen en común una intensa actividad agropecuaria y pendientes más pronunciadas respecto a la mayoría de los cuerpos de agua pampásicos, condición que les brinda un carácter diferencial. El objetivo de la ponencia es establecer la calidad y el estado trófico de las tres lagunas mencionadas, vinculando aspectos físicos, químicos y biológicos del agua y sedimentos. Las lagunas son alcalinas, oligohalinas y presentan alto grado de eutrofización. La elevada turbidez observada es de origen orgánico. Algunos parámetros no cumplen con los límites establecidos para diferentes usos. Se evidencia el rol de los sedimentos por su alto contenido en nutrientes en la dinámica lacunar.

Palabras claves: lagunas pampeanas, composición fisicoquímica, estado trófico.

ABSTRACT

Studies of different physicochemical aspects from water and sediments of pampasic ponds seem to be an adequate tool to interpret their different biological phenomena. La Peregrina, La Brava and De los Padres are ponds located very next one to each other, in the highland area of Buenos Aires province. Their drainage area has an intense farming activity and pronounced slopes with respect to other pampasic ponds, condition that offers them a differential characteristic. The objective is to assess the quality and the trophic state of the three mentioned ponds, tying physicochemical and biological aspects of water and sediments. The ponds are alkaline, oligohalines and present a high eutrophic state. The high turbidity observed is of organic origin. Some parameters do not fulfill the limits established for different uses. The high quantity of nutrients in sediments influences the dynamic of ponds.

Key words: pampasic shallow lakes, physicochemical composition, trophic state.

INTRODUCCIÓN

Las lagunas pampeanas conforman, por su elevada numerosidad, parte del paisaje típico de la región centro-este de la República Argentina; según Dangavs (2005), existen más de 10500 mayores a 10 ha sólo considerando el territorio de la provincia de Buenos Aires. Se caracterizan por ser ambientes poco profundos que no estratifican química ni térmicamente, de extensión y salinidad variables (Quirós y Drago, 1999). Su persistencia depende del ciclo hidrológico provocando lagunas tanto permanentes como efímeras; los procesos que se establecen son más determinantes que su origen, ya que se pueden generar ambientes disímiles con génesis común y cercanía geográfica. Son ecosistemas naturalmente eutróficos, de aguas claras con predominio de macrófitas o turbias tanto por presencia de elementos orgánicos o inorgánicos; asimismo pueden alternar entre ambos estados con cortos periodos de tiempo de transición (Scheffer et al., 1993).

La morfología playa de las cubetas es clave para definir la estructura y funcionamiento de las lagunas; asimismo establece una mayor proporción de contacto entre sedimentos y agua, lo que contribuye a que el fondo de estos sistemas presente un rol primario en la dinámica biogeoquímica del lugar; la acción del viento mezcla las aguas y resolubiliza nutrientes depositados incrementando su disponibilidad biológica.

Este tipo de ecosistemas estaría influenciado negativamente en cuanto a su calidad de agua por el impacto que genera la tecnificación del agro y modificación del uso del suelo, la producción de desechos de distinto origen y la búsqueda de esparcimiento al aire libre, entre otros.

Una adecuada planificación del uso de las potencialidades y aptitudes de estos ambientes como el impulso al turismo sustentable y la pesca deportiva o comercial, ordenadas en un marco de racionalidad ambiental, pueden contribuir a potenciar el crecimiento económico local, ampliar la oferta alimentaria, la mano de obra y la conservación de recursos y paisajes.

Las lagunas La Brava (430 ha; 37° 52' 05,8" S; 57° 58' 53,5" O), La Peregrina (90 ha; 37° 52' 03,4" S; 57° 53' 46,4" O) y De los Padres (290 ha; 37° 55' 53,7" S; 57° 44' 11,9" O), se ubican muy próximas entre sí en las sierras Septentrionales en el sudeste

de la Provincia de Buenos Aires entre las ciudades de Mar del Plata y Balcarce (las coordenadas indican puntos de muestreo). Sus cuencas de aporte poseen en común una intensa actividad agropecuaria, incluso en el caso de la laguna De los Padres de tipo hortícola (Esquiús et al., en prensa) y pendientes más pronunciadas respecto a la mayoría de los cuerpos de agua pampásicos, condición que les brinda un carácter diferencial.

