

Efecto de pulsos de toxicidad de cipermetrina sobre *Simocephalus vetulus* (Cladocera: Daphniidae)

Marina Arias, Carlos Bonetto, Ariel Paracampo, Hernan Mugni

Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA), UNLP- CONICET- FCNyM. Boulevard 120 y 62, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
Email: arias@ilpla.edu.ar

RESUMEN

Los plaguicidas utilizados en los cultivos pueden llegar a los cursos de agua por escorrentía superficial y producir pulsos de toxicidad para la fauna residente. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de repetidos pulsos de toxicidad subletal de cipermetrina sobre parámetros poblacionales de *S. vetulus*. Los organismos fueron expuestos a 0,02; 0,2 y 1 µg/L de cipermetrina por 90 minutos, luego transferidos a medio sin plaguicida y fueron monitoreados por 25 días. La exposición se repitió cada 7 días. Los organismos mostraron menor fecundidad acumulada y menor tasa de reproducción neta en todos los tratamientos, y menor tasa de crecimiento poblacional a la mayor concentración. Las concentraciones de exposición estuvieron dentro del rango de concentraciones ambientalmente realistas. Los resultados sugieren que el uso de plaguicidas en cultivos reducirá la densidad poblacional de *S. vetulus* en los arroyos adyacentes.

Palabras claves: PLAGUICIDAS - PULSOS DE TOXICIDAD - ORGANISMOS NO-BLANCO

Introducción

Los piretroides son los insecticidas más utilizados en todo el mundo (Xiao et al., 2012) y cipermetrina el más utilizado en Argentina (CASAFE 2013). Los plaguicidas utilizados en cultivos pueden llegar a los arroyos por escorrentía superficial provocada por lluvias con posterioridad a las aplicaciones en los cultivos adyacentes (Jergentz et al., 2005, Mugni et al, 2011).

Debido a su naturaleza hidrofóbica, los piretroides pueden ser rápidamente adsorbidos por los sedimentos (Yang et al., 2006) disminuyendo su concentración y toxicidad con el tiempo (Mugni et al., 2011, Knauer et al., 2017). Por lo tanto, los organismos están expuestos a repetidos pulsos a lo largo de su ciclo de vida, y no de manera continua.

Los cladóceros son excelentes modelos para bioensayos de toxicidad, sin embargo, en la bibliografía generalmente se utilizan especies que no están presentes en nuestra fauna (i.e.: *Daphnia magna*). El cladócero *Simocephalus vetulus* está presente en los arroyos regionales (Arias, 2019) y es utilizado ampliamente en ecotoxicología (Wu et al., 2007, Reno et al., 2014).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de repetidos pulsos de toxicidad de cipermetrina sobre parámetros poblacionales de *S. vetulus*.

Metodología

Se utilizó el insecticida Galgotrin® con cipermetrina al 25%. Se preparó una solución stock de 1000 µg/L en acetona. Se utilizó un cultivo de *S. vetulus* establecido en laboratorio, obtenidos de un arroyo no contaminado. Se utilizaron 10 individuos de 3 días de edad por cada unidad experimental (12), que fueron expuestos durante 90 minutos y luego fueron transferidos a frascos con 30ml de agua dechlorinada, donde fueron monitoreados durante 25 días. La exposición se repitió cada 7 días. La CL50-48h (concentración a la cual muere el 50% de los organismos expuestos en 48hs) de cipermetrina para *S. vetulus* fue determinada anteriormente en 0,18 µg/L (Arias, 2019). Se utilizaron tres tratamientos: 0,02 (T1), 0,2 (T2) y 1 µg/L (T3) de cipermetrina, más un control, por triplicado. Los controles se realizaron exponiendo a los organismos a la concentración de acetona utilizada en el tratamiento de mayor concentración. Como alimento se utilizó *Chlorella vulgaris* cultivada en laboratorio (Sathicq et al. 2017) en una concentración de 5x10⁶ cél/ml. Se realizó un seguimiento diario de la supervivencia y el número de neonatos nacidos, que luego fueron retirados. El recambio de medio se realizó diariamente luego del conteo para asegurar la provisión de alimento y oxígeno.

