

Análisis hidrobiológico de 18 arroyos de la región pampeana

Carolina VILCHES^{a,b,c*}, María Luz PADULLES^{a,b,c}, Marina TAGLIAFERRO^{b,d}, Carolina RODRIGUEZ CASTRO^{a,b,c}, Ana TORREMORELL^{a,b,c}, Claudia FEIJOO^{a,b,c}, Eduardo Zunino^{a,b} y Adonis GIORGI^{a,b,c}

^aInstituto de Ecología y Desarrollo Sustentable, (INEDES), CONICET-UNLu

^b CONICET

^c Departamento de Cs. Básicas, Universidad Nacional de Luján

^dInstituto de Diversidad y Ecología Animal IDEA (CONICET- UNC).

*E-mail: carolina_vilches@hotmail.com

Eje temático: Estructura y Dinámica de ecosistemas acuáticos

Resumen

Los arroyos pampeanos se caracterizan por la baja velocidad de corriente y una alta irradiancia lo que permite el desarrollo de comunidades de macrófitas y de algas. El objetivo de este estudio fue analizar las características hidrobiológicas de arroyos pampeanos relacionando sus características fisicoquímicas con la biomasa de microalgas y la cobertura de macrófitas. Para ello se realizaron muestreos (invierno 2017, verano 2018) en 18 arroyos siguiendo una transecta latitudinal. Se midieron parámetros hidrológicos (ancho, profundidad, velocidad y caudal) y fisicoquímicos (Temperatura, pH, Oxígeno disuelto, saturación del oxígeno y conductividad). Se estimaron las concentraciones de nutrientes del agua (fósforos, amonio, nitritos y nitratos). Además se estimó la concentración del material particulado en suspensión, su porcentaje de materia orgánica, el carbono orgánico disuelto y la materia orgánica presente en los sedimentos. Se estimó la biomasa de microalgas como la concentración de clorofila-a presente en el plancton, epifiton y epipelon. También, se estimó la cobertura del tramo por macrófitas y la correspondiente a los diferentes tipos biológicos (flotantes, sumergidas, emergentes y macroalgas). El uso de los campos aledaños a los arroyos analizados fue preponderantemente ganadero extensivo aunque algunos eran agrícolas o mixtos. Los arroyos muestreados se caracterizaron por aguas alcalinas, conductividades altas y buenos niveles de oxígeno disuelto. Los niveles de nutrientes fueron relativamente altos pero disminuyeron en verano. La biomasa de las microalgas se correlacionó negativamente con los fosforos y los nitratos y positivamente con el pH, la temperatura del agua y la concentración de nitritos. Esta relación dependería de la producción de las comunidades. La cobertura de macrófitas disminuiría el desarrollo del epipelon mientras que las macroalgas aparecen en verano y aumentan el porcentaje de tramo cubierto. Aunque los tramos fueron seleccionados siguiendo una transecta latitudinal no se detectaron cambios de norte a sur.

Palabras clave: Arroyos pampeanos; nutrientes; macrófitas; clorofila

1. Introducción

Los arroyos pampeanos están situados en la parte central de Argentina, se caracterizan por la baja velocidad de corriente y carecen de una zona ribereña boscosa, lo que determina una alta irradiancia. Estas condiciones permiten el desarrollo de comunidades de macrófitas y de algas (Vilches y Giorgi, 2010). La heterogeneidad del hábitat es el resultado de la vegetación sumergida que juega un papel importante en la estructuración de las comunidades biológicas (Giorgi *et al.*, 2005). Se han reportado altas concentraciones de nutrientes para estos arroyos incluso en sitios con baja o moderada ganadería y agricultura (Feijóo *et al.*, 1999).

Existen algunos estudios regionales que caracterizan los arroyos pampeanos. Feijóo *et al.* (1999) caracterizaron 20 arroyos de una cuenca utilizando características físicas, químicas y microbiológicas del agua, mientras que Bauer *et al.* (2002) establecieron el estado ecológico de nueve arroyos y ríos considerando comunidades de diatomeas y macroinvertebrados y Mugni *et al.* (2005) determinaron las concentraciones de fósforo y nitrógeno en agua y analizaron su dinámica en cuatro arroyos de la zona productora de soja de la provincia de Buenos Aires. Finalmente, Feijoo y Lombardo (2007) estudiaron 40 arroyos de la provincia de Buenos Aires observando que las comunidades de plantas acuáticas reflejan el estado eutrófico de las aguas donde los niveles de nutrientes están relacionados con la litología original en el caso del fósforo y con el uso del suelo en el caso del nitrógeno.