La Brava posee como afluente el arroyo El Peligro y su efluente es el arroyo Tajamar, el cual desaloja los excesos de agua que no pueden ser evacuados en forma subterránea (Kruse, 1987); De los Padres posee como afluente el arroyo homónimo y drena por el arroyo La Tapera; la laguna La Peregrina recibe agua del arroyo Vivoratá a partir de un canal derivador artificial. Existen diversos antecedentes bibliográficos limnológicos (calidad de agua, plancton, perifiton, peces) sobre estos ambientes debido a su relevancia regional económica y social; entre los más recientes es factible citar Sagrario et al., 1998; Grosman et al., 1999; 2005; Remes Lenicov y Berasain, 2001; 2002; Folabella et al., 2006; Sánchez, 2007).

El trabajo tiene como objetivo establecer la calidad y el estado trófico de las lagunas La Brava, La Peregrina y De los Padres, vinculando aspectos físicos, químicos y biológicos del agua y sedimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo muestreos limnológicos regulares en las lagunas La Brava, La Peregrina y De los Padres desde diciembre del 2004 a noviembre de 2006. Se realizaron análisis físicos, químicos y biológicos en agua y sedimentos. La toma de agua se realizó subsuperficialmente. Se registró el nivel de agua respecto a un muelle en La Brava, y con escalas hidrométricas en La Peregrina y De los Padres; se consideraron las precipitaciones pluviométricas de Mar del Plata y Balcarce a través del SMN.

La temperatura (T), pH, conductividad eléctrica (CE) y transparencia (disco de Secchi) fueron determinadas in situ. Las determinaciones en agua de carbonato (CO_3^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), nitrato (NO_3^-), fluoruro (F^-), sulfato (SO_4^{2-}), cloruro (Cl^-), nitrito (NO_2^-), amonio (NH_4^+), dureza total

(DT), sólidos disueltos (SD), sólidos totales (ST), clorofila-a (Cl-a) y fósforo total (PT), y en suelo, de PT y materia orgánica (MO), fueron llevadas a cabo en el laboratorio, por Métodos Estándares (APHA, AWWA, WPCF, 1992). En el caso del macrozooplancton se utilizó una red ad-hoc, filtrando 20 L de agua tomados de a 10 L, para obtener el valor de densidad de esta comunidad (Paggi y Paggi, 1995); se diferenció entre principales grupos zoológicos componentes: copépodos calanoideos, ciclopoideos y cladóceros

Para determinar la aptitud del agua para diferentes usos (fuente de provisión de agua para consumo humano, protección de la biota acuática, irrigación de cultivos, bebida animal y recreación humana), se aplicó el protocolo de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación de la República Argentina (2005).

Se evaluó la aptitud del agua para riego, considerando la clasificación de Salinity Laboratory Staff (1954), que evalúa la conductividad eléctrica y la relación de adsorción de sodio (RAS).

Para explicar el proceso geoquímico (meteorización de rocas, precipitación atmosférica o equilibrio precipitación- evaporación) que origina la composición química de estas aguas superficiales, se analizó el diagrama de Gibbs (1970) y otras relaciones iónicas que permiten inferir el origen de los iones.

El estado trófico fue determinado aplicando el índice TSI de Carlson (1977) que relaciona la turbidez dada por presencia de compuestos orgánicos, la concentración de clorofila-a como medida de la densidad algal y la concentración de nutrientes (fósforo total); en base a los resultados este índice categoriza los ambientes en oligotrófico (menos de 40) mesotrófico (40 – 60), eutrófico (60-70) e hipereutrófico (mayor de 70).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los valores de media, mínimos, máximos y desvío estándar para diferentes parámetros determinados en las tres lagunas consideradas.

