

Toxicidad aguda del piretroide cipermetrina en *Poecilia reticulata* y *Cnesterodon decemmaculatus* (Pisces, Poeciliidae)*

Parma de Croux, Ma. Julieta; Loteste, Alicia; Campana, Mirta

Instituto Nacional de Limnología. José Maciá 1933. (3016) Santo Tomé. Santa Fe. Argentina. TE/FAX: 54-342-4750394. E-mail: inali@arnet.com.ar

RESUMEN: Se evaluó la toxicidad del piretroide cipermetrina, en *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) y *Cnesterodon decemmaculatus* (Jenyns, 1842), mediante ensayos de laboratorio que se realizaron en recipientes de vidrio de 5 l de capacidad, utilizando 10 peces por concentración. Las concentraciones de exposición ensayadas fueron: 100, 60, 36, 21,6 y 13 µg/l para la primera especie y 7,8; 4,7; 2,8; 1,7; 1,0; y 0,6 µg/l para la segunda. El valor de CL50-96 hs. fue de 46,4 µg/l (40,3-53,6) para *P. reticulata* y de 1,84 µg/l (1,58-2,14) para *C. decemmaculatus*. Con el incremento en las concentraciones, los peces evidenciaron signos de estrés con alteraciones en la cantidad y amplitud de los movimientos operculares, indicando las dificultades para respirar normalmente. Para *P. reticulata* la mortalidad al término del ensayo fue de sólo un 3% y para *C. decemmaculatus* 7% a la más baja concentración, de 13 mg/l y 0,6 mg/l, respectivamente.

Palabras claves: Poeciliidae – Cipermetrina – Toxicidad aguda.

SUMMARY: Acute toxicity of cypermethrin pyrethroid in *Poecilia reticulata* and *Cnesterodon decemmaculatus* (Pisces, Poeciliidae). Parma de Croux, Ma. Julieta; Loteste, Alicia; Campana, Mirta. Acute toxicity of cypermethrin pyrethroid in two Poeciliidae species, *Preticulata* (Peters, 1859) and *C. decemmaculatus* (Jenyns, 1842) was studied. The experience was carried out in aquaria of 5l with 10 fish in each concentration. The exposure concentrations were: 100, 60, 36, 21,6 and 13 µg/l for first species, and 7.8; 4.7; 2.8; 1.7; 1.0; y 0.6 µg/l for the second. The LC50-96 h value was 46.4 µg/l (40.3-53.6) for *P. reticulata* and 1.84 µg/l (1.58-2.14) for *C. decemmaculatus*. In high concentrations, fish showed signs of stress and important alterations in opercular ventilation. At the end of the test the mortality to *P. reticulata* was 3% at 13 µg/l and 7% for *C. decemmaculatus* at 0.6 µg/l.

Key words: Poeciliidae – Cypermethrin – Acute toxicity.

Introducción

En los últimos años se han realizado una gran cantidad de ensayos de toxicidad con organismos de aguas continentales, estuariales y marinas, con el objeto de evaluar los efectos de xenobióticos sobre la biota acuática a fin de establecer límites de permisibilidad y de evaluar el impacto de mezclas de contaminantes sobre las comunidades de los cuerpos de agua.

El grupo de los insecticidas piretroides es uno de los más utilizados mundialmente en sanidad agropecuaria y uso doméstico (1, 2). Aparecieron en el mercado como nuevos agroquímicos aproximadamente en 1980, y en 1982 representaban alrededor del 30 % de los insecticidas usados en el mundo (3). La gran expansión con relación a su uso, se debió al hecho de ser compuestos de rápida metabolización en los mamíferos, de baja tendencia a su acumulación y toxicidad en el hombre y vertebrados superiores, en comparación con otros insecticidas como los organoclorados y fosforados (2). Poseen una baja solubilidad en agua y son altamente solubles en solventes orgánicos. Si bien se degradan rápidamente en agua, su vida media es de alrededor de dos semanas y son fácilmente acumulados por los organismos acuá-

* El presente trabajo está enmarcado en el Proyecto de Investigación: "Efectos tóxicos de la cipermetrina (Piretroide) sobre organismos acuáticos (Vertebrados, Invertebrados y Macrófitas)". C.A.I.+D. 2000. Universidad Nacional del Litoral. Resolución C.S.Nº 104 del 1º de Junio de 2000.

ticos, siendo específicamente mencionada su alta toxicidad (4,5, 1,6, 7).