El objetivo de este estudio fue analizar las características hidrobiológicas de 18 arroyos pampeanos relacionando las variables fisicoquímicas de cada uno de ellos con la biomasa de microalgas y la cobertura de macrófitas presentes.

2. Materiales y Métodos

Para el estudio se seleccionaron tramos homogéneos de al menos 100 m en 18 arroyos de la región pampeana (Figura 1) siguiendo una transecta latitudinal. Estos arroyos son de primer y segundo orden. Se realizaron dos muestreos en estaciones climáticas contrastantes (invierno 2017 y verano 2018).



Figura 1. Ubicación de los 18 arroyos estudiados. Google Earth 9.172

En una transecta perpendicular al arroyo se midió: el ancho mojado y la profundidad cada 20 cm para definir el área transversal del tramo. La velocidad de la corriente media se estimó con un velocímetro Schiltknecht MiniAir20. Se calculó el caudal del tramo por el método de velocidad-área (Gordon *et al.* 2004). Los parámetros fisicoquímicos (Temperatura, pH,

Oxígeno disuelto, porcentaje de saturación del oxígeno y conductividad) se midieron *in situ* con una sonda multiparamétrica (Thermo Orion Star A329).

Se estimaron las concentraciones de nutrientes del agua (fósforo reactivo soluble, amonio, nitritos y nitratos) de acuerdo a APHA (2005). Además se estimó la concentración del material particulado en suspensión por secado, su porcentaje de materia orgánica por diferencia luego del muflado y el carbono orgánico disuelto (COD) mediante el método de combustión a alta temperatura. De igual modo, se estimó la concentración de materia orgánica presente en los sedimentos con muestra extraída con core, secada a 60°C hasta peso constante y muflada a 480 °C por 4 horas (APHA, 2005).

Se estimó la biomasa de las microalgas como la concentración de clorofila a (Aminot, 1983) presente en el plancton (un litro de agua filtrada por filtro tipo Whatman GF/F), epifiton (porción de 10 cm de vástago de macrófita sonicada) y epipelon (sacabocados de 0.314 cm²). Además, se estimó la proporción de cobertura total por macrófitas y la cobertura por diferentes tipos biológicos de macrófitas (flotantes, sumergidas, emergentes y macroalgas) por el método línea-intersección para mapear la distribución de macrófitas en el tramo de estudio a lo largo de veinte transectas equidistantes espaciados cada 5 m a lo largo de un tramo de 100 m (Vilches y Giorgi, 2010).

Se realizaron correlaciones mediante el programa estadístico InfoStat y la normalidad de las variables se puso a prueba usando el test de Kolmogorov-Smirnov y se transformaron cuando fue necesario.

3. Resultados y Discusión

El uso de los campos aledaños a los arroyos analizados fue preponderantemente ganadero extensivo aunque algunos tenían cultivos o una mezcla de uso agrícola y ganadero. Los parámetros fisicoquímicos de los 18 arroyos estudiados se presentan de acuerdo a su uso en la Tabla I. Aunque los tramos fueron seleccionados siguiendo una transecta latitudinal no se detectó ningún gradiente de cambio claro en los parámetros estudiados. Los arroyos tienen en general bajos caudales (Feijoó y Lombardo, 2007; Vilches y Giorgi, 2010). En este estudio observamos que estos bajos caudales fueron aún más bajos en verano donde incluso el arroyo El Pila se secó totalmente. Los arroyos muestreados se caracterizaron por aguas alcalinas, conductividades altas y buenos niveles de oxígeno disueltos salvo los arroyos Todos los Santos y Venado que mostraron déficit de oxígeno en sus aguas en el verano (ambos muy afectados por alta densidad de ganado). Los niveles de fósforo reactivo soluble (PRS) fueron relativamente altos pero disminuyeron en verano. El nitrógeno se comporta de forma similar como amonio o nitratos aunque las concentraciones de nitritos aumentan en verano. La materia orgánica tanto disuelta como particulada o en los sedimentos no muestra estacionalidad.