Tabla 1: Media, mínimos, máximos y desvío estándar (DE) para todos los parámetros determinados. Todos los iones y PT en mg/L, CE en µS/cm, DT en mg/L CaCO₃, T en °C, Cl-a en mg/m³ y Secchi en cm. * valores en sedimentos.

Variable	La Peregrina N = 11				La Brava N = 11				De los Padres N = 10			
	Media	DE	Mínimo	Máximo	Media	DE	Mínimo	Máximo	Media	DE	Mínimo	Máximo
Ca ²⁺	18,4	6,5	3,0	26,9	16,9	1,8	13,5	20,0	23,5	6,9	8,9	30,4
Mg ²⁺	13,4	3,4	6,8	18,0	8,8	1,3	5,8	10,8	13,8	2,1	8,8	16,2
Na ⁺	187,3	50,1	47,0	244,6	188,1	21,9	148,0	232,9	167,4	29,8	116,0	232,9
K ⁺	12,3	5,3	4,8	20,8	10,9	4,5	4,4	20,5	10,7	3,2	4,8	17,0
Cl ⁻	70,8	24,2	20,0	95,0	63,5	6,1	55,0	75,0	69,1	7,4	56,0	80,0
NO ₃ ⁻	3,0	1,7	0,0	6,6	10,2	25,2	1,3	86,0	3,0	2,0	1,6	7,9
SO ₄ ⁼	22,5	8,1	6,2	32,1	15,5	12,4	5,0	39,5	12,6	5,4	1,0	18,1
CO ₃ ⁼	11,0	17,4	0,0	48,0	12,7	16,2	0,0	45,0	20,0	23,9	0,0	64,3
HCO ₃ ⁻	413,0	112,9	167,4	540,6	405,7	49,3	298,9	485,0	375,3	87,7	212,2	492,8
F ⁻	1,32	0,33	0,74	1,90	1,4	0,3	0,8	1,8	1,3	0,4	1,0	1,9
NO ₂ ⁻	0,027	0,061	0,000	0,200	0,013	0,026	0,000	0,080	0,014	0,031	0,000	0,090
NH ₄ ⁺	1,26	1,25	0,17	4,50	0,52	0,55	0,07	2,00	0,63	0,74	0,11	2,60
DT	102,7	21,5	69,1	138,2	78,9	4,9	70,4	87,0	115,6	22,0	75,9	138,9
pH	8,44	1,09	6,30	9,74	8,53	0,74	6,85	9,45	8,70	0,78	7,00	9,90
SD	573,4	141,3	239,0	702,0	486,9	62,1	362,0	572,0	516,3	51,1	412,0	572,0
ST	617,0	130,9	321,0	753,0	525,8	49,7	438,0	587,0	552,8	30,1	514,0	602,0
SF	432,2	89,0	225,0	537,0	396,0	38,5	352,0	479,0	396,7	33,4	352,0	460,0
SV	184,8	68,7	70,0	301,0	129,8	43,3	84,0	229,0	156,1	48,1	62,0	229,0
CE	1046,6	322,3	387,0	1653,0	981,6	167,1	729,0	1323,0	971,5	131,6	748,0	1130,0
Cl a	203,5	86,7	93,2	331,4	98,4	48,0	22,7	169,4	181,9	89,3	49,5	289,0
T	17,3	5,8	9,0	26,5	16,8	5,5	9,5	23,8	17,4	6,5	9,2	27,5
Secchi	16,4	2,7	12,5	21,0	34,5	7,3	23,0	45,0	22,6	4,1	17,0	30,0
PT	0,34	0,10	0,23	0,52	0,26	0,14	0,06	0,51	0,39	0,12	0,20	0,55
PT *	10,2	4,0	4,8	17,1	12,8	4,7	6,5	19,2	9,9	3,1	5,4	16,5
pH *	7,83	0,74	6,49	8,68	8,05	0,45	7,35	8,99	7,98	0,39	7,15	8,58
MO*	3,85	3,09	0,53	8,03	3,25	2,94	0,37	9,36	2,40	0,90	0,98	3,92