Las provincias del litoral argentino surcadas por cursos de aguas interiores, de norte a sur, de oeste a este, poseen una extensa área dedicada a las actividades agropecuarias, con lo que la probabilidad de llegada de agroquímicos a los ambientes acuáticos, ya sea por exceso de uso, lavado de terrenos o derrames, es alta. Cabe agregar al respecto, que el período de desarrollo de las formas larvales y juveniles de peces ocurre en primavera-verano, coincidiendo con la época de mayor aplicación de agroquímicos.

Es de destacar que uno de los piretroides sintéticos de mayor uso en el área en consideración, es la *cipermetrina* (mezcla de isómeros *cis* y *trans* de alfaciano-3-fenoxibencil - 2, 2 - dimetil-3-(2,2 diclorovinil) ciclo propano-carboxilato), cuyo empleo se ha incrementado considerablemente en nuestra agricultura y ganadería en virtud de su muy bajo costo y disponibilidad en el mercado.

Se han llevado a cabo intensos estudios para explicar el mecanismo de toxicidad de la cipermetrina, y los resultados sugieren que el sitio de acción primario es el sistema nervioso de los vertebrados, específicamente el canal de sodio de la membrana, aumentado su permeabilidad al sodio durante la excitación (2, 8).

Su alta toxicidad en peces ha sido estudiada mediante tests de laboratorio, habiéndose encontrado una baja relación con la temperatura, la dureza y el pH del agua (2).

El objetivo del trabajo fue evaluar, en condiciones de laboratorio, la toxicidad aguda (CL50) de la cipermetrina en ejemplares de *Poecilia reticulata*, pez de agua dulce utilizado como bioindicador de toxicidad aguda y crónica, como así también en experimentos de bioacumulación (9,10) y en *Cnesterodon decemmaculatus* ("madrecita"), pequeño gambusino muy abundante en todas las charcas, arroyos y cursos menores (11). Ambas especies presentan atributos para su empleo en la realización de ensayos de toxicidad, dado que se encuentran disponibles durante casi todo el año y son de fácil mantenimiento y reproducción en condiciones artificiales (12).

No existen estudios previos que establezcan la toxicidad de la cipermetrina en las especies consideradas, por lo que el presente trabajo constituye un

importante aporte al conocimiento de los efectos de agroquímicos sobre la fauna íctica neotropical.

Material y Métodos

Los ejemplares de *P. reticulata* fueron obtenidos de un acuario privado de la ciudad de Santa Fe, y los de *C. decemmaculatus* de cultivos propios del Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET). Se aclimataron a las condiciones experimentales durante 5 días antes de iniciado los ensayos, manteniéndoselos en recipientes de 180 litros de capacidad con oxigenación permanente. El alimento utilizado, un "pellet" comercial, fue suspendido 24 hs antes del inicio del bioensayo. Para *Poecilia reticulata* se utilizaron 180 ejemplares con pesos y longitudes medias de 0,25 g y 2,90 cm, respectivamente, en tanto que para *C. decemmaculatus* fueron 210 ejemplares con 0,17 g de peso medio y 2,52 cm de longitud media.

El producto ensayado fue la cipermetrina comercial SHERPA Ò que contiene un 25 % de ingrediente activo en xileno. La selección de las concentraciones finales ensayadas fueron ajustadas con tests preliminares debido al desconocimiento del rango y grado de toxicidad del compuesto en estudio. En función de ello las concentraciones fueron: 100; 60; 36; 21,6 y 13 mg/l para *P. reticulata* y 7,8; 4,7; 2,8; 1,7; 1,0 y 0,6 mg/l para *C. decemmaculatus* y los respectivos testigos. Los ensayos para estimar el CL50-96 hs fueron de tipo estático, sin renovación de las soluciones. Se utilizó un laboratorio climatizado a una temperatura constante de 25°C, fotoperíodo de 12:12 hs y una concentración de oxígeno disuelto que osciló entre 5,5 y 6,2 ppm. El pH se mantuvo entre 8,2 y 8,5, la dureza del agua fue de 212 mg/l CO₃Ca, la alcalinidad de 228 mg/l CO₃Ca y el amonio permaneció por debajo de 0,1 mg/l NH₃.

Los tests de toxicidad se realizaron en recipientes de vidrio de 5 l de capacidad utilizando 10 peces por concentración. Tanto los controles como las soluciones test fueron triplicadas. Las observaciones se efectuaron cada 24 h, registrándose los porcentajes de mortalidad y el comportamiento de los peces.

Los valores de CL50 y sus límites de confianza ($p < 0,05$) fueron estimados por un programa de análisis Probit basado en Finney (13).

Resultados y Discusión

En *P. reticulata* en la más baja concentración de cipermetrina (13 mg/l), la mortalidad al término del ensayo fue de sólo un 3 %, en tanto que con 21,6 y 36 mg/l alcanzaron valores de 10 y 23 %, respectivamente. En contraste, en las concentraciones más altas la mortalidad fue elevada, de tal modo que en 60 µg/l fue de 53 % a las 24 hs y 63 % cumplidas las 96 hs de ensayo; y en la más alta concentración la mortalidad fue total (Figura 1). No se registraron muertos en los grupos testigos.

A partir de la concentración de 21,6 mg/l los peces evidenciaron signos de estrés, con alteraciones en la cantidad y amplitud de los movimientos operculares indicando las dificultades para respirar normalmente. Si bien estos movimientos no fueron cuantificados, no se observaron en los grupos testigos.

El valor de CL50- 24 hs, estimado por el análisis Probit fue de 52,4 mg/l (Tabla 1), siendo los límites de confianza inferior y superior de 46,4 y 59,3,

respectivamente; en tanto que a las 48 hs el CL50 fue ligeramente menor 47,3 mg/l. Finalmente el CL50-96 hs fue de 46,4 mg/l con límites de 40,3 y 53,6, respectivamente.

En los ensayos realizados con *C. decemmaculatus* la mortalidad fue muy elevada en las primeras 24 hs (Figura 2) en las mayores concentraciones (7,8 y 4,7mg/l) alcanzando el 100% y 93%, respectivamente luego de cumplidas las 96 hs. La mortalidad disminuyó con el descenso en las concentraciones, siendo del 80% para 2,8 mg/l; 33% para 1,7 mg/l; 17% para 1,0 mg/l y finalmente 7% para la más baja concentración de 0,6 mg/l.

Las observaciones realizadas en *C. decemmaculatus* en relación al comportamiento y las alteraciones respiratorias fueron similares a las halladas para la otra especie en consideración y comenzaron a manifestarse a partir de la concentración de 2,8 mg/l.

El análisis Probit reveló para *C. decemmaculatus* un valor de CL50-24 hs de 2,62 mg/l (Tabla 2), en tanto el CL50-96 hs fue de 1,84 mg/l.

Figura 1. Porcentaje de mortalidad de *Poecilia reticulata* expuesta a diferentes concentraciones de cipermetrina

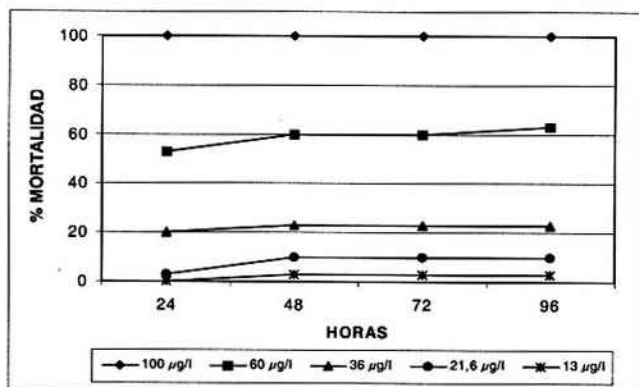


Figura 2. Porcentaje de mortalidad de *Cnesterodon decemmaculatus* expuesto a diferentes concentraciones de cipermetrina

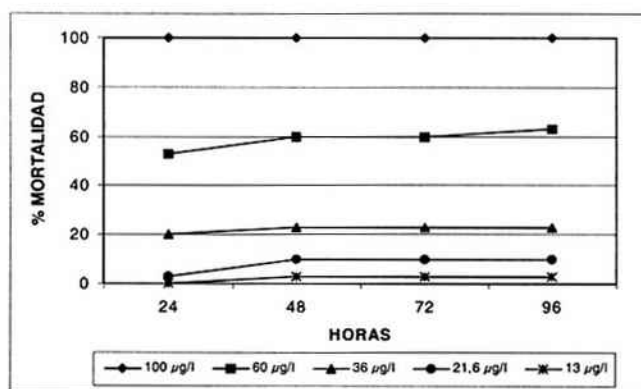


Tabla 1: Valores de CL-50 (mg/L) de cipermetrina para *Poecilia reticulata*

Tiempo (h)	CL 50 (µg/L)	Límite de Confianza	
		Inferior	Superior
24	52,4	46,4	59,3
48	47,3	41,1	54,8
72	47,3	41,1	54,8
96	46,4	40,3	53,6

Tabla 2: Valores de CL-50 (mg/L) de cipermetrina para *Cnesterodon decemmaculatus*

Tiempo (h)	CL 50 (µg/L)	Límite de Confianza	
		Inferior	Superior
24	2,62	2,22	3,11
48	2,01	1,70	2,36
72	1,84	1,58	2,14
96	1,84	1,58	2,14

Como la mayoría de los piretroides, la cipermetrina resulta extremadamente tóxica para la fauna íctica, tanto en campo como en laboratorio, variando ampliamente entre especies y tamaño de ejemplares. Para peces de agua dulce se mencionan valores de CL50 entre 0,4 y 2,8 mg/l (2) para cipermetrina y menores de 10 mg/l para piretroides en general (14). En tal sentido, se hallaron valores de CL50-96 hs de 0,5 mg/l y 1,2 mg/l para los salmónidos *Salmo gairdneri* y *Salmo trutta* respectivamente, y de 0,9-1,1 mg/l y 0,4 mg/l para los ciprínidos *Cyprinus carpio* y *Scardinius erythrophthalmus* (15).

Refiriéndonos específicamente a la fauna íctica neotropical, existen escasos antecedentes sobre los efectos agudos y crónicos del citado compuesto. Domitrovic (16), determinó valores de CL50 para cipermetrina en *Cichlasoma dimerus* ("chanchito") de 18,87 mg/l a las 96 horas.

Analizando el efecto del piretroide en otras comunidades de agua dulce, se encontraron valores muy dispares de CL50. En el camarón dulceacuicola (*Palaemonetes argentinus*) fue de 0,0012 mg/l en un ensayo de toxicidad aguda de 24 horas (17) y en el cangrejo de río (*Trichodactylus borellianus*), el valor de CL50 a 96 horas fue 0,0097 mg/l (Williner & Collins com. pers.)

Los resultados hallados en el presente estudio constituyen un aporte importante al conocimiento de los efectos producidos por agroquímicos sobre la fauna de peces neotropicales, en este caso el de un piretroide, sobre el que no existe información para ser utilizada a los fines comparativos.

