

## EVALUACIÓN DEL USO DE CIPERMETRINA PARA EL CONTROL DE INSECTOS PREDADORES DE ALEVINES DE PECES EN CAVAS DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA

Plaul SE, García Romero N, Barbeito CG

Cátedra de Histología y Embriología, Facultad de Ciencias Veterinarias,  
UNLP. Calle 60 y 118 CP 1900. La Plata, Argentina.

**RESÚMEN:** Los emprendimientos acuícolas semi-intensivos de cría de peces ornamentales, basan su producción en la siembra de alevines en cavas fertilizadas para el desarrollo de grandes cantidades de zooplancton, alimento de los peces. Los piretroides como la cipermetrina, constituyen una opción económica para combatir distintos insectos que depredan a los alevines. Se utilizaron cuatro cavas las cuales fueron fertilizadas 10 días antes del tratamiento. En ellas, se dispusieron jaulas con alevines de *Carassius auratus* y se administraron dosis de 0,075; 0,15; 0,225 y 0,3 µg/L de cipermetrina al 25 %. Se tomaron muestras de plancton y de peces inmediatamente antes y cinco días después de aplicar el insecticida. Se realizó el recuento de insectos y zooplancton, y el estudio clínico y patológico de los peces. Con las menores concentraciones se controlaron los insectos sin generar lesiones en los peces, pero se observó una leve disminución del plancton. Con 0,225 µg/L se alteró la alimentación de los peces, además se observó hiperemia branquial y congestión esplénica. Con 0,3 µg/L se observó mortandad aguda con hemorragias y necrosis hepática y renal. El presente trabajo permite establecer concentraciones para el control de los depredadores sin generar daños en los peces ni en el plancton.

**PALABRAS CLAVES:** acuicultura, peces ornamentales, cipermetrina, *Carassius auratus*.

## EVALUATION OF THE USE OF CYPERMETHRIN IN THE CONTROL OF PREDATORY INSECTS OF ALEVINS IN AQUACULTURE PONDS

**ABSTRACT:** Semi-intensive aquaculture systems of ornamental fish are based on the sowing of alevins in fertilized ponds. This procedure aims to produce a great amount of zooplankton, which constitutes the main fish food. Pyrethroid pesticides, such as cypermethrin, are widely used to control the activity of predatory insects of fish larvae. Four ponds filled and fertilized 10 days before pesticide application were monitored. Two cages with *Carassius auratus* alevins were placed in each pond. Dose of 0.075; 0.15; 0.225 and 0.3 µg/L of 25% cypermethrin were administered. Plankton and fish samples were taken before the application of the pesticide and 5 days afterwards. It was carried out a count of insects and zooplankton. Clinical and pathological (macro and microscopic) evaluation of the fish was performed. The lowest dose controlled insects partially and does not lead to changes in larvae, but it is responsible for a slight decrease of zooplankton mass. Feeding changes, gills hyperemia and spleen congestion were found in fish treated with 0.225µg/L. Acute death with massive haemorrhages, liver and kidney necrosis were observed with the highest dose. This work allows us to adjust the correct dose of cypermethrin to control depredators without modifying the conditions of fish and plankton.

**KEY WORDS:** aquaculture, ornamental fishes, cypermethrin, *Carassius auratus*.

Fecha de recepción: 12/11/09

Fecha de aprobación: 20/06/10

**Dirección para correspondencia:** S.E. Plaul, Cátedra de Histología y Embriología. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. CC 296, (B1900AVW) La Plata. Argentina.

**E-mail:** [splaul@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:splaul@fcnym.unlp.edu.ar)

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la acuicultura, el cultivo de organismos acuáticos, comenzó a destacarse como disciplina científica y tecnológica. Hasta el momento, las investigaciones en este campo han estado dirigidas principalmente hacia el conocimiento y el control del medio ambiente en el que viven los organismos acuáticos y hacia aspectos fundamentales de su biología como la alimentación y la reproducción.