La Figura 1 presenta los valores obtenidos de conductividad eléctrica en cada laguna y las precipitaciones mensuales de Mar del Plata y Balcarce, vinculándose ambas variables a través del nivel de agua, ya que el incremento del mismo provoca una disminución de la conductividad.

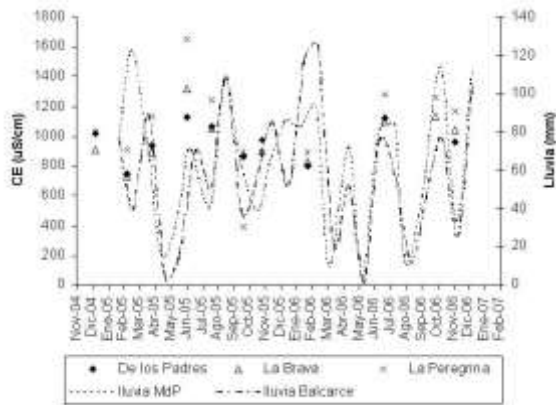


Figura 1. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) durante el período de muestreo en las 3 lagunas y precipitaciones mensuales (mm) de Mar del Plata y Balcarce.

Respecto a la salinidad y composición iónica, los resultados indican que las tres lagunas se caracterizan por ser alcalinas (pH entre 8,44 y 8,70), oligohalinas (sólidos disueltos entre 487 mg/L y 573 mg/L) y algo duras. Las tres lagunas son de tipo bicarbonatadas sódicas y su composición iónica es muy semejante, como se puede observar en las Figuras 2a y 2b, donde se muestran los porcentajes de los iones mayoritarios presentes. Las concentraciones de calcio y magnesio son semejantes entre sí. Los cloruros prevalecen sobre los sulfatos.

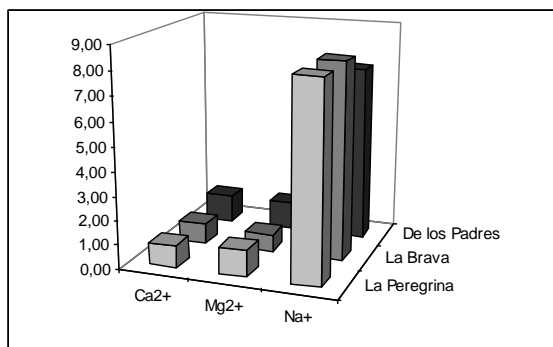


Figura 2a. Cationes mayoritarios presentes en cada laguna expresados en meq/L.

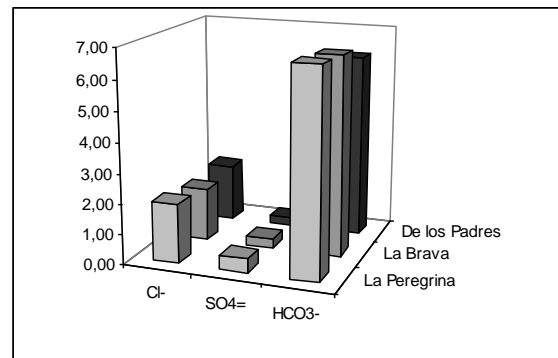


Figura 2b. Aniones mayoritarios presentes en cada laguna expresados en meq/L.

