



BIOMONITOREO PARA LA EVALUACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA BAJO IMPACTO ANTRÓPICO

BIOMONITORING TO ASSESS HEAVY METALS IN SEDIMENTS UNDER ANTHROPOGENIC IMPACTS IN THE BAHÍA BLANCA ESTUARY

Truchet, Daniela M.^{1,2}; Buzzi, Natalia S.^{1,2}; Simonetti, Pía¹, Villagrán, Diana M.; Arduzzo, Maiálen G.¹; García, Fabián E.¹; Marcovecchio, Jorge E.^{1,3,4}.

¹ Área de Oceanografía Química, Instituto Argentino de Oceanografía (IADO), Universidad Nacional del Sur (UNS) - CONICET; ² Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur (UNS); ³ Universidad FASTA, Mar del Plata; ⁴ Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Regional Bahía Blanca

dmtruchet@iado-conicet.gob.ar

Resumen

Los organismos bentónicos son útiles como herramientas de biomonitoreo ya que presentan una exposición prolongada a sedimentos, indicando cambios históricos en las concentraciones de contaminantes en el ambiente. Sin embargo, en el Estuario de Bahía Blanca, estos estudios son incipientes. El objetivo del estudio fue evaluar la concentración de metales pesados en sedimentos y en hepatopáncreas de *Neohelice granulata* en sedimentos del Estuario de Bahía Blanca bajo impacto antrópico. Se tomaron sedimentos y ejemplares machos de 2 sitios con distinto impacto. El material se procesó bajo protocolos estandarizados para la determinación de metales pesados con ICP-OES. Los resultados indicaron una mayor concentración en cangrejos y sedimentos en el sitio 2. Los índices morfológicos, de bioacumulación y la mayoría de los índices en sedimentos fueron superiores en 2. Sin embargo, ninguno de estos valores indicó niveles importantes de contaminación metálica. El estudio de sedimentos complementado con organismos bentónicos enriquece los trabajos relacionados a contaminación por metales pesados.

Palabras clave: metales pesados, biomonitoreo, sedimentos estuariales, índices de calidad.

Introducción

La contaminación marina es una preocupación entre los gestores ambientales. Varios estudios señalan la presencia de diversos contaminantes como amenazadas para la biota marina tales como metales pesados, derrames de petróleo, pesticidas, aguas cloacales sin tratar, enriquecimiento de nutrientes con la consecuente eutrofización y los llamados contaminantes emergentes como los plásticos y aquellos provenientes de la industria farmacéutica y del nano (Marcovecchio et al. 2008). El inicio de las redes tróficas como los invertebrados bentónicos ofrece información interesante para los gestores ambientales, ya que por sus características ecológicas son buenos biomonitores. De acuerdo a Rainbow (1997), los invertebrados bentónicos pueden ser utilizados para establecer variaciones espaciales y/o temporales en la biodisponibilidad de metales pesados en los ecosistemas marinos, ofreciendo mediciones temporales de la carga metálica del ambiente con relevancia ecotoxicológica. Así, estos organismos poseen un rol invaluable para evaluar la biodisponibilidad de sustancias tóxicas y complementan las mediciones físico-químicas en agua y sedimentos. En Argentina, *Neohelice granulata* ha sido utilizado como especie bioindicadora de la contaminación por metales pesados en ambientes estuariales como laguna Mar Chiquita y el Estuario de Bahía Blanca (Beltrame et al. 2009, 2010, Simonetti et al. 2018). Sin embargo, en este último caso, aún no se conoce la concentración de metales pesados en órgano de interés ecotoxicológico como el hepatopáncreas y su relación integral con los sedimentos. De esta manera, el objetivo del presente estudio fue evaluar la concentración de metales pesados en sedimentos y en hepatopáncreas de *Neohelice granulata* en distintos humedales del Estuario de Bahía Blanca bajo impacto antrópico.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El Estuario de Bahía Blanca (EBB) es un humedal localizado en el SO bonaerense que posee un clima templado perteneciente a la ecorregión patagónica. Este espacio ocupa un área de 3000 km² en la costa patagónica del Mar Atlántico, siendo sólo superado por el del Plata. Posee una gran actividad portuaria en el cual se hallan 4 de los puertos más importantes de Argentina y uno de los mayores polos petroquímicos con diferentes industrias que arrojan sus residuos al estuario (algunos pre-tratados o no). Por otro lado, el extenso crecimiento industrial y poblacional en las localidades costeras, ha producido un aumento en los residuos y desechos cloacales provenientes de los poblados, que no son tratados y son arrojados al estuario. Este estudio fue realizado en 2 sitios con distinto grado de impacto antrópico: Pto. Cuatrerros (S1) y Pto. Rosales (S2). S1 está ubicado en la zona interna, funciona como un muelle de pesca artesanal y deportiva y ha sido dragado hace años como parte de un emprendimiento portuario abandonado. S2 también es un muelle pesquero ubicado en la zona media/externa y se encuentra en las proximidades de la desembocadura de la cloaca de Punta Alta (Fig.1).