Los emprendimientos acuícolas semi-intensivos de cría de peces ornamentales basan su esquema de producción en la siembra de larvas en cavas fertilizadas para el desarrollo de grandes cantidades de fito y zooplancton que les servirá como alimento. Uno de los factores ambientales que influyen en la producción de alevines es la presencia de depredadores como larvas y adultos de insectos de los ordenes Odonata, Hemiptera y Coleóptera que pueden causar grandes pérdidas en la producción (1).

Para su control los productores suelen utilizar insecticidas, entre los cuales se hallan los piretroides, el uso de los mismos se amplió a medida que el empleo de los demás pesticidas (organoclorados, carbamatos y organofosforados) disminuyó debido a su alta residualidad, bioacumulación, y al efecto tóxico y carcinogénico para los organismos que no son objeto de control (2). Los piretroides no tienen éstas desventajas, además su costo es bajo y con pequeñas cantidades del producto se consigue eliminar a los insectos. Debido a estas características son considerados por los productores agropecuarios una de las principales armas en el control de artrópodos perjudiciales. Su mecanismo de acción, como el de casi todos los insecticidas, consiste en alterar la transmisión del impulso nervioso en el sistema nervioso central y periférico, específicamente los piretroides alteran la cinética de los canales de  $\text{Na}^+$  (3).

Pese a que su toxicidad es menor que la de otros insecticidas, las concentraciones altas de cipermetrina en el agua son tóxicas e incluso letales para los peces. Dentro de los cambios encontrados en peces de agua dulce sometidos a concentraciones letales de cipermetrina se hallaron: aumento en el movimiento opercular, pérdida del equilibrio, cambios en la coloración, incremento de la secreción de mucus y actividad natatoria irregular (4). En los peces sometidos a concentraciones subletales del tóxico se halló un descenso significativo de proteínas en músculo y riñón (5) cerebro, hígado y branquias (6), modificaciones en el metabolismo lipídico de estos últimos órganos (7) y cambios en la actividad de las enzimas hidrolíticas del tracto gastrointestinal (8).

La abundancia de rotíferos, protozoos, bacterias y la concentración de clorofila de las algas

perifíticas y planctónicas se halla estrechamente relacionada con la concentración de cipermetrina en el medio acuático (9). Este piretroide produce una disminución de muchas especies de crustáceos zooplanctónicos, en los cuales se observa una alteración de la actividad metabólica, el desarrollo y la ecdisis (10), siendo los nauplios de los copépodos, los organismos más sensibles a éstos cambios (11). Debemos resaltar que estos organismos son fundamentales en el mantenimiento del equilibrio del ecosistema que constituyen la cava y las redes tróficas presentes en él.

A partir de éstos antecedentes se planificó un seguimiento en las tareas habituales de un productor de peces ornamentales para determinar los posibles efectos de la aplicación, a diferentes concentraciones, de cipermetrina sobre organismos planctónicos y sobre los peces bajo cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron cinco cavas de tierra de 100  $\text{m}^3$ , las cuales fueron preparadas según la rutina del productor de la siguiente manera:

1) Se arranca toda la vegetación del fondo y se quema.

2) Se extiende una capa de cal viva sobre el fondo, a razón de 150 kg/ha para esterilizar y mejorar la estructura del suelo.

3) Se agrega un fertilizante orgánico (5 tn/ha), con lo cual se asegura un buen crecimiento de los organismos que serán la alimentación de los alevines.

4) Se llenan las cavas y se dejan reposar durante 10 días.

En las mismas se dispusieron dos jaulas de 1  $\text{m}^3$  en donde se sembraron alevines de *C. auratus* en una densidad de 15 individuos/ $\text{m}^3$ .

Se utilizaron concentraciones de 0,075  $\mu\text{g/L}$ ; 0,15  $\mu\text{g/L}$ ; 0,225  $\mu\text{g/L}$  y 0,3  $\mu\text{g/L}$  de Cipermetrina al 25 % por cava. Las muestras de peces, plancton y de insectos se realizaron en tres sectores: en la entrada de agua, en el centro de la cava y en la salida de agua; éstas fueron tomadas previamente al tratamiento y 5 días después del mismo. Se relevaron las variables limnológicas de pH, conductividad, salinidad y temperatura.