Acorde a Margalef (1983), los sedimentos representan la acumulación de materiales arrastrados o alóctonos, o bien producidos en la misma masa de agua o autóctonos (evaporitas, arcillas, fragmentos de rocas o materiales clásticos, minerales formados en el agua) y orgánicos (organismos enteros que mueren en el sedimento, organismos muertos y fragmentos de los mismos, excrementos, materia orgánica floculada, material detrítico alóctono). Según Dangavs (2005), en las lagunas pampeanas predomina la acumulación de detritos orgánicos de origen endógeno; los valores obtenidos de materia orgánica en sedimentos y fósforo (Tabla 1) avalan este concepto.

Al considerar la aptitud del agua para diferentes usos, es posible inferir que todos los parámetros analizados se encuentran por debajo de los valores máximos establecidos por el organismo de referencia. Es importante mencionar que en este estudio no se han realizado determinaciones de agroquímicos, metales pesados ni carga bacteriana, todos ellos reglamentados para los diferentes usos. Existen antecedentes dispares respecto a estas variables (Sagrario et al., 1998; Remes Lenicov y Berasain, 2001; 2002; Folabella et al., 2006, Sánchez, 2007).

Respecto a la aptitud del agua para riego, la Figura 3 presenta los resultados obtenidos. Muchos cultivos toleran irrigación con aguas de contenido salino del orden al que poseen estas lagunas, pero la mayoría de las muestras presentan un RAS mayor a 7, con lo que no serían aptas para el riego de cierta clase de cultivos, como algunos frutales, que toleran un RAS de hasta 4 (Nalco Chemical Company, 1993).

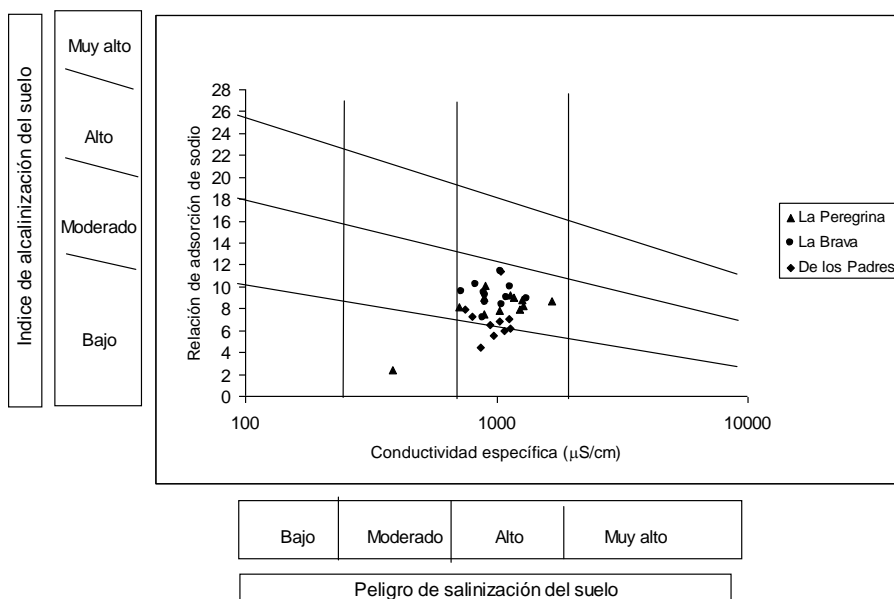


Figura 3. Aptitud del agua para riego de acuerdo a criterios del Salinity Laboratory Staff.

En la Figura 4 se presenta el resultado del diagrama de Gibbs. Al igual de lo que sucede en las lagunas que forman las Encadenadas de Chascomús (Fernández Cirelli y Miretsky, 2002) estos datos se desvían del diagrama de Gibbs, ubicándose fuera del boomerang, lo que significa que los procesos de precipitación atmosférica, meteorización de rocas y de cristalización- evaporación no pueden explicar por sí solos la composición química del agua de estas lagunas.

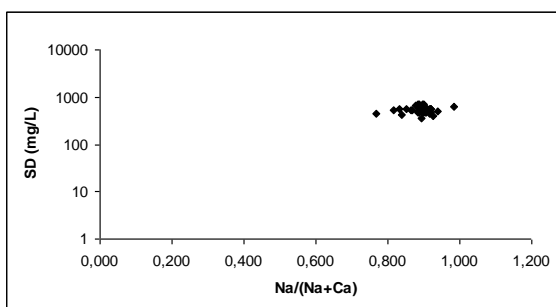


Figura 4. Diagrama de Gibbs para las tres lagunas evaluadas.

Existe un exceso de sodio que no proviene solamente de la disolución de la halita ya que los meq/L de sodio son mayores a los de cloruros. Comparando los meq ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) con los meq ($\text{SO}_4^- + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^-$), se observa exceso de carga negativa, y para comprobar si es compensada por el exceso de sodio se analizó el gráfico de $(\text{Ca}+\text{Mg})-(\text{SO}_4^{2-}+\text{CO}_3^{2-}+\text{HCO}_3^-)$ en función de $(\text{Na}-\text{Cl})$ (Figura 5).

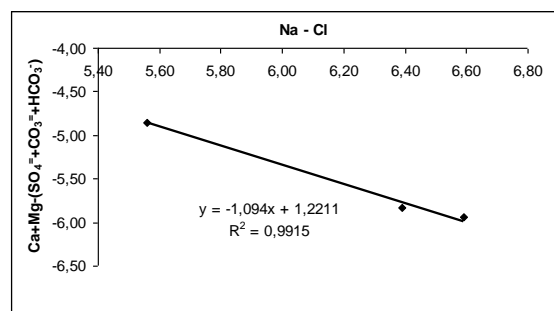


Figura 5. Relación entre $(\text{Ca}+\text{Mg})-(\text{SO}_4^{2-}+\text{CO}_3^{2-}+\text{HCO}_3^-)$ y $(\text{Na}-\text{Cl})$ expresados en meq/L

Se observa una buena correlación y la pendiente es cercana al valor teórico -1. Es posible inferir que existe un proceso de intercambio iónico en los sedimentos loésicos, entre el sodio adsorbido en las arcillas y el calcio disuelto en el agua subterránea, principal fuente de recarga de las lagunas analizadas.

El contenido medio de PT en agua varió desde 0,26 hasta 0,39 mg/L, la concentración media de clorofila de 98.4 hasta 203 mg/m³ y los valores de transparencia, desde 0,16 hasta 0,34 m de lectura de disco de Secchi; el TSI de Carlson es mayor a 70, por lo que de acuerdo a esta clasificación las tres lagunas son consideradas como hipereutróficas.

La concentración de clorofila-a presentó resultados que no responden a un ciclo estacional, pero se observa similar comportamiento de la fluctuación entre las tres lagunas (Figura 6), en respuesta a

fenómenos de carácter regional, como por ejemplo las precipitaciones.

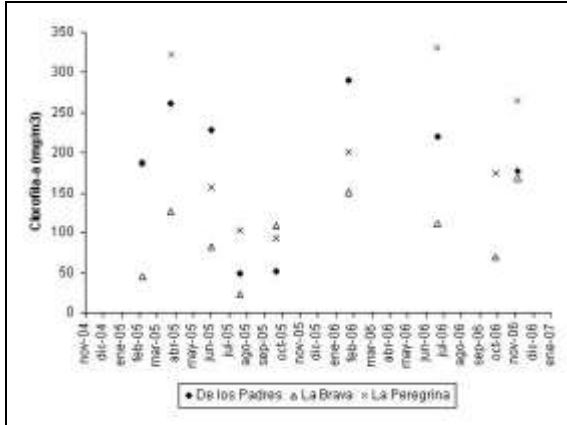


Figura 6. Distribución temporal de los valores de clorofila-a para cada ambiente.