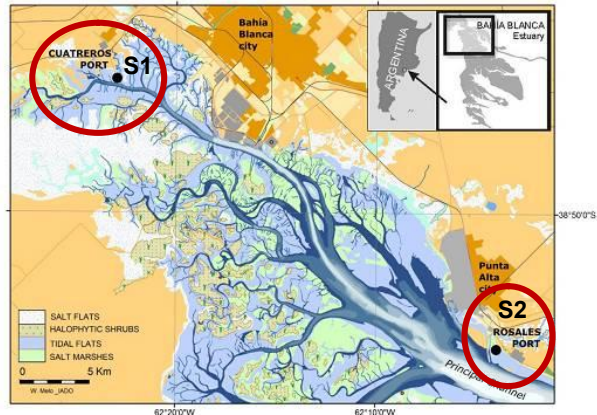


Figura 5. Estuario de Bahía Blanca: Pto. Cuatrerros (S1) y Pto. Rosales (S2)

Metodología y análisis de resultados

Se recolectaron 60 cangrejos machos de ambos sitios y muestras de sedimentos y se midieron parámetros físico-químicos del agua. En laboratorio, los cangrejos se anestesiaron en frío para su disección luego de tomar medidas morfológicas. El hepatopáncreas fue liofilizado y mortereado, y los sedimentos fueron secados en estufa 60°C y tamizados para obtener la fracción <60 micras. Se pesaron 0,5 g de todo el material, se realizó una pre-digestión ácida con HNO₃ y HClO₄ 5:1 y una digestión en baño de glicerina a 120°C. El extracto fue trasvasado hasta 10 ml con HNO₃ a 0,7% para ser leído en ICP-OES (Perkin Elmer). En los casos en los que las concentraciones no superaron el LDM, se utilizó un valor equivalente a LDM/2. Para detectar posibles diferencias entre la concentración de metales en sedimentos y cangrejos, se realizó una prueba de ANOVA (una vía) ($p < 0,05$) y en el caso de ser necesario, los datos fueron transformados a escala logarítmica para cumplir con los supuestos. Se calcularon distintos índices CI (índice de condición), HI, (índice hepatosomático), BASF (factor de acumulación biota-sedimento), MPI (índice de contaminación metálica), EF (factor de enriquecimiento metálico), Igeo (índice de geoacumulación), PLI (índice de carga de contaminantes), m-PEL-Q (cociente de la media de niveles probables) para evaluar el grado de efectos antropogénicos en cangrejos y sedimentos.

Resultados

Los parámetros físico-químicos se muestran en la Tabla 1. La distribución de metales en cangrejos fue Fe>Cu>Zn>Mn>Ni>Cd>Cr (Mn y Ni <LDM en 1, Cr <LDM en ambos), y Fe>Mn>Zn>Cu>Cr>Pb>Ni>Cd (Cd <LDM) en sedimentos. Se observó diferencia significativa entre la acumulación de metales en los cangrejos entre S1 y S2, con el último con mayores concentraciones -a excepción del Cd-. En tanto los sedimentos, también se hallaron diferencias significativas en todos los metales a excepción del Ni y Mn, y la distribución de la concentración de metales presentó mayores concentraciones de Fe y Cr en S1 y Zn, Pb y Cu en S2 (Fig. 2). El CI fue menor en S2 (42,11%) que en S1 (59,58%) y el HI mayor en S1 (38,79%, respecto a 15,29% de S2) revelando una mejor condición morfológica de los cangrejos de S1. El BASF indicó una mayor bioconcentración de metales en Cu y Zn de ambos sitios, seguido de menores valores de Mn y Ni en S2 (Tabla 2). El EF fue mayor en S2 y los valores indicaron una contaminación moderada, en tanto los valores del Igeo y MPI también demostraron lo mismo. El PLI fue ligeramente mayor en S2, mientras que el m-PEL-q fue superior en S1. No obstante, de acuerdo a la normativa internacional, todos los valores se encontraron entre aquellos

moderadamente contaminados (Tabla 3). La tabla 4 indica que, en general, las concentraciones de metales en *N. granulata* son inferiores en los sitios estudiados respecto a otros estudios regionales, y que el tejido total aporta información similar a la del hepatopáncreas

