



NIVELES DE METALES TRAZA EN INVERTEBRADOS COLECTADOS EN EL RÍO NEGRO

Abrameto M¹²., Barrio D¹³., Banzato L¹., Fellenz, N¹. Gibeli T¹²., Molina L¹.

¹Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica, Garrone 181 (8500) Viedma.

²Universidad Nacional del Comahue, CURZA, Ayacucho y Esandi (8500) Viedma.

³CONICET, Garrone 181 (8500) Viedma

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue evaluar el aporte en Cd, Cu y Zn, en sedimentos y bivalvos, *Corbicula Fluminea*, por las actividades agrícolas desarrolladas en el valle inferior del río Negro y desagües cloacales de la zona.

La zona seleccionada para el estudio se extiende de Oeste a Este siguiendo la margen derecha del río Negro desde la ciudad de Conesa hasta su desembocadura en el Océano Atlántico. Los tejidos de cuerpos completos de los organismos fueron digeridos con ácido nítrico concentrado [1] y los sedimentos por mezcla nítrico clorhídrico.

Las concentraciones de los metales en los sedimentos estuvieron en el rango de: 17,1-50,1 µg/g PS Zn; 6,4-37,5 µg/g PS Cu; ND-8,3 µg/g PS Cd.

En los bivalvos se registró bio acumulación de Cd, que estuvo en el rango de 0,07-0,13 µg/g (PF). Para los elementos esenciales fue de 18,5-29,2 µg/g PF para Zn; 2,8-7,2 µg/g PF para Cu. En los cangrejos el rango para Cu fue de 20,3 a 30,8 µg/g PF y para Zn 5,3 a 18,9 µg/g PF, registrando los ejemplares de La Paloma los mayores niveles. En las estaciones Drenajes de IDEVI, La Paloma y Estuario se registró ausencia de bivalvos colectándose cangrejos del género *Cyrtograpsus* y *Neohelice Granulata* respectivamente. Los ejemplares de *Corbicula* colectados en Zanjón de Oyuela registraron mayor acumulación de Cd y Zn ($p < 0,05$) que podría atribuirse a una más alta tasa metabólica asociada a la edad de los mismos (adultos jóvenes). Los niveles de Zn y Cu en éstos organismos mostraron una correlación negativa con los medidos en los sedimentos, $p < 0,0001$. Esta respuesta es inferior si se la compara a organismos recolectados en otros ríos del país ubicados en zonas industrializadas. A futuro, es necesario continuar trabajando con objeto de establecer la relación causal entre contaminante y respuesta observada.

INTRODUCCION

Los sistemas de agua dulce han sido empleados desde la antigüedad como fuente de recursos. Las actividades urbanas, petrolíferas, mineras, agronómicas, entre otras, emplean estos ecosistemas como vía para la eliminación de sus residuos, producen cambios no solo en la calidad de las aguas sino también en la estructura y funcionamiento de las comunidades biológicas que albergan los ríos. Una de las comunidades que responde a estas perturbaciones es la de macro invertebrados bentónicos, invertebrados visibles a simple vista que habitan el lecho fluvial. Hasta la fecha son muy pocos los estudios en el valle Inferior y estuario del río Negro [2], concentrándose la mayoría de los trabajos en sedimentos superficiales de los Valles Alto y Medio, hasta Conesa [3], [4].

C Fluminea es una especie de bivalvo que sobrevive en ambientes de agua dulce y salobre. En Argentina se halla ampliamente distribuida en el norte y sur de la provincia de Buenos Aires (costa del Río de la Plata, arroyos afluentes, Laguna Chascomús, canales de riego y drenaje del partido de Villarino [5], y en los ríos patagónicos Colorado y Negro [6 y 7].

El propósito de este trabajo fue evaluar la influencia del aporte metálico a los sedimentos de fondo del río Negro proveniente de las actividades agrícolas en el valle inferior y desagües cloacales de la zona, y emplear *C fluminea* para investigar la distribución de los elementos traza biodisponibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio: la zona seleccionada para el estudio se extiende de O. a E. a lo largo del valle inferior del río Negro sobre la margen derecha, desde la ciudad de Conesa hasta su desembocadura en el Océano Atlántico. Los sitios para la recolección de muestras se



indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Ubicación de los sitios de recolección de muestras.

Sitio	Latitud S	Longitud O
Conesa	40° 06'00	64° 25' 60
Guardia Mitre	40°25'60	63° 40'60
Drenajes IDEVI	40°48'00	63°05'00
Balneario Viedma	40°49'00	62° 58'23
* Isla La Paloma Costa Patagones (MI)	-	-
Estuario Marítimo	41°03'00	62° 48' 10

*Ambas estaciones ubicada a 15 km de Viedma, y a la misma distancia del estuario, no se disponen las coordenadas geográficas. MI: margen izquierda

La costa de Patagones (a la altura de la Isla La Paloma) fue el único sitio en el que se colectaron muestras sobre la margen izquierda del río, debido a la posible influencia de las descargas cloacales correspondientes a dicha localidad.

Muestreo y Procedimientos analíticos: utilizando una embarcación (gomón semirrígido con motor fuera de borda) provista por Prefectura Naval Argentina, se colectaron en cada estación de muestreo 500 ml de sedimento superficial (capa superior de 0 a 5 cm) conservados en heladera (5°C) hasta su procesamiento. Posteriormente fueron secados 105°C por 24 h, y tamizados por malla de 2 mm para eliminación de materiales gruesos. La recolección de macroinvertebrados bentónicos se realizó de forma manual. Se obtuvieron los datos morfométricos con calibre digital y se llevaron a freezer para su conservación hasta su posterior procesamiento en el laboratorio.

Análisis de metales totales: A partir de 1 g de sedimento seco se llevó a cabo la digestión nítrica clorhídrica en plancha calefactora (USEPA 3050). Para el análisis en organismos, a partir de un pool de tejidos blandos de un número entre dos a seis ejemplares (del mismo rango de tamaños) se obtuvo un homogenato. Los tejidos homogenizados de cada muestra fueron digeridos con ácido nítrico concentrado [1]. Las soluciones de los sedimentos fueron diluidos a 50 ml y a 10 ml las de los organismos. El material de vidrio fue cuidadosamente lavado, se utilizaron soluciones certificadas Merck^R para construir las curvas de calibración y Sigma Aldrich para las digestiones ácidas. Con cada conjunto de muestras se digirió un blanco de reactivos. Las determinaciones de Cu y Zn se realizaron por espectrofotometría de AA de llama y de Horno Grafito para Cd (Unicam 969-502155-v5.66). Los límites de detección obtenidos fueron: Cd 0,1 $\mu\text{g ml}^{-1}$, Cu 0,02 $\mu\text{g ml}^{-1}$ Zn 0,01 $\mu\text{g ml}^{-1}$. El número de réplicas en todos los casos fue n=5.

Análisis estadístico: el diseño experimental fue completamente aleatorizado. Para determinar si la concentración de los metales acumulada por los organismos se encuentra significativamente relacionada a la concentración del metal en los sedimentos, los resultados se analizaron por ANOVA, Test de Tukey y análisis de regresión lineal.

RESULTADOS

Sedimentos:

Los resultados de los metales medidos se muestran en la Tabla 3. Los niveles de Cd, Cu y Zn presentaron diferencias que fueron significativas entre sitios ($p < 0,0001$). Los niveles de Cu en los sedimentos incrementan en los sitios de las principales descargas agrícolas de la zona, y aguas abajo de la ciudad de Viedma y Patagones, en el estuario. Los niveles de Zn fueron más homogéneos, registrándose los más altos en dren Idevi y los más bajos en Zanjón de Oyuela. La Paloma y Conesa presentan las concentraciones de Cd más altas, mientras que no hubo detección del elemento en el Estuario y dren Idevi.

Organismos

Los organismos dulce-acuícolas recolectados en las estaciones pertenecen a la especie invasora Fam. *Corbiculidae*, *Corbicula fluminea* (*Almeja asiática*). Del análisis morfométrico se verificó la población de adultos jóvenes en Zanjón de Oyuela (largo promedio 10,97 mm, alto 8,34 y ancho 12,14 mm) y la alta tasa de supervivencia de adultos de mayor edad en las



restantes estaciones, encontrándose los de mayor tamaño en el Balneario de Viedma (largo promedio 21,93, alto 15,34 y ancho 22,84 mm) [8].

Tabla 3. Concentraciones medias en sedimentos, por sitio, para los metales analizados ($\mu\text{g g}^{-1}$ PS)

Sitios	Cd	Zn	Cu
Conesa	8,26 ^c	47,47 ^c	9,26 ^a
Zanjón Oyuela	2,35 ^b	17,07 ^a	6,36 ^a
Dren Idevi	ND ^a	50,13 ^c	33,65 ^b
Balneario	0,93 ^{ab}	29,83 ^{ab}	6,17 ^a
La paloma	7,09 ^c	48,87 ^c	6,91 ^a
Patagones (MI)	ND ^a	27,82 ^{ab}	37,45 ^b
Estuario	ND ^a	42,51 ^{bc}	37,50
Nivel guía en sedimentos	0,6	123	35,5

Tukey Test: medias con una letra en común no son significativas $p \leq 0,05$. MI: margen izquierda

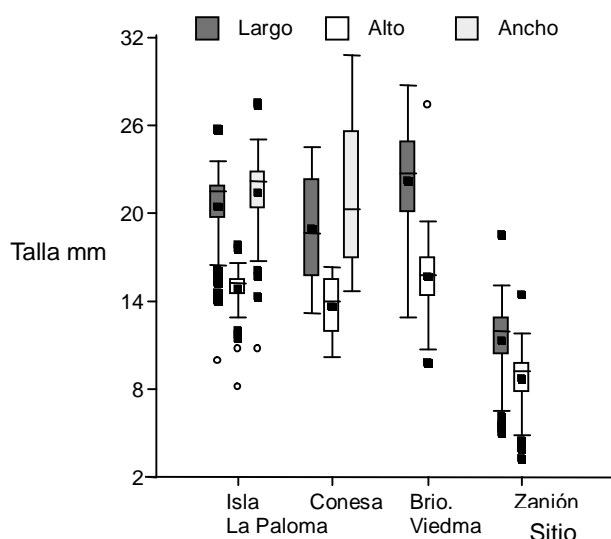


Figura 2 Análisis morfométrico en ejemplares de *Corbicula fluminea* en Valle Inferior del río Negro (n: 175 Balneario; 167 Zanjón de Oyuela; 57 La Paloma y 26 Conesa),

En Conesa, la mayor dispersión de las longitudes medidas en los tres parámetros analizados probablemente se asocia al menor número de ejemplares recolectados (Figura 2). En las estaciones Dren y Estuario se registró ausencia de *C. fluminea*, recolectándose en éstas estaciones organismos del género *Cyrtograpsus*, y *Neohelice granulata*, respectivamente. Los resultados de los metales analizados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Concentraciones medias de Cd, Zn y Cu en homogenato de cuerpo completo de los organismos ($\mu\text{g g}^{-1}$ PF, n: 5)

Organismo	Sitios	Cd	Zn	Cu
<i>Cyrtograpsus</i>	Dren IDEVI	ND	5,3 ^a	30,8 ^a
<i>N. granulata</i>	Isla LP	ND	9,2 ^a	29,4 ^a
	Estuario	ND	18,9 ^b	20,3 ^a
<i>C. fluminea</i>	Isla LP	0,08 ^{ab}	18,5 ^a	2,8 ^a
	Conesa	0,11 ^{ab}	19,1 ^{ab}	4,3 ^{ab}
	Balneario	0,07 ^a	23,9 ^{bc}	7,2 ^{ab}
	Z Oyuela	0,13 ^b	29,2 ^c	5,8 ^b

Tukey Test: medias con una letra en común no son significativas $p \leq 0,05$

El 71% de la variabilidad de la acumulación de Zn en *Corbicula fluminea* fue explicado por la ecuación de regresión $y = -0.27x + 32.35$ ($p < 0.0001$) mientras que un 52% de la variabilidad de los datos de Cu fueron explicados por la ecuación de regresión $y = -0.87x + 11.32$ ($p < 0.0001$.) La respuesta del indicador está negativamente asociada a la magnitud de la variable medida en sedimentos, tanto para Zn ($r = -0,84$) como para el Cu ($r = -0,72$), mostrando un decrecimiento del elemento esencial. El mismo análisis no explica los resultados obtenidos en Cd, probablemente otros factores distintos de la variable medida serían los causantes de la variación en la respuesta ($r = 0,11$; $R^2 = 1\%$).

DISCUSIÓN



Los sedimentos constituyen una mejor herramienta para realizar una evaluación comparativa de la magnitud del impacto antrópico, por no sufrir cambios temporales y espaciales tan bruscos, como puede ocurrir por ejemplo con el MPS, modificado por entrada de agua, eventos climáticos, etc.

Los niveles traza de los metales en sedimentos del valle inferior del río Negro son comparables a los medidos en otros ríos y estuarios del mundo que drenan zonas urbanizadas. Los más altos niveles Zn en sedimentos se registraron en los sitios que corresponden a las principales descargas: Conesa y La Paloma (cloacales) y dren Idevi (agrícolas) comparables a los niveles informados en los ríos de la Plata, New River (USA), e inferiores a los niveles reportados en el estuario Saint Lawrence (Canadá), Brisbane river, ó Mississippi Bight [9]. Los niveles de Cu determinados en las estaciones Dren Idevi, Patagones y Estuario duplican a los detectados en sedimentos de los ríos Paraná y de la Plata [10]. Se presume provienen no solo como producto de las actividades agrícolas del valle inferior sino que se incorporan (por vía atmosférica y/o hídrica) desde el material en suspensión.

En sedimentos superficiales del valle inferior del río Negro las concentraciones de Cd y Cu superan los valores guía sugerido para calidad de sedimentos según normas de distintos países [11]; [12]. Sin embargo, los organismos presentaron niveles muy inferiores respecto a ejemplares recolectados en la cuenca del Plata. Los niveles más altos para los metales analizados se encontraron en ejemplares juveniles de *C. fluminea* recolectados en Zanjón de Oyuela, mostrando una mayor tasa de absorción probablemente relacionada a la edad de los organismos. En las restantes estaciones se observaron dos efectos: a) baja sobrevivencia de ejemplares juveniles, probablemente a causa del nivel de contaminantes en los sedimentos, [13] b) una menor bioacumulación de los contaminantes, que pudo deberse a procesos de detoxificación por parte de los organismos ó a disminución de la biodisponibilidad por características fisicoquímicas del agua.

REFERENCIAS

- [1] Verrengua Guerrero, N. and Kesten E. Levels (1993). Levels of heavy metals in biota from the La Plata River. *Environmental Toxicology and water Quality*. (8):335-344.
- [2] Pucci, A. E., Hoffmeyer M.S., Freije H., Barria M.S. Popovich C., Rusansky C. & Asteasuain R. (1996). Características de las aguas y del plankton en un sector del estuario del río negro (República Argentina). *Pollution Processes in coastal environments*. Ed. Jorge Marcovechio. 146-148.
- [3] Abramento M., Gil, M.I., Freije, R.H.;(2000). "Fe, Mn, Ni and Cd Geochemical Partitioning in Sediments from the Negro River, Argentina". *International Conference on Heavy metals in the Environment August 2000*. Ann Arbor, Michigan, USA. *Rivers and Estuaries, Session III-29* (Contribution Number: 1391). [WWW] Disponible desde: www.cprm.gov.br/pgagem/Manuscripts/abrametom
- [4] Gaiero, D.M; Probst, J.L; Depetris, P.J.; Lelyter, L.; Kempe, S. (2002). Riverine transfer of heavy metals from Patagonia to the southwestern Atlantic Ocean. *Regional Environmental Change*, vol. 3 (n° 1-3). pp. 51-64.
- [5] Martín PL. y Estebenet. AL. 2002. Spread of the Asiatic Clam *Corbicula fluminea* in Southern Pampas and Northern Patagonia, Argentina. *Journal of Freshwater Ecology*, 17(2): 331-333
- [6] Cazzaniga, N. J. (1997). Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, reaching Patagonia (Argentina). *Journal of Freshwater Ecology* 12(4): 629-630.
- [7] Cazzaniga, N. J. & Pérez, C. (1999). Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, in Northwestern Patagonia (Argentina). *Journal of Freshwater Ecology* 14 (4): 551-552.
- [8] R.Souza, C. Antunes L. Guilhermino 2008 Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview .*Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 2008, 44 (2), 85-94
- [9] Bilos, C., Colombo, J., Rodriguez Presa, M.J. (1998). Trace metals in suspended particles, sediments and Asiatic clams (*Corbicula Fluminea*) of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Environmental Pollution*, (99): 1-11.
- [10] Villar, C.; Stripeikis, J.; Tudino, M.; d'Huicque, L.; Troccoli, O. y C. Bonetto (1999). Trace metal concentrations in coastal marshes of the Lower Paraná River and the Río de la Plata Estuary. *Hydrobiologia*. 397: 187-195.
- [11] CCME, 2012. Disponible desde: http://www.ccme.ca/publications/ceqg_rcqe.html [Acceso 21/03/2012]
- [12] EPA 2012 Disponible desde: <http://water.epa.gov/drink/contaminants/index.cfm#List> [Acceso 21/03/2012]
- [13] Chapman P.M., R.C. Barrick, J.M. Neff, and R.C. Swartz. 1987. Four independent approaches to developing sediment quality criteria yield similar values for model contaminants. *Environ. Toxicol. Chem.* 6:723-725.