



Atenuación del impacto producido por agrotóxicos en un humedal de la región hortícola platense, Buenos Aires, Argentina

Marina Solis¹, Natalia Capelletti², Mailén Franco², Carlos Bonetto¹, Silvia Fanelli¹, Javier Amalvy³ y Hernán Mugni¹

¹ Instituto de Limnología Dr. Raúl. A. Ringuet, ILPLA (CONICET) - UNLP, Boulevard 120 y 62, 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina

² Departamento de Ambiente y Turismo. UNDAV. España 350. Avellaneda, Buenos Aires. Argentina

³ Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Materiales, CITEMA (UTN/CICPBA) Av. 60 y 124, CP (1923) – Berisso, Buenos Aires – Argentina

Email: bonetto@ilpla.edu.ar

RESUMEN

El cinturón hortícola platense es una de las zonas de producción más grandes del país. La producción intensiva favorece el desarrollo de plagas, incrementando el uso de agrotóxicos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la atenuación del impacto producido por un humedal natural en un arroyo representativo la región Pampeana, en cuya cuenca se evidencia intensa actividad hortícola. Se registraron diferencias significativas en las concentraciones de nitrato y algunos de los insecticidas comúnmente aplicados aguas arriba y abajo del humedal. Ensayos de toxicidad aguda de sedimentos para *Hyalella curvispina* mostraron, en ocasiones, menor mortalidad aguas abajo del humedal. Ensayos de toxicidad subletal con sedimentos para *H. curvispina* evidenciaron un menor crecimiento en las muestras aguas arriba del humedal. Se concluye que el humedal atenúa la toxicidad originada por la aplicación de insecticidas en la cuenca.

Introducción

La zona hortícola bonaerense registró un aumento de la superficie implantada y la producción (Censo Horti-Florícola Bonaerense, 2005). La elevada productividad de estos cultivos depende de la aplicación intensiva de agroquímicos (Strassera et al. 2009). La escorrentía superficial producida por las lluvias posteriores a las aplicaciones de agroquímicos a los cultivos produce el ingreso de estos contaminantes a los arroyos adyacentes (Schulz 2001). Los humedales asociados al cauce representan zonas de retención y transformación de materiales (Lizotte et al. 2012). En cuencas agrícolas los humedales pueden tener un efecto importante en la retención de sedimentos, nutrientes y agrotóxicos. El objetivo del presente estudio consistió en determinar la concentración de nutrientes (nitrógeno y fósforo), pesticidas, y la toxicidad en aguas y sedimentos, y la composición del ensamble de invertebrados aguas arriba y abajo de un humedal natural en un arroyo de primer orden representativo de la región Pampeana, en cuya cuenca se registra una intensa actividad hortícola.

Materiales y métodos

Se seleccionó un arroyo (35° 1' 31,87''S; 57° 59' 39,6''W) en una zona de intensa actividad hortícola, que posee un humedal de aproximadamente 150 m de largo y 2 – 8 m de ancho. Se recolectaron muestras de agua, sedimentos de cauce y macroinvertebrados en cuatro oportunidades, entre diciembre de 2017 y marzo de 2018.

Se realizaron ensayos de toxicidad para *H. curvispina* en muestras de agua y en muestras de sedimentos tomadas aguas arriba y abajo del humedal; se siguió el método propuesto por USEPA (2000), evaluándose efectos letales (mortalidad) y subletales (crecimiento).

La longitud de los individuos fue medida por medio del programa ImageJ 1.48v al inicio y final de cada ensayo. Las medidas iniciales fueron sometidas a un test estadístico (ANOVA), no registrando diferencias significativas en la longitud de los individuos utilizados al inicio de cada ensayo ($p=0,05$). Las pruebas se realizaron por un periodo de 10 días y se alimentó a los anfípodos

con algas cada dos días. La temperatura fue de 22 ± 2 °C y el fotoperíodo natural. Para los ensayos agudos se consideró como sin efecto una mortalidad inferior al 20%.

Las muestras de macro-invertebrados se tomaron de la vegetación emergente por medio de una red de mano de tipo D-net (30 cm de diámetro y 500 µm de abertura de malla), por triplicado, en un área de 1m². Los organismos colectados se preservaron en alcohol 70° y posteriormente se identificaron siguiendo los lineamientos de Dominguez y Fernandez (2009), Merritt et al. (2008) y Tell y Lopreto (1995). Se estimó la riqueza taxonómica y abundancia.

Las concentraciones de oxígeno disuelto y pH se determinaron *in situ* con oxímetro YSI 51B y pHmetro Orion 250A. Las muestras de agua fueron filtradas a través de filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C para la determinación de nutrientes disueltos siguiendo la metodología propuesta en APHA (2005). El contenido de sólidos suspendido se determinó por diferencia de peso de los filtros Whatman GF/C utilizados para filtrar las muestras.