Tabla 1. Parámetros físico-químicos del agua Tabla 2. BASF (Factor de bioacumulación biota-sedimento)

Sitio	pH	Salinidad (psu)	Temp. del agua (°C)	Sitio	Cd	Cu	Pb	Zn	Mn	Ni	Cr	Fe
S1	8,05	17,79	20,39	S1	Nc	9,11	nc	1,14	Nc	Nc	nc	0,004
S2	8,7	13,89	23,46	S2	Nc	9,05	nc	1,50	0,14	0,64	nc	0,021

Tabla 1. Índices de contaminación metálica en la fracción fina de sedimentos de S1 y S2 y comparación con valores de TEL y PEL-SQGs

	Cu	Pb	Zn	Mn	Ni	Cr	Fe	m-PeL-Q	PLI	MPI
S1	Igeo:<0 EF:0,64	Igeo:<0 EF:0,56	Igeo:<0 EF:0,55	Igeo:<0 EF:0,55	Igeo:<0 EF:0,80	Igeo:<0 EF:0,29	Igeo:<0 EF:1	0,63	0,32	30,05
S2	Igeo:<0 EF:1,17	Igeo:<0 EF:1,39	Igeo:<0 EF:1,10	Igeo:<0 EF:0,57	Igeo:<0 EF:0,25	Igeo:<0 EF:0,30	Igeo:<0 EF:1	0,18	0,37	33,87
TEL-SQGs	18,7	30,24	124		15,90	52,3				
PEL-SQGs	108,2	112,18	271		42,8	160,4				

Concentración de metales pesados (ug/g peso seco) en hepatopáncreas Concentración de metales pesados (ug/g peso seco) en sedimento fino

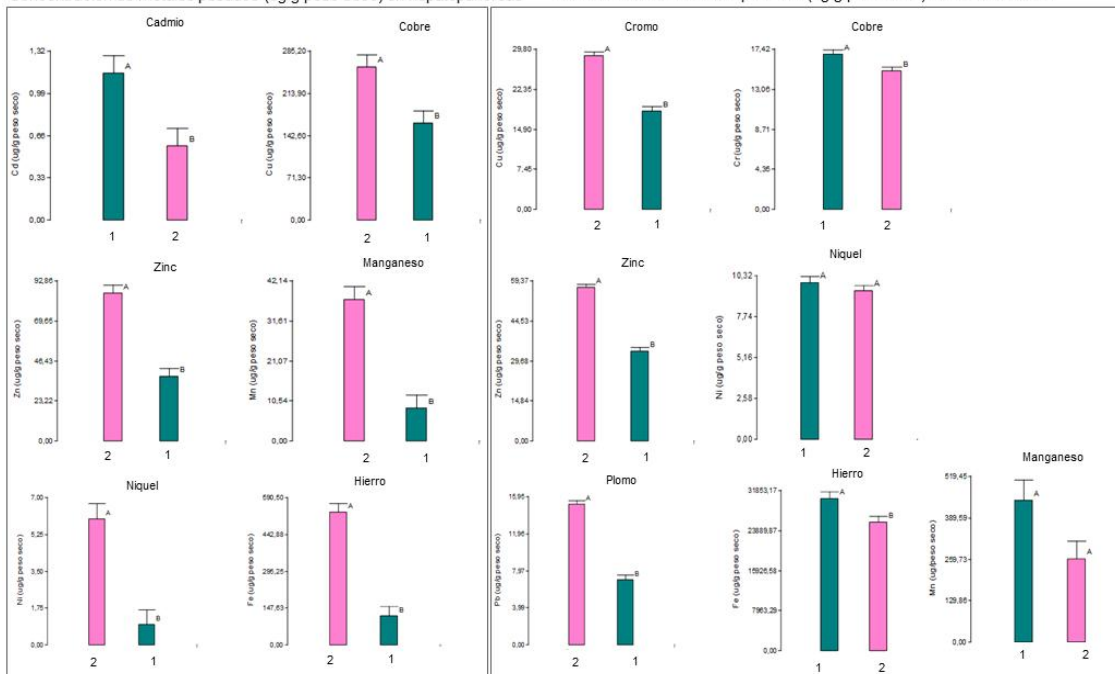


Figura 2. Concentración de metales pesados (ug/g peso seco) en cangrejos y sedimento fino de Pto. Cuatros (1) v Pto. Rosales (2)

Tabla 2. Concentración de metales (ug/g peso seco) en machos de *N. granulata* en este estudio y otros regionales (ND: Información no disponible o no estimada).