Los ensayos realizados evidenciaron la alta toxicidad del compuesto evaluado, aún a muy bajas concentraciones, como así también las diferencias en los valores de CL50 y en el grado de sensibilidad entre ambas especies, a pesar de estar muy emparentadas entre sí por pertenecer a la familia Poeciliidae. En efecto, los valores de toxicidad para *C. decemmaculatus* se corresponden con los hallados para otras especies ícticas, en tanto que los de *P. reticulata* evidencian la alta resistencia de la especie al piretroide en estudio. Las diferencias entre ambas podrían atribuirse al principio de variabilidad biológica citado por Hellawell (5) como uno de los factores que modifican el grado de toxicidad de un compuesto determinado.

Agradecimientos

A Lucrecia Valdeneu (INALI-CONICET) por su valiosa colaboración.

Bibliografía

- 1- CASAFE. Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes 1995. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. 1343 p.
- 2- Environmental Health Criteria 82. 1989. Cypermethrin. World Health Organization Geneva. 1989. 154 pp.
- 3- Amdur, M.O.; J. Doull y Klaassen, C. D. 1991. Toxicology. The Basic Science of Poisons. Pergamon Press. 1033 pp.
- 4- Rand, G.M. y S.R. Petrocelli. 1985. Fundamentals of Aquatic Toxicology. Hemisphere Publishing Corporation. 666 pp
- 5- Hellawell, J.M., 1989: Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier Applied Science. 546 pp.
- 6- Thomson, W. T. 1992. Agricultural Chemicals. Book Y. Insecticides. Thomson Publications. 302 pp.
- 7- Phillip, G. H. y V.H. Rajasree, 1996. Action of cypermethrin on tissue transamination during nitrogen metabolism in *Cyprinus carpio*. Ecotoxicol. Environ. Saf. 34 (2): 174-179
- 8- Salibián, A. y J.L. Marazzo. 1995. Studies on the effects of deltamethrin on sodium net transport through the *in vivo* amphibian skin. Biomedical and Environmental Sciences., 8: 164-168.
- 9- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1987. Agua: Teste de Toxicidade Aguda com Peixes. Parte: Sistema Estático. Norma Cetesb (L5.019-1). Sao Paulo, 28 pp.
- 10- Baptista, I.E.; CH. L. Soares; W.G. Matias y E.B. Lopez. 2000. Avaliação da toxicidade aguda de efluentes de uma industria textil utilizando *Daphnia magna*, *Poecilia reticulata* e *Vibrio fischeri* como bioindicadores. p. 365-377. Ecotoxicologia. Perspectivas para o Século XXI. Sao Carlos. Brasil.
- 11- Ringuet, R.A., R.H. Aramburu, A. Alonso de Aramburu. 1967. Los peces Argentinos de agua dulce. Comisión de Investigación Científica. 602p.
- 12- Di Marzio, W.D; M.E. Saenz; J.A. Alberdi y M.C. Tortorelli. 1996. Protocolo para evaluar la toxicidad aguda sobre *Cnesterodon decemmaculatus* (Pisces, Poeciliidae). Resúmenes X Congreso Argentino de Toxicología, ATA Informa, 33:28.
- 13- Finney, D.J. 1971. Probit analysis, 3rd ed. Cambridge University Press. N.Y. p.668.
- 14- Bradbury, S.P & J.R. Coats. 1989. Toxicokinetics and toxicodynamics of pyrethroid insecticides in fish. Environ. Toxicol.Chem. 8: 373-380.

- 15- Stephenson, R.R. 1982. Aquatic toxicology of cypermethrin. I. Acute toxicity to some freshwater fish and invertebrates in laboratory test. *Aquat. Toxicol.* **2**: 175-85.
- 16- Domitrovic, H.A. 2000. Toxicidad y respuesta histopatológica en *Cichlasoma dimerus* (Piscies, Cichlidae) expuestos a cipermetrina en ensayos de toxicidad aguda. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000. Universidad Nacional del Nordeste.
- 17- Renzulli, P y P. Collins. 2001. Toxicidad aguda de cipermetrina en el camarón dulciacuicola *Palaemonetes argentinus* (Crustacea: Decapoda). Ensayo preliminar. Resúmenes V Congreso Latinoamericano de Ecología.