El análisis de insecticidas se realizó por cromatografía gaseosa con un equipo Hewlett Packard 6890 con detector de captura de electrones (GC/ECD) previa extracción en fase sólida con columnas de C18 (SPE, Baker). Se utilizaron patrones para la determinación de los insecticidas clorpirifos, endosulfan I, II y sulfato, lambdacialotrina, deltametrina, permetrina y cipermetrina, siguiendo la metodología propuesta por EPA 8081 A 1996; (LD <5 ng/g de sedimento seco)

Análisis estadístico

Para evaluar diferencias significativas en los parámetros físico-químicos, abundancia y riqueza de macro-invertebrados y los ensayos de toxicidad, al ingreso y egreso del humedal, se realizó un análisis de t-test. Previamente se testearon los supuestos de normalidad. En los casos de no cumplirse con los supuestos se realizó el test equivalente no paramétrico (Mann Whitney U-test), utilizando el programa SigmaStat 3.2; con un nivel de significancia de <0.05.

Resultados

No se observaron diferencias significativas en las concentraciones de oxígeno disuelto, temperatura, pH, conductividad y sólidos suspendidos (Tabla 1). Solo las concentraciones de nitratos resultaron significativamente menores a la salida del humedal.

Los ensayos de toxicidad aguda con muestras de agua no detectaron mortalidad en las muestras de

entrada ni de salida, en ninguno de los muestreos realizados.

En los ensayos de toxicidad aguda con sedimentos se registraron mayores mortalidades de *H. curvispina* en las muestras de entrada que de salida y en la mitad de los ensayos las diferencias fueron significativas, registrándose una supervivencia media del 40 al 57 % a la entrada y del 90 al 97 % en sedimentos tomados a la salida del humedal.

Tabla 1. Variables ambientales, concentraciones de nutrientes, abundancia y riqueza taxonómica de los sitios estudiados, valores medios (desv. estándar).

	Aguas arriba (entrada)	Aguas abajo (salida)
T (°C)	22 (1,5)	21,6 (1,7)
pH	7,2 (0,2)	7,3 (0,2)
OD (mg/l)	2,4 (1,5)	2,9 (1,7)
Conduct. (µS/cm)	282 (150)	269 (85)
SS (mg/l)	48 (28)	22 (15)
N-NO ₃ (µg/l)	78 (81)	25 (19)
N-NH ₄ ⁺ (µg/l)	89 (148)	77 (60)
PRS (µg/l)	546 (299)	511 (282)
Abun total (ind/m ²)	361	345
Riqueza	21	18

Asimismo, se observaron diferencias significativas en los ensayos subletales con sedimento, donde observamos un crecimiento longitudinal significativamente mayor a la salida que a la entrada del humedal (p=0,05) (Fig. 1).

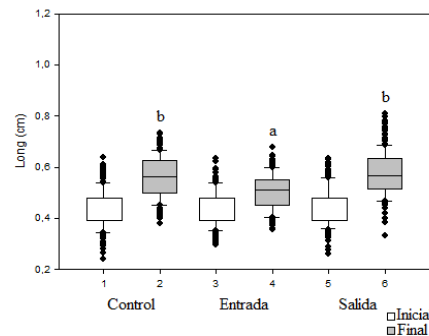


Fig. 1. Valores medios y desviación estándar de la longitud (mm) del anfípodo *H. curvispina* al inicio (In) y final (Fi) del ensayo, donde fueron expuestos durante 10 días al sedimento de la entrada y salida del humedal y al sedimento de la reserva (control). Las letras indican diferencias significativas (p<0,05).

Se registró la presencia de Clorpirifos en todos los muestreos. La detección de clorpirifos resultó similar entre la entrada y la salida, con valores en torno a los 54 ng/g seco de sedimento. No obstante, en uno de los muestreos se registró una reducción de clorpirifos del 98% a la salida del

humedal, disminuyendo de 1.605 a 23 ng/g peso seco. Los piretroides en su conjunto se detectaron con menor frecuencia que el clorpirifos en la entrada y su determinación en la salida se encontró por debajo del límite de detección, de los piretroides cipermetrina resultó el mejor representado. El ensamble de macroinvertebrados del arroyo está caracterizado por taxones representativos de ambientes impactados. Los taxones mejor representados fueron Hirudinea, *P. canaliculata* (Mollusca) y Dugesiidae (Platyhelminthes). Dos de estos taxones, Hirudinea y *P. canaliculata*, mostraron una abundancia total significativamente mayor en la entrada (35 y 126 ind/m²) que en la salida del humedal (7 y 18 ind/m²; respectivamente). En cambio de los taxones considerados sensibles, solo se encontró el crustáceo *Hyalella curvispina*. La densidad de *H. curvispina* en la entrada del humedal fue de 57 ind/m², mientras en la salida fue de 157 ind/m²; el taxón dominante en la entrada fue *P. canaliculata* (126 ind/m²), mientras que en la salida fue *H. curvispina* (157 ind/m²).