Existe una diferencia relativamente constante de turbidez entre las tres lagunas, ya que La Peregrina es la más turbia y La Brava la de mayor transparencia (Figura 7). Como ejemplo del comportamiento cambiante de estos ambientes, se disponen de datos de la laguna De los Padres del año 2002, con una lectura del disco de Secchi de 60 cm, con abundante vegetación sumergida (Remes Lenicov y Berasain, 2002).

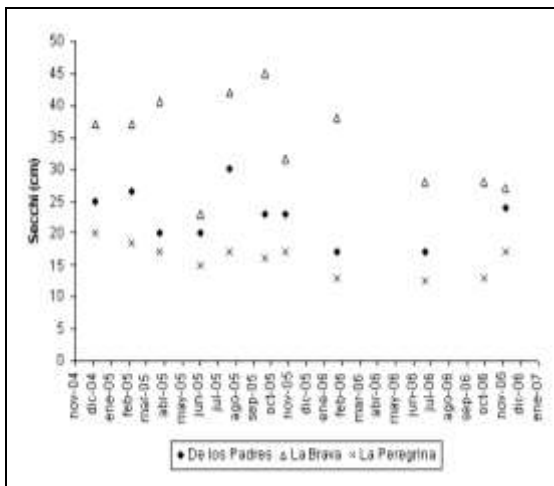


Figura 7. Distribución temporal de la lectura del disco de Secchi.

La Figura 8 presenta los valores de densidad del macrozooplancton de cada ambiente. Si bien los máximos valores se observaron en primavera-verano, es difícil de explicar las variaciones abruptas infiriendo que existen otros factores determinantes en los resultados como puede ser

las migraciones horizontales o verticales de esta comunidad, así como hábitos comportamentales que incidan en la captura de los organismos.

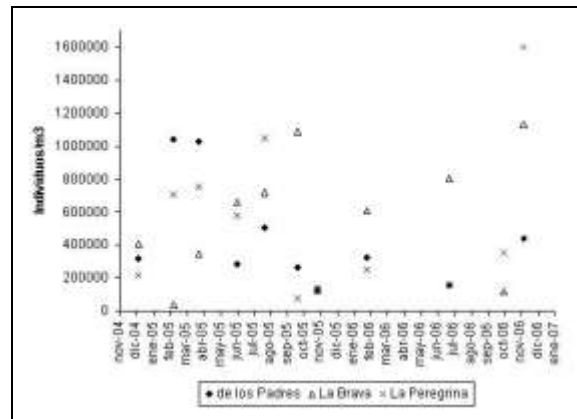


Figura 8. Densidad del macrozooplancton (ind/L) en las tres lagunas analizadas.

Al diferenciar entre componentes de distintos grupos zoológicos del macrozooplancton, en el caso de La Peregrina y La Brava los cladóceros fueron dominantes en tanto en De los Padres presentó mayor equidad en su composición.

CONCLUSIONES

La composición química de estas tres lagunas consideradas es dominada por los iones sodio y bicarbonato. Este alto nivel de sodio se origina en el intercambio iónico que se produce entre los sedimentos pampeanos y el agua subterránea de la zona.

El agua de estas lagunas podría ser utilizada para diversas actividades, pero sería conveniente ampliar su estudio incluyendo determinaciones de pesticidas, ya que sus cuencas de drenaje poseen intensa actividad agropecuaria.

Según el índice de Carlson, los tres ambientes poseen un avanzado grado de eutrofia. La turbidez de las lagunas es de origen orgánico debido a la elevada concentración de clorofila, la cual no responde a patrones de tipo estacional.

La densidad del macrozooplancton no presentó modelos de variación; ello podría adjudicarse a fenómenos comportamentales de estos organismos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA) y al Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), por la financiación otorgada al Proyecto PICTO: *Planificación Estratégica de Ecosistemas Lacunares Bonaerenses* (BID 1201/OC - AR 13-11502)

BIBLIOGRAFÍA

- APHA-AWWA-WPCF. 1992. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones Díaz de Santos, S. A., Madrid.
- Carlson R. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.*, 22, 361-369.
- Dangavs N. 2005. Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires. En: *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. Geología y Recursos Minerales de la provincia de Buenos Aires*, La Plata, 219-235.
- Esquiús S. Escalante A. y Solari L. Algas epífitas indicadoras de calidad del agua en arroyos vinculados a la laguna De los Padres. *Biología Acuática* 23 (en prensa).
- Fernández Cirelli A. y Miretsky P. 2002. Lagos poco profundos de la Pampa Argentina. Relación con aguas subterráneas someras. En: A. Fernández Cirelli y G. C. Marquisá (eds.), *El agua en Iberoamérica. De la Limnología a la Gestión en Sudamérica*. CYTED Red XVII, Bs. As., Argentina.
- Folabella A. Escalante A. Deza A. Pérez Guzzi J. y Zamora S. 2006. Indicadores bacterianos de calidad de agua recreacional en la laguna De los Padres (Buenos Aires, Argentina). En: *1er. Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua*. Córdoba, Argentina. 8p.
- Gibbs R. 1970. Mechanisms controlling world water chemistry. *Science*, 170, 1088-1090.
- Grosman F. Agüeria D. González G. y Sanzano P. 1999. Aspectos limnológicos y biológico pesqueros de la laguna La Brava basados en un estudio expeditivo. En: *Actas VII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales*, Santa Rosa, 173-182.
- Grosman F. Sanzano P. y Agüeria D. 2005. Diagnóstico ictiológico de la laguna La Peregrina, partido de Gral. Pueyrredón, para su incorporación al circuito productivo. *Biología Acuática*, 22, 169-176.
- Kruse E. 1987. El agua subterránea en el régimen hidrológico de la laguna La Brava. Informe 40 Comisión de Investigaciones Científicas, Prog. Asesoramiento a municipalidades, 18p.
- Margalef R. 1983. *Limnología*. Ed. Omega, Madrid.
- Nalco Chemical Company 1993. *Manual del Agua, su naturaleza, tratamiento y aplicaciones*. MacGraw-Hill, Méjico.
- Paggi J. de y Paggi J. 1995. Determinación de la abundancia y biomasa zooplanctónica. En: E. Lopretto y G. Tell (Eds.). *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*. Ediciones Sur, La Plata, 315-323.
- Quirós R. y Drago E. 1999. The environmental state of Argentinean lakes: an overview. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 4, 55-64.
- Remes Lenicov M. y Berasain G. 2001. Laguna La Brava, partido de Balcarce. Campaña de relevamientos limnológicos e ictiológicos. Subsecretaría de actividades pesqueras, Ministerio de Asuntos Agrarios. Informe técnico 17p.
- Remes Lenicov M. y Berasain G. 2002. Laguna Los Padres, partido de Gral. Pueyrredón. Campaña de relevamientos limnológicos e ictiológicos. Subsecretaría de actividades pesqueras, Ministerio de Asuntos Agrarios. Informe técnico 39, 11p.
- Sagrario M.A. Aizpun J. Moreno V. and Escalante A. 1998. Dynamics of organochlorine compound in different trophic levels of De los Padres pond in Argentina. *Environmental Sciences*, 3, 153-169.
- Salinity Laboratory Staff. 1954. *U.S. Dept. of Agriculture: Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, Handbook 60* U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Sánchez Y. 2007. Presencia, acumulación y biomagnificación de metales pesados en la laguna La Brava y La Peregrina. Tesis de Licenciatura, UNCPBA, 105p.
- Scheffer M. Hosper S.H. Meijer M.L. Moss B. and Jeppesen E. 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology and Evolution*, 8, 275-279.
- Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación 2005. *Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente*. República Argentina.

Artículo recibido el 03/2008 y aprobado para su publicación el 05/2009.