Análisis de datos

Con el número de individuos (n) y neonatos nacidos (m) registrados se calcularon supervivencia (lx) y fecundidad (mx), a partir de estos parámetros, se calcularon los siguientes parámetros poblacionales:

Fecundidad acumulada (FA): número total de organismos nacidos en cada tratamiento

Esperanza de vida (E):

$$(1) E = \frac{1}{l_x} \sum_{i=x}^{\infty} li$$

Tasa de reproducción bruta (RB):

$$(2) RB = \sum_{x=0}^{\infty} mx$$

Tasa de reproducción neta (R0):

$$(3) R0 = \sum_{x=0}^{\infty} lx \cdot mx$$

Tiempo generacional (TG):

$$(4) TG = \frac{1}{R0} \sum_{x=0}^{\infty} x \cdot lx \cdot mx$$

Tasa de crecimiento poblacional (r):

$$(5) 1 = \sum_{x=0}^{\infty} lx \cdot mx \cdot e^{-rx}$$

Para evaluar si hubo diferencias significativas en los parámetros calculados se realizó un ANOVA de una vía con el software SigmaPlot 1.2. Previamente se verificaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Se utilizó el test a posteriori de Dunnet cuando el ANOVA mostró diferencias significativas para evaluar diferencias con el control. Todos los análisis se realizaron con un nivel de significancia de $\alpha=0,05$.

Resultados

En la figura 1 se graficó el promedio de la fecundidad acumulada de cada tratamiento. Se puede observar que el control presenta una mayor fecundidad acumulada que los tratamientos a partir de la tercera exposición (luego de los 17 días de la primera exposición).

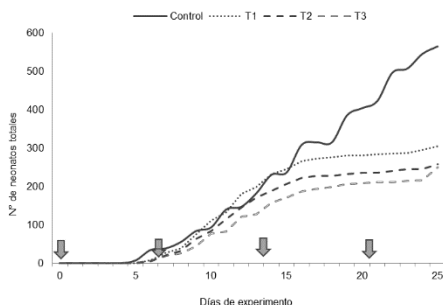


Fig. 1. Fecundidad acumulada por tratamiento durante el experimento. Las flechas señalan las exposiciones.

En la tabla 1 se resumen los parámetros poblacionales que mostraron diferencias significativas: fecundidad acumulada, tasa de reproducción y r poblacional. Los parámetros esperanza de vida, tiempo generacional y reproducción bruta no mostraron diferencias significativas.

Tabla 1. Parámetros poblacionales que mostraron diferencias significativas. FA: fecundidad acumulada; R0: tasa de crecimiento neta; r: tasa de crecimiento poblacional, (*) tratamientos que difirieron del control.

	FA	R0	r
C	565 ± 98	57,3 ± 9,8	0,25 ± 0,02
T1	297 ± 20*	33,4 ± 5*	0,25 ± 0,01
T2	253 ± 32*	28,8 ± 7,5*	0,24 ± 0,02
T3	220 ± 61*	25,1 ± 8,7*	0,22 ± 0,03*
p	0,0001	0,005	0,032

La fecundidad acumulada final y la reproducción neta disminuyeron respecto al control para todos los tratamientos, aunque no fueron diferentes entre sí ($p>0,05$), mientras que el valor de r fue significativamente diferente al control ($p=0,032$) sólo en el tratamiento de mayor exposición.

Discusión

Los reiterados pulsos de toxicidad de 90 minutos de cipermetrina mostraron efectos a nivel poblacional en *S. vetulus*, como la disminución de la fecundidad y el crecimiento poblacional. Tanto la fecundidad acumulada como la tasa reproductiva R0, que relaciona la fecundidad y la supervivencia, se vieron afectadas en todas las concentraciones ensayadas. Kim et al. (2008) observaron que *Daphnia magna* expuesta en forma continua a 0,0002; 0,002 y a 0,2 µg/L de cipermetrina durante 21 días mostró un retraso en la primer reproducción y una reducción en el tamaño de la camada y del número total de las mismas. Martínez-Jerónimo et al. (2013) observaron que *Daphnia schoedleri* expuesta continuamente a concentraciones de 0,54; 5,4 y 54 µg/L de α -cipermetrina mostró una disminución general de todos los parámetros determinados al incrementar la concentración.

El tiempo promedio y la esperanza de vida disminuyeron en las dos concentraciones mayores, la tasa reproductiva neta fue menor en todos los tratamientos expuestos a cipermetrina y, al igual que el experimento presentado, la tasa de crecimiento poblacional se vio reducida sólo en la mayor concentración. Toumi et al. (2013) determinaron efectos similares en *D. magna* expuesta continuamente a concentraciones sub-letales de deltametrina. Sin embargo, los trabajos mencionados son resultado de experiencias bajo exposiciones continuas a plaguicidas.