Uso		Ganadero	Agrícola	Mixto
Caudal (L/s)	I	5.05-372.4	192.1-1144	12.8-107.7
	V	0.0-276.5	69.3-861.1	22.9-32.1
pH	I	7.3-8.5	7.4-8.2	7.7-7.7
	V	7.7-9.1	7.6-8.5	7.5-8.7
OD (mg/L)	I	8.8-12.3	8.2-10.1	7.4-11.1
	V	1.9-13.6	8.4-14.9	7.3-7.6
% saturación OD	I	89.5-122.7	87.7-99.5	84.5-96.8
	V	23.1-196.4	110.8-193.6	84.9-92.7
Conductividad (µS/cm)	I	258-2219	2314-11,3	842-1566
	V	727-2450	852-3964	858-1303
Temperatura (°C)	I	9.8-16.9	13.5-17.9	8.2-18.9
	V	19.1-36.8	21.1-27.4	20-22.9
PRS (P-PO ₄ ⁻³ mg/L)	I	0.054-0.49	0.13-0.60	0.03-0.39
	V	0.005-0.23	0.005-0.376	0.19-0.46
Amonio (N-NH ₄ ⁺ µg/L)	I	0.0-756	13.9-97	12.4-28.5
	V	0.0-94.2	0.0-27.1	0.0-86.3
Nitritos (N-NO ₂ ⁻ mg/L)	I	7.04-291.8	22.08-151.7	17.5-57.8
	V	8.6-959.8	45.6-1590	33.2-117.6
Nitratos (N-NO ₃ ⁻ mg/L)	I	0.5-8.3	0.9-7.2	0.6-2.2
	V	0.0-3.6	0.08-2.3	0.06-1.5
DOC (mg/L)	I	9.6-56.5	8.2-23.4	8.5-15.9
	V	7.6-100.7	8.1-13.7	11.8-20
MPS (g/L)	I	0.004-0.09	0.003-0.14	0.05-0.06
	V	0.006-0.16	0.005-0.97	0.03-0.28
% MO	I	6.2-98.0	4.08-70.3	16.9-22.8
	V	6.9-64.4	3.8-50.7	15.9-24.0
MO de sedimento (g/m ²)	I	197-4313	230-2457	1178-2333
	V	449-3905	496-9779	1858-6781

Tabla I. Rangos de los parámetros fisicoquímicos de los 18 arroyos estudiados agrupados por uso de suelo

La biomasa de las microalgas se presenta como concentración de clorofila a en la Tabla II junto al total del tramo cubierto por macrófitas.

Arroyo	Fitoplancton (mg/L)		Epifiton (mg/m ²)		Epipelon (mg/m ²)		Macrófitas %	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Vagues	0.21±0.03	3.76±0.60	1.1±0.5	18.3±8.5	10.1±13.6	58.1±23.8	10.5	21.0
TodosLosSantos	0.38±0.00	7.87±4.00	29.0±41.8	3.6±4.2	15.3±5.5	35.7±14.7	33.1	66.3
Pergamino	1.30±1.40	9.84±0.90	0.5±0.3	71.8±83.4	32.5±28.5	64.3±55.5	7.7	17.3
Choza	0.50±0.39	3.18±0.00	8.7±8.2	32.0±47.1	152.6±53.4	305±224	4.2	5.0
La verde	9.59±1.90	5.36±1.70	7.6±5.6	49.2±35.1	218.0±142.7	223±132	0.9	4.1
Helves	1.49±0.20	2.43±0.70	7.2±1.7	52.0±22.7	153.8±91.6	95.8±59.4	14.5	18.3
El cresco	0.50±0.10	0.75±0.19	0.8±0.1	81.0±69.1	56.7±55.4	57.2±29.4	39.0	82.0
Baker	0.25±0.10	1.87±0.40	6.1±5.5	19.8±6.7	16.7±1.6	18.7±2.2	39.2	24.5
Cortaderas	3.20±1.40	7.70±2.90	0.5±0.1	26.4±23.9	5.7±5.3	25.79±21.3	15.9	25.7
Langueyú	1.25±0.40	2.74±0.40	3.7±1.8	45.1±20.3	10.3±1.2	68.3±34.2	61.0	83.4
Nieves	1.37±0.40	136±4.30	3.4±1.2	52.9±38.5	48.6±41.2	61.2±35.1	35.6	36.6
TiempoPerdido	14.47±2.90	319±54.40	4.3±5.3	0.1±0.0	16.3±12.9	41.1±32.5	14.3	0.0
Mosso	0.50±0.20	0.25±0.00	2.5±0.5	5.4±7.0	7.5±7.0	5.5±2.1	25.1	13.5
Cipion	1.56±0.70	2.49±1.60	14.9±6.0	49.4±39.6	107.5±80.8	16.9±7.1	34.7	37.8
Laprida	3.65±1.50	2.14±0.70	3.2±2.8	194.5±286	72.2±97.8	16.1±6.1	3.6	3.1
Cañada Gomez	0.80±0.10	1.65±0.24	0.7±0.3	114.8±72.2	43.4±18.5	58.5±13.5	11.4	60.4

El Pila	49.30±33.40		4.6±1.9		97.6±39.3		9.6	
Venado	1.430±0.30	9.16±4.00	0.3±0.2	7.2±4.9	60.1±27.9	17.5±12.1	35.9	85.0

Tabla II. Biomasa, estimada como clorofila-a de las tres comunidades algales principales y porcentaje de cobertura de macrófitas

La cobertura de macrófitas impide que la luz solar alcance los sedimentos y se desarrolle el epipelón obteniéndose entonces una correlación negativa entre la clorofila del epipelón y la cobertura de macrófitas (-0.41 $p < 0.05$). Las macroalgas aparecen en verano y aumentan el porcentaje de tramo cubierto. La biomasa de las microalgas se correlacionó negativamente con el fósforo (-0.24) y los nitratos (-0.33) y positivamente con el pH (0.47), la temperatura del agua (0.60) y la concentración de nitritos (0.46). La cobertura de macrófitas presentó correlaciones significativas con el pH (0.42), y los fosfatos (-0.26) mientras que las macrófitas emergentes con el caudal (-0.53).

4. Conclusiones

Las relaciones halladas entre los parámetros fisicoquímicos y la biomasa de microalgas o la cobertura de macrófitas dependería de la producción de estas comunidades. Mientras que la cobertura de macrófitas disminuye el desarrollo del epipelón. Las macroalgas aparecen en verano y aumentan el porcentaje de tramo cubierto. Aunque los tramos fueron seleccionados siguiendo una transecta latitudinal no se detectó un gradiente de cambio hidrobiológico de norte a sur. Aparentemente las condiciones intrínsecas de cada arroyo son más importantes que los gradientes ambientales.

Agradecimientos: Financiamiento PICT 2014-1017 y PICT 2014-2450

Referencias bibliográficas

- A.P.H.A. 2005. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. American Public Health Association, Washington.
- Aminot, A. 1983. Dosage de la chlorophylle et des phéopigment par spectrophotométric. En: Aminot, A y M Chansspied (eds.). *Manual des analyses chimiques en Milieu marin Centre National pour L'Exploitation des Océans*, Brest. 177-189
- Bauer, D, Donadelli, T, Gómez, N, Licursi, M, Ocón, L, Paggi, A, Rodríguez Capítulo, A, Tangorra, M. 2002. Ecological status of the Pampean plain streams and rivers (Argentina). *Ver. Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 28, 259-262.
- Feijoó, C, Giorgi, A, García, ME, Momo, F. 1999. Temporal and spatial variability in streams of a pampean basin. *Hydrobiologia* 394, 41-52.
- Feijoó, C, Lombardo, R. 2007. Baseline water quality and macrophyte assemblages in Pampean streams: A regional approach. *Water Research* 41:1399-1410
- Giorgi, A, Feijoó, C, Tell, G. 2005. Primary producers in a Pampean stream: Temporal variation and structuring role. *Biodiversity and Conservation* 14, 1699-1718
- Gordon N, McMahon T, Finlayson B, Gippel C, Nathan R. 2004. *Stream hydrology, an introduction for ecologists*. Chichester: Wiley.
- Mugni, H, Jergentz, S, Schulz, R, Maine, A, Bonetto, C. 2005. Phosphate and nitrogen compounds in streams of Pampean Plain areas under intensive cultivation (Buenos Aires, Argentina). En: Serrano, L, Golterman, H (Eds.). *Phosphates in Sediments*. Backhuys Publishers. The Netherlands. pp. 163-170
- Vilches C, Giorgi A. 2010. Metabolism in a macrophyte-rich stream exposed to flooding. *Hydrobiologia*. 654:57-6