

CALIDAD DEL AGUA DEL EMBALSE GENERAL BELGRANO (SALTA, ARGENTINA): VARIACIÓN ENTRE 1998 Y 2011

María Laura Lamas, Liliana B. Moraña, y María Mónica Salusso.

Facultad Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta. Avenida Bolivia 5150-4400 Salta (Argentina) laura.lamas@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El uso del suelo en la provincia de Salta sufrió entre 1998 y 2011 profundas modificaciones que afectan, entre otras, a la cuenca de aportes del embalse General Belgrano. Así, la población estimada en 1.079.051 habitantes en 2001, aumentó a 1.214.000, en 2010 (INDEC, 2010). Belmonte y Núñez (2008) destacaron una serie de problemáticas los sectores altos del Valle de Lerma: procesos erosivos intensos, cambios en la composición específica de las unidades ambientales, degradación de suelos y sobreexplotación de recursos naturales. Por último, cabe mencionar que el sector minero, con la producción de boratos a la cabeza, tuvo un incremento sostenido del 7,15% anual desde 2001 al 2007 (Martínez y Fernández Castro, 2010).

Estas acciones antrópicas sumadas a la erosión natural desencadenan una serie de procesos a nivel ecosistémico, alterando las variables físico-químicas y los parámetros tróficos de los cuerpos de agua involucrados (Esteves, 1988). Sin embargo, la respuesta a los disturbios varía enormemente dependiendo de la intensidad, la frecuencia y el área afectada por la perturbación. Comúnmente el impacto antrópico no se ve reflejado de manera inmediata (Jordan, 1998), ni todos los ecosistemas tienen la misma vulnerabilidad.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar si la calidad del agua del embalse y su estado trófico reflejan las modificaciones en los usos del suelo de la cuenca, reportados por fuentes secundarias, entre 1998 y 2011.

METODOLOGÍA

Se contrastó: pH, temperatura, oxígeno disuelto, turbidez, nitrógeno inorgánico soluble (NIS), fósforo total (PT) y clorofila-a, cuantificado con metodología estándar (APHA, 2005) entre 1998-2004 (Salusso, 2010) y 2008-2011 (Lamas, 2016). Se colectaron 130 muestras abarcando ambas fases del ciclo hidrológico. Se eligieron tres sitios de muestreo representativos: Maroma (ingreso del río Arias-Arenales), Zapallar (ingreso del río Guachipas) y la zona limnética. Se calculó el índice de Carlson (1977) para fósforo total y Clorofila-a. Se aplicó el test de Mann-Whitney (W) para comparar ambos monitoreos y el coeficiente de correlación de Spearman (Rs).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas para temperatura, concentración de oxígeno disuelto y turbidez entre períodos (tabla 1). El incremento en concentración de oxígeno podría relacionarse con la disminución de temperatura del agua (sin respaldo estadístico: $R_s = -0,11$; $p = 0,28$).

Tabla 1: Variables fisicoquímicas (media \pm desvío estándar) en dos períodos de estudio en el embalse Gral. Belgrano.

Parámetro	Media \pm DE 1998-2004	Media \pm DE 2008-2011	Estadístico y Probabilidad
Conductividad (uS/cm)	423 \pm 61	420 \pm 98	W=1881; p= 0,56
pH	8,5 \pm 0,6	8,3 \pm 0,6	W= 1552; p= 0,07
T (°C)	22,5 \pm 3,6	17,7 \pm 3,5	W=25,86; p<0,01
OD (mg/L)	6,9 \pm 2,2	8,3 \pm 2,2	W=12,10; p<0,01
Turbidez (NTU)	12 \pm 26	13 \pm 10	W= 2142; p<0,01

El descenso del pH (no significativo), principalmente en los ingresos puede ser consecuencia del aumento de actividades contaminantes en la cuenca que hacen factible la aceleración de los efectos directos sobre la calidad del agua.

La turbidez difirió significativamente entre períodos según los sitios (fig.1).