El presente trabajo simula una situación ambientalmente realista utilizando pulsos de toxicidad. Se mostró que *S. vetulus* sobrevive a pulsos breves de cipermetrina en concentraciones de hasta 5 veces su CL50, pero mostrando efectos a nivel poblacional. Los efectos se registraron en concentraciones muy bajas, de hasta 10 veces menores a su CL50.

Las concentraciones ensayadas están dentro del rango de concentraciones ambientales de cipermetrina en arroyos regionales: de 0,01 µg/L (Etchegoyen et al., 2013) a 194 µg/L (Marino y Ronco 2005), indicando que los resultados de este experimento son ambientalmente relevantes. Por otro lado, cuando se comparó el ensamble de invertebrados de arroyos adyacentes a cultivos hortícolas con arroyos sin horticultura, *S. vetulus* presentó una densidad significativamente menor en sitios hortícolas (Arias, 2019), lo cual se relaciona a los resultados del presente experimento.

A modo de conclusión se puede inferir que la población de *S. vetulus* residente en un arroyo adyacente a cultivos probablemente sobrevivirá después de un evento de escorrentía superficial pero se verá afectada su tasa de reproducción, disminuyendo su densidad poblacional con posterioridad.

Referencias

Arias, M. 2019. Efectos del uso de fertilizantes y plaguicidas sobre organismos acuáticos en arroyos de la zona hortícola de La Plata. Tesis Doctoral. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73699>

CASAFE, 2013. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, Buenos Aires, Argentina. <http://www.casafe.org/publicaciones/estadisticas/>

Jergentz, S., Mugni, H., Bonetto, C. y Schulz, R. 2005. Assessment of insecticide contamination in runoff and stream water of small agricultural

streams in the main soybean area of Argentina. *Chemosphere* 61(6):817-826.

Etchegoyen, M., Ronco, A., Almada, P., Abelando, M. y Marino, D. 2013. Occurrence and fate of pesticides in the Argentine stretch of the Paraguay-Paraná basin. *Environ Monit Assess*, 189:63.

Kim, Y., Jung, J., Oh, S. y Choi, K. 2008. Aquatic toxicity of cartap and cypermethrin to different life stages of *Daphnia magna* and *Oryzias latipes*. *J. Environ. Sci. Health B*, 43(1):56-64.

Knauer, K., Homazava, N., Junghans, M. y Werner, I. 2017. The influence of particles on bioavailability and toxicity of pesticides in surface water. *Integr Environ Assess Manag*, 13(4):585-600.

Marino, D. y Ronco A. 2005. Cypermethrin and chlorpyrifos concentration levels in surface water bodies of the Pampa Ondulada, Argentina. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 75(4):820-826.

Martínez-Jerónimo, F., Arzate Cárdenas, M. y Butrón, R. 2013. Linking sub-individual and population level toxicity effects in *Daphnia schoedleri* (Cladocera: Anomopoda) exposed to sublethal concentrations of the pesticide α -cypermethrin. *Ecotoxicology*, 22:985-995.

Mugni, H., Ronco, A. y Bonetto, C. 2011. Insecticide toxicity to *Hyalella curvispina* in runoff and stream water within a soybean farm (Buenos Aires, Argentina). *Ecotox. Environ. Safe*, 74:350-354.

Reno, U., Gutierrez, M., Regaldo, L. y Gagneten, A. 2014. The Impact of Eskobat, a Glyphosate Formulation, on the Freshwater Plankton Community. *Water. Environ. Res.*, 86(12):2294-2300.

Sathicq, B., Arias, M., Ferrando, N. y Benitez, H. 2017. Optimización de un cultivo de *Chlorella vulgaris* en función del fotoperíodo y del control de pH. *Biol. Acuát.*, 32(Supl.):146.

Toumi, H., Boumaiza, M., Millet, M., Radetski, C. M., Felten, V., Fouque, C. y Féraud, J. 2013. Effects of deltamethrin on growth, reproduction, embryonic development and sex differentiation in two strains of *Daphnia magna* (Crustacea, Cladocera). *Sci. Tot. Environ.*, 458-464-53.

Wu, Y., Lin, C. y Yuan, L., 2007. Characteristics of six cladocerans in relation to ecotoxicity testing. *Ecol. Indic.*, 7:768-775.

Xiao, Y., Chen, S.H., Hu, W. y Hu, M.Y., 2012. New progress and prospect for the microbial degradation of pyrethroid pesticides. *Chinese Agric. Sci. Bull.*, 28(27):218-224.

Yang, W., Spurlock, F., Liu, W. y Gan, J. 2006. Inhibition of aquatic toxicity of pyrethroid insecticides by suspended sediment. *Environ. Toxicol. Chem.*, 25(7): 1913-1919.