Sitios	Cd	Cu	Pb	Zn	Mn	Ni	Cr	Fe	Referencias
S1 (EBB)	1,14 ± 0,35	163,54 ± 13,90	< LDM	37,36 ± 5,15	< LDM	< LDM	< LDM	116,4 5± 18,91	Este estudio
S2 (EBB)	0,57 ± 0,25	258,3 ± 163,54	< LDM	85,67 ± 37,68	37,15 ± 10,72	6,04 ± 2,23	< LDM	531,22 ± 116,45	Este estudio
S1 (EBB, tejido blando)	0,46 ± 0,13	142,56 ± 32,1	< LDM	47,47 ± 7,42	57,72 ± 15,03	0,67 ± 1,01	< LDM	11.000 ± 4.100	Simonetti et al. 2018
S2 (EBB, tejido blando)	< LDM	166,64 ± 34,72	< LDM	49,49 ± 6,88	68,22 ± 15,02	2,80 ± 0,61	< LDM	10.900 ± 3.700	Simonetti et al. 2018
Laguna Mar Chiquita	0,93 ± 0,54	127,45 ± 116,0	3,11 ± 2,04	45,20 ± 8,47	7,62 ± 7,00	ND	0,90 ± 1,40	ND	Beltrame et al. 2009, 2010
Bahía San Antonio	2,29 ± 2,05	876,79 ± 430,43	< LDM	76,16 ± 42,10	ND	ND	< LDM	ND	Beltrame et al. 2010

Conclusión y discusión

Los resultados de este estudio demuestran la acumulación de metales pesados en el hepatopáncreas de *Neohelice granulata* en el Estuario de Bahía Blanca. El IC y el IH demostraron un mejor estado de salud de los organismos en S1, lo que también se corresponde con las menores concentraciones de metales para los organismos de este sitio. En tanto, EF, Igeo, MPI, PLI y m-PEL-q indicaron contaminación baja a moderada, coincidiendo con registros en sedimentos y mejillines (*Brachidontes rodriguezii*) para el Estuario de Bahía Blanca (Buzzi & Marcovecchio 2018). El BASF indicó una mayor concentración de Cu y Zn, mientras que otros metales se bioacumularon (Mn, Ni, Fe) en menor proporción, en especial en S2. Esto podría indicar que los organismos expuestos a los sedimentos de efluentes acumularían una mayor concentración que S1. Información similar ha sido reportada Simonetti et al. (2018) para el tejido total blando. Otros estudios de metales en hepatopáncreas de Mar Chiquita y Bahía San Antonio demuestran mayor concentración de estos contaminantes que en EBB (Gil 1996, Beltrame et al. 2009, 2010). La integración de datos biológicos con índices geoquímicos es fundamental para evaluar el estado de salud ecosistémico debido al impacto asociado a las petroquímicas y las cloacas.

Bibliografía

- Beltrame M. O., De Marco S. G., Marcovecchio J. E. 2009. Influences of sex, habitat, and seasonality on heavy-metal concentrations in the burrowing crab (*Neohelice granulata*) from a coastal lagoon in Argentina. Arch Environ Contam Toxicol 58(3):746–756.
- Beltrame M.O., De Marco S.G., Marcovecchio J.E. 2010. The burrowing crab *Neohelice granulata* as potential bioindicator of heavy metals in estuarine systems of the Atlantic coast of Argentina. Environ Monit Assess 172:379–389.
- Buzzi N.S., Marcovecchio J.E. 2018. Heavy metal concentrations in sediments and in mussels from Argentinean coastal environments, South America. Environ Earth Scien 77:321
- Gil M., Harvey M.A., Beldoménico H., García S., Commendatore M., Gandini P., Frere E., Yorío P., Crespo E., Esteves J.L. 1996. Contaminación por metales y plaguicidas organoclorados en organismos marinos de la zona costera Patagónica. Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica (Puerto Madryn, Argentina) 8 (32): 241–254.
- Marcovecchio JE, Botté SE, Delucchi F, Arias A, Fernández Severini M, De Marco S. 2008. Pollution processes in Bahía Blanca Estuarine Environment. In: Neves R, Baretta JW, Mateus M (eds) Perspectives on integrated coastal zone management in South America. IST Press, Lisboa, pp 301–314.
- Rainbow P.S. 1997. Trace metal accumulation in marine invertebrates: Marine biology or marine chemistry. J Mar Assoc UK 77: 195–210.
- Simonetti P., Botté S.E., Fiori S.M., Marcovecchio J.E. 2013. Burrowing crab (*Neohelice granulata*) as a potential bioindicator of heavy metals in the Bahía Blanca estuary, Argentina. Arch Environ Contam Toxicol 64:110–118.