Discusión

Se detectó la presencia de pesticidas, elevadas concentraciones de nutrientes y toxicidad en los sedimentos. Los ensambles de invertebrados muestran mayor abundancia de Hirudinea, *P. canaliculata* y Dugesiidae, grupos comparativamente tolerantes a la toxicidad por pesticidas (Liess y Von der Ohe 2005). El insecticida determinado con mayor frecuencia representa uno de los más usados en nuestro medio. Coincidentemente, clorpirifos fue también el insecticida detectado con mayor frecuencia en numerosos arroyos pampeanos de zonas con actividad agrícola (Hunt et al. 2016). Solis et al. (2016) mostraron que los ensambles de invertebrados resultaron distintos en arroyos con uso del suelo agrícola, ganadero y en una reserva de la biosfera. *Hirudinea*, *P. canaliculata* y *Dugesiidae* son dominantes en arroyos agrícolas mientras que *H. curvispina* resultó dominante en los ganaderos y en la reserva (Solis et al. 2017). La presencia del humedal disminuye la concentración de nitratos y en ocasiones la de pesticidas. La toxicidad de los sedimentos produce cambios en la composición específica, con mayor abundancia de la especie sensible *H. curvispina* y menor abundancia de las especies tolerantes aguas abajo del humedal.

Conclusión

Se concluye que la actividad hortícola intensiva produce contaminación por agroquímicos en los arroyos adyacentes a los cultivos resultando en una fauna con dominancia de especies tolerantes

y que el humedal atenúa la toxicidad de los insecticidas favoreciendo la presencia de especies sensibles aguas abajo. Los humedales tienen importantes efectos benéficos en la calidad del agua de los arroyos y por tal motivo deben ser preservados.

Bibliografía

- APHA. American Public Health Association. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20 ed., Am. Public Health Assoc., Washington, DC
- Censo Horti-Florícola Bonaerense (CHFB). 2005. Ministerio de Asuntos Agrarios y Ministerio de Economía, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Dominguez, E. y Fernandez, H.R. 2009. Macroinvertebrados bentónicos. Sistemática y biología. 1ª ed. Tucumán. Fundación Miguel Lillo, 656 p.
- Hunt, L., Bonetto, C., Resh, V.H., Forsin Buss, D., Fanelli, S., Marrochi, N. y Lydy, M. 2016. Insecticide concentrations in stream sediments of soy production regions of South America. *Sci. Tot. Env.* 547:114–124
- Liess, M. y Von der Ohe, P. 2005. Analyzing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Environ. Toxicol. Chem.* 24, 954–965.
- Lizotte, R., Moore, M.T., Locke, M y Kroger, R. 2012. Role of Vegetation in a Constructed Wetland on Nutrient–Pesticide Mixture Toxicity to *Hyalella azteca*. *Arch Environ Contam Toxicol* 60: 261–27
- Merritt, R.W., Cummins, K.W. y Berg, M.B. 2008. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Dubuque, Iowa: Kendall-Hunt. 1158 pp.
- Schulz, R. 2001. Rainfall-induced sediment and pesticide input from orchards into the Lourens River, Western Cape, South Africa: importance of a single event. *Water Res* 35, 1869–1876.
- Solis, M., Mugni, H., Hunt, L., Marrochi, N., Fanelli, S. y Bonetto, C. 2016. Land use effect on invertebrate assemblages in Pampasic streams (Buenos Aires, Argentina) *Environ. Monit. Assess.*
- Solis, M., Mugni, H., Fanelli, S. y Bonetto, S. 2017. Effect of agrochemicals on macroinvertebrate assemblages in Pampasic streams, Buenos Aires, Argentina. *Environ. Earth Sci.*
- Strassera M.E., Luna M.G., Sarandón S.J y Polack L.A. 2009. Análisis de dos alternativas de Manejo de Plagas en Tomate Bajo Cubierta en el Cinturón Hortícola Platense. *Rev. Bras. De Agroec.* Vol. 4 N° 2
- Tell, G. y E. Lopreto, 1995. Ecosistemas de aguas continentales, metodologías para su estudio. Ediciones Sur. La Plata.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2000 Methods for Measuring the Toxicity and Bioaccumulation of Sediment-Associated Contaminants with Freshwater Invertebrates. Second ed. EPA. Washington, DC.
- USEPA. 1996. Method 8081 A Organochlorine pesticides by gas chromatography

Los autores agradecen a CONICET, UNDAV, CIC y UTN por la asistencia económica. JA es miembro de la CICPBA.