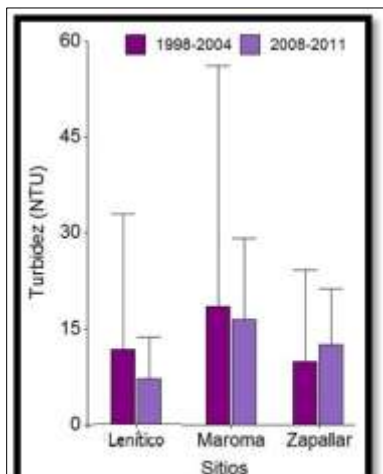


Figura 1: Variación de la turbidez en dos períodos de estudio en los sitios del embalse

Zapallar presentó entre 2008-2011 mayor turbidez (W=252; p<0,05), reflejo del aumento de actividades antrópicas en esta subcuenca. En el sitio lenítico hubo mayor turbidez entre 1998-2004 (W=255; p<0,05), indicando un proceso efectivo de sedimentación, por la profundidad y los mayores tiempos de residencia en el sitio.

Los parámetros tróficos fueron todos (excepto la relación N/P) significativamente más elevados entre 2008-2011 (tabla 2) y pueden vincularse a la aparición de floraciones algales recurrentes, al incremento significativo en la tasa de poblamiento y actividades económicas en el área de la cuenca.

La biomasa algal, estimada como clorofila-a, tuvo el mayor incremento en Zapallar. Entre 2008-2011 se acentuó la tendencia a relaciones N/P bajas, con lo que se infiere que la productividad primaria puede ser dependiente de la disponibilidad de

nitrógeno. Esto se reafirma por la correlación significativa entre la concentración del NIS versus clorofila-a ($R_s=0,46$; p<0,001). Pero hubo incidencia de otros factores: turbidez ($R_s=0,56$; p<0,001), temperatura (no significativa), oxígeno disuelto ($R_s=0,39$; p<0,001), por mencionar algunos.

Tabla 2: Variables tróficas (media \pm desvío estándar) en dos períodos de estudio en el embalse Gral. Belgrano.

Parámetro	Media \pm DE	CV (%)	Media \pm DE	CV (%)	Estadístico y Probabilidad
	1998-2004		2008-2011		
NIS (mg/L)	0,4 \pm 0,4	105	0,8 \pm 0,5	71	W=2340; p<0,01
PT (mg/L)	0,3 \pm 0,4	123	0,4 \pm 0,2	62	W=2263; p<0,01
N/P (mg/L)	11 \pm 20	185	3 \pm 3	105	W=1205; p<0,01
Clor-a (mg/m ³)	37 \pm 60	159	38 \pm 25	65	W=2143; p<0,05

Resultó significativo el aumento entre 2008-2011 del índice de estado trófico (tabla 3). Si bien en ambos periodos el embalse se clasifica como eutrófico, en entre 2008-2011 el índice se aproxima más al nivel de hipereutrofia, que algunos autores indican para TSI mayores a 70 (DeviPrasad y Siddaraju, 2012).

Tabla 3: Índice de estado trófico (media \pm desvío estándar) según clorofila-a (TSI clor-a) y fósforo total (TSI PT) en ambos periodos de estudio en el embalse Gral. Belgrano

Índice	Período		Estadístico y Probabilidad
	1998-2004	2008-2011	
TSI <u>Clor-a</u>	58 \pm 12	64 \pm 8	W=2192; p<0,01
TSI PT	45 \pm 14	54 \pm 9	W=2263; p<0,01

Al discriminar por sitios el estado trófico según clorofila-a, el mayor incremento se observó en la Zapallar (W=270; p=0,01), seguido del sitio lenítico (W=257; p<0,05).

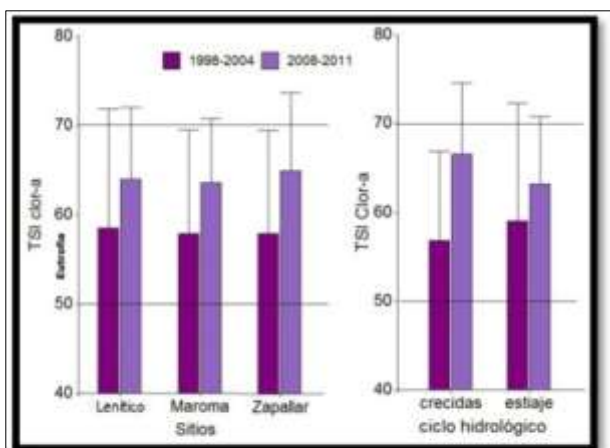


Figura 2: Índice de estado trófico basado en clorofila-a (TSI clor-a) en ambos periodos de estudio según los sitios del embalse Gral. Belgrano y la fase del ciclo hidrológico.

La zona de Maroma no presentó diferencias estadísticas entre ambos monitoreos (fig.2). También podemos observar que el aumento del estado trófico corresponde principalmente a la época de aguas altas (W=284; p=0,01), indicando que el aporte de nutrientes desde la cuenca en época de lluvias se traduce en un incremento de la biomasa algal.

CONCLUSIONES

Los datos muestran un descenso del pH del agua del embalse en estos años. Si bien no resultó significativa, es altamente recomendable continuar con la evaluación del pH que, de mantener la tendencia decreciente, tendría un impacto negativo a mediano plazo sobre la biota.

Los resultados reflejan que el embalse especialmente en las zonas de los influentes está enfrentando más estrés ambiental que en años anteriores debido a procesos de eutrofización cultural.

REFERENCIAS

- **APHA, AWWA, WEF.** (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington, D.C. 3500pp.
- **Belmonte, S. y Núñez, V.** (2008) El Ordenamiento Territorial en zonas de montaña. Proyección 5, 2(5):18-24.
- **Carlson, R. E.** (1977). A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography 22(2):361-369.

XXXI Congreso Argentino de Química

25 al 28 de Octubre de 2016 Asociación Química Argentina

Sánchez de Bustamante 1749 – Ciudad de Buenos Aires – Argentina

The Journal of The Argentine Chemical Society Vol. 103 (1-2) January – December 2016 ISSN: 1852 -1207

Anales de la Asociación Química Argentina AAQAE 095 - 196

- **DeviPrasad, A. G. y Siddaraju.** (2012) Carlson's Trophic State Index for the assessment of trophic status of two Lakes in Mandya district. *Adv. Appl. Sci. Res.* 3(5):2992-2996.
- **Esteves, F.** (1998). *Fundamentos de Limnología.* Interciencia Brasil. 602pp.
- **Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)** (2010). Anuario Estadístico de la República Argentina 2010. Bs. As. <http://www.indec.mecon.ar/> (consultado: febrero, 2015)
- **Jordan, C.F.** (1998). *Working with Nature: Resource Management for Sustainability.* Ed. Harwood Academic. The Netherlands. 171pp.
- **Lamas, M.L.** (2016) Análisis Tempo Espacial del Agua y Sedimentos del Embalse General Belgrano (Salta, Argentina). Tesis doctoral, Ed. Universidad Nacional de Salta, 164pp.
- **Martínez, R.G y Fernández Castro, A.** (2010) Metodología y estimación del índice de producción industrial de Salta. Un aporte a la cuantificación de los objetivos de desarrollo del milenio. CEPAL. Colección documentos de proyectos. Naciones Unidas. Bs. As. 56pp.
- **Ramírez, L y Pértile, C.V.** (2013). Cambio de uso de suelo y tendencias de la expansión urbana entre 1990 y 2030 en Juan José Castelli y Villa Ángela, Chaco, Argentina. *GESIG*, n°5(1) Artículos. Luján: 194-216. <http://www.gesig-proeg.com.ar> (consultado: diciembre,2013)
- **Salusso, M.M.** (2010). Caracterización limnológica de una cuenca subtropical árida del noroeste argentino. Ed. Académica Española. 126pp.