En todas las cavas se extrajeron muestras de zooplancton en un perfil vertical, para su extracción se utilizó una red de 50  $\mu\text{m}$  de abertura de malla por la que se filtró 50 litros de agua, luego se fijó con formol bufferado al 7%. La identificación y recuento de organismos se realizó con cámaras de Neubauer; con tamaños de celdas de 50mm x 20mm x 1mm, con un volumen de 1,0 ml; la observación se realizó con microscopio binocular. La abundancia relativa fue expresada en organismos por litro de agua, considerado de la siguiente manera:(-): sin organismos, (+): < 600 org./L, (++) : 600 - 1200 org./L y (+++) : >

1200 org./L. Las muestras de larvas de insectos fueron colectadas utilizando coladores durante una hora y media, realizándose ambos muestreos a la misma hora del día. La observación se realizó bajo lupa binocular, su abundancia se estableció de la siguiente manera: (-): sin organismos, (+): < 8, (++) : 8 - 20 y (+++) : > 20.

Los peces fueron sacrificados mediante punción lumbar, procediéndose luego a la necropsia de los mismos. Se tomaron muestras de branquias, bazo, hígado y riñón, que fueron fijadas en formol bufferado al 10%. Las muestras seleccionadas fueron tratadas según el protocolo habitual para la coloración con Hematoxilina - Eosina (H-E). Por lo que fueron deshidratadas en concentraciones crecientes de alcohol etílico (70°, 90° y 100°), luego aclaradas en xilol. Las muestras se incluyeron en parafina, confeccionándose un taco por cada una de ellas. Los cortes fueron coloreados con hematoxilina y eosina

## RESULTADOS

En todas las cavas se logró controlar a los insectos. En las cavas que contenían dosis

de 0,075 µg/L y 0,15 µg/L no se consiguió la eliminación total de los insectos, pero si una gran disminución de los mismos sin alterar el estado de salud de los peces.

En el recuento de zooplancton de la cava control y de las cavas con 0,075 µg/L y 0,15 µg/L de cipermetrina, se hallaron integrantes del macrozooplancton como copépodos y sus estadios larvales, cladóceros, ostrácodos y rotíferos; también fueron observados ciliados y flagelados como componentes del microzooplancton. En ellas se encontró solamente una leve disminución en la cantidad de zooplancton, siendo los nauplios de los copépodos los más afectados. Estos organismos desaparecieron en su totalidad en las cavas que contenían 0,225 µg/L y 0,3 µg/L.

A una concentración de 0,225 µg/L se detectaron mortalidades subagudas en los peces, con cambios en la conducta de natación y alimentación. El estudio histopatológico de los peces sacrificados nos permitió determinar distintas lesiones. Las branquias se encontraban hiperémicas, con abundancia de eritrocitos en los capilares laminillares. En el riñón se detectó un

**TABLA 1.** Recuento de zooplancton e insectos y lesiones macroscópicas encontradas en los peces presentes en las cavas. Abundancia relativa de zooplancton: (-): sin organismos, (+): < 600 org./L, (++) : 600 - 1200 org./L, (+++) : > 1200 org./L. Abundancia de larvas de insectos: (-): sin organismos, (+): < 8, (++) : 8 - 20 y (+++) : > 20.

**TABLE 1.** Count of insects and zooplankton, macroscopic evaluation of the lesions fish. Relative abundance of zooplankton: (-): negative, (+): < 600 org./L, (++) : 600 - 1200 org./L, (+++) : >1200 org./L. Insects larvae abundance: (-): negative, (+): < 8, (++) : 8 - 20 y (+++) : > 20.

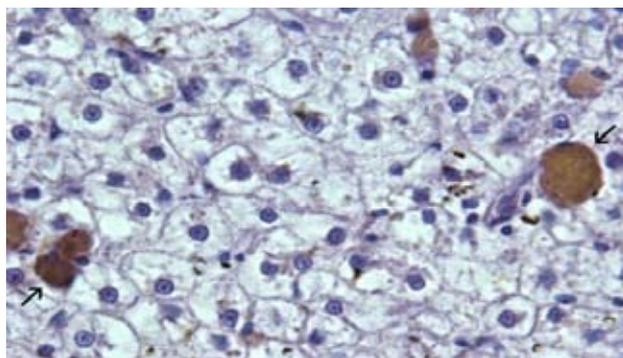
Concentración de cipermetrina	Control	0,075 µg/L	0,15 µg/L	0,225 µg/L	0,3 µg/L
<b>Efecto sobre zooplancton</b>					
Nauplios de Copépodos	+++	++	+	-	-
Rotíferos	+++	+++	+++	++	+
Cladóceros	+++	+++	++	+	-
Ostrácodos	+++	+++	++	+	-
Flagelados	+++	+++	++	+	+
Ciliados	+++	+++	++	+	+
<b>Efecto sobre <i>C. auratus</i></b>					
		Sin alteración	Sin alteración	Mortalidad subaguda, con cambios en la conducta de natación y alimentación.	Mortalidad aguda y total con hemorragias extendidas por todo el cuerpo.
<b>Efecto sobre insectos</b>					
Odonata	+++	+	+	-	-
Hemíptera	+++	+	+	-	-
Coleóptera	+++	+	+	-	-

material acidófilo homogéneo (probablemente de naturaleza proteica) en las células de los túbulos proximales, intermedios y distales, acompañado de dilatación de la luz y congestión de las nefronas. El bazo se encontró congestivo. En el hígado los hepatocitos presentaron degeneración hidrópica.

Con una concentración de 0,3 µg/L la mortalidad fue aguda y total, observándose macroscópicamente hemorragias extendidas por todo el cuerpo del animal. Las alteraciones microscópicas fueron congestión e infiltrado mononuclear, con abundantes linfocitos en todos los órganos muestreados. A nivel de las laminillas branquiales se hallaron sectores con desprendimiento del revestimiento epitelial causados por procesos de edema lamelar. En algunas zonas las laminillas adyacentes se hallaban fusionadas debido a procesos hiperplásicos. Las células mucosas fueron las más afectadas, en ellas se encontró hiperplasia e hipertrofia. En el hígado se hizo evidente que a mayores dosis los daños son más marcados e incluyen cambios vasculares como dilatación de sinusoides y congestión, además de lesiones en el parénquima con zonas de necrosis focal rodeadas por infiltrado inflamatorio. En los cortes de riñón aparece congestión vascular intensa, infiltrado intersticial y necrosis del epitelio tubular acompañada de lesión glomerular.

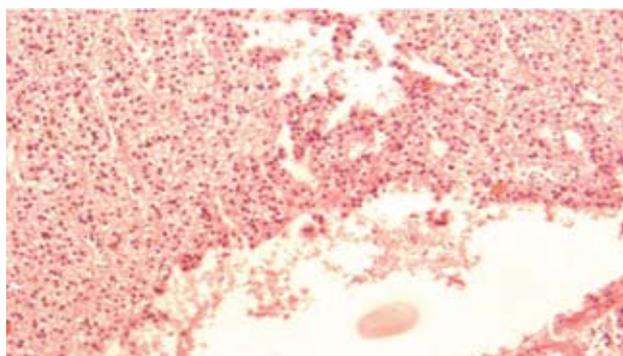
## DISCUSIÓN

Se conoce que la exposición a concentraciones altas de cipermetrina provoca una respuesta letal aguda en los peces durante los primeros días, además los animales que sobreviven muestran efectos subletales como pérdida de peso. Sin embargo, no han sido observadas alteraciones evidentes en los procesos de diferenciación sexual o desarrollo gonadal (12). Según Sprague (13) un factor que podría modificar la toxicidad de los contaminantes es la temperatura. Experimentos realizados con larvas de pejerrey expuestas a diferentes concentraciones de cipermetrina demuestran que hay una correlación negativa con la temperatura del agua (12, 14). Nuestras observaciones concuerdan con las realizadas por Wendt-Rasch (11) y Friberg-Jensen (9) ambos en 2003 quienes señalaron que la aplicación de éste piretroide a concentraciones de 0,13 µg/L y 0,04 - 0,17 µg/L respectivamente, afecta el desarrollo de los crustáceos zooplanctónicos y que los menos perjudicados son los rotíferos. Dentro de los crustáceos los más sensibles son los nauplios de los copépodos, que disminuyeron en número incluso a las concentraciones más bajas, 0,075 µg/L, esta observación coincide con los hallazgos de Wendt-Rasch en 2003 (11) quienes aplicaron dosis de 0,01 µg/L de cipermetrina y también encontraron una disminución de estos organismos. Cuando el tóxico se eliminó del medio, después



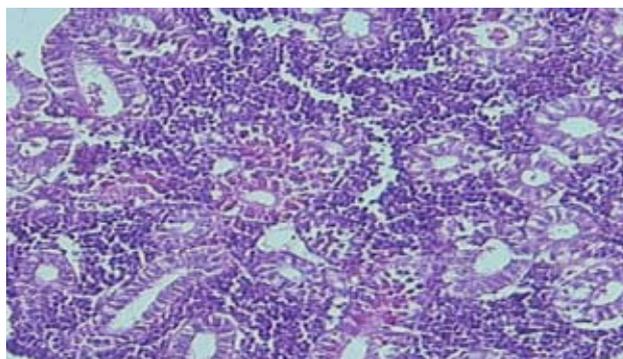
**Figura 1:** Hepatocitos con degeneración hidrópica en hígado de *C. auratus* (0,225 µg/L de cipermetrina al 25%). Las flechas marcan los centros melanomacrofágicos. H-E 40X.

**Figure 1:** Vacuolar degeneration of hepatic cells in *C. auratus* (0.225 µg/L of 25% cypermethrin). H-E 40X. Arrows indicates melanin macrophages centers.



**Figura 2:** Necrosis hepática en *C. auratus* (0,3 µg/L de cipermetrina al 25%). H-E 20X.

**Figure 2:** Hepatic necrosis in *C. auratus* (0.3 µg/L of 25% cypermethrin). H-E 20X.



**Figura 3:** Porción caudal del riñón de *C. auratus* (0,3 µg/L de cipermetrina al 25%). Degeneración hialina de las células tubulares. Infiltrado celular linfocitario. H-E 20X.

**Figure 3:** Hyaline droplet degeneration of tubular epithelial cells of posterior kidney in *C. auratus* (0.3 µg/L of 25% cypermethrin). This change is accompanied by leucocyte infiltration. H-E 20X.

de 10 días, la abundancia de nauplios fue significativamente alta comparada con el control (15), esto sería una respuesta al estrés subletal, en la cual los organismos aumentan su tasa reproductiva o se produce un aumento en la eclosión de los copépodos que se hallaban en estado latente.

En nuestro caso no se pudo evaluar este efecto porque se tomó solamente una muestra.

Las concentraciones mayores de cipermetrina, en cambio, resultaron perjudiciales para todos los organismos acuáticos analizados. Por un lado afectaron de manera directa a los peces produciendo lesiones que los llevaron a la muerte y por otra parte disminuyeron la productividad de zooplancton de la cava y en consecuencia los costos de producción, ya que estos organismos son importantes para los peces debido a que constituyen un alimento natural durante el proceso de cría de los alevines. El zooplancton gracias a la fertilización orgánica se desarrolla activamente y su abundancia relativa varía con el tiempo, adquiriendo mayor importancia a medida que los alevines crecen.

Se conoce que los órganos más susceptibles, en los peces, a la acción de la cipermetrina son el hígado, los músculos y el riñón (16). En el hígado, en concordancia con las observaciones realizadas por Joshi en 2007 (17) y Singh y Singh en 2008 (18), los cambios más notables observados en nuestro trabajo, fueron la vacuolización de los hepatocitos a concentraciones de 0,225 µg/L. Mientras que a la mayor concentración, 0,3 µg/L, la necrosis fue evidente. Si bien no encontramos fibrosis en las regiones perivasculares, como describieron Joshi *et al.* (17) y Singh y Singh (18), esto es seguramente, debido a que los peces fueron sacrificados cinco días después del tratamiento, y para el desarrollo de un proceso fibrótico se requiere de cronicidad en la lesión. Los mencionados autores expusieron a *Heteropneustes fossilis* durante la etapa previa al desove a dosis subletales, 60 días y 45 días respectivamente, y observaron que los hepatocitos se hacían irregulares perdiendo su forma poligonal, se encontraban muy vacuolizados y picnóticos, con extensas áreas de necrosis e iniciación de fibrosis.

Las alteraciones observadas en el examen histopatológico de las branquias de los peces sacrificados coinciden con las lesiones halladas por Kumaraguru en 1982 (19) en *Salmo gairdneri* y por Domitrovic (2000) en *Cichlasoma dimerus*, cuando ambas especies fueron sometidas a concentraciones subletales. Por lo tanto, el efecto parece no depender de la especie estudiada. Los tóxicos, debido a su acción irritante, estimulan la proliferación de las células mucosas de los filamentos y las laminillas branquiales, participando de este modo en su protección (Kumaraguru *et al.*, 1982; Bradbury y Coats, 1989; Haya, 1989), esto se corresponde con la hiperplasia e hipertrofia de estas células observada en nuestro trabajo.

En la bibliografía seleccionada se menciona al riñón como órgano blanco (Lutnicka *et al.* 1999), pero no hemos encontrado datos sobre

los cambios histopatológicos hallados en el mismo, en nuestro trabajo las lesiones encontradas fueron muy evidentes en los peces expuestos a dosis de cipermetrina en comparación con los controles y consistieron en congestión vascular intensa, daño glomerular y dilatación de la luz de los túbulos, e inclusive necrosis del epitelio tubular en los animales expuestos a la concentración mayor.

Nuestros resultados demuestran que los insecticidas, como la cipermetrina, utilizados en las cavas de tierra para el control de insectos depredadores, pueden causar grandes pérdidas que perjudican la producción. Esto es debido a que este piretriode no solo elimina a los insectos perjudiciales sino también a los componentes del macro y microzooplancton que les sirven de alimento a los peces y, además, en altas concentraciones es lesivo para los mismos peces que se están cultivando. Al comparar nuestros resultados con los de otros autores encontramos que las lesiones son inespecíficas, ya que son semejantes en distintas especies de teleósteos. A partir de nuestros resultados consideramos fundamental diseñar un proceso de producción, que contemple cual es la concentración de cipermetrina adecuada para combatir los posibles depredadores de los peces sin alterar de manera significativa al plancton ni generar lesiones en los vertebrados. Los resultados del presente trabajo aportan datos para mejorar las medidas de manejo habituales en los cultivos semi-intensivos de peces ornamentales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FAO Colección: Capacitación. La carpa común. Parte 2. Producción masiva de alevines y jaramugos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma (Italia), 1986; p. 85.
2. EPA. Reconocimiento y Manejo de los Envenenamientos por Pesticidas. 2006. <http://www.epa.gov/oppead1/safety/spanish/healthcare/handbook/Spch4.pdf>
3. Bloomquist JR. Neuroreceptor mechanisms in pyrethroid mode of action and resistance. *Rev. Pestic. Tox.* 1993; 2: 185 – 226.
4. Prashanth MS, David M, Mathed SG. Behavioural changes in freshwater fish, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton) exposed to cypermethrin. *J. Environ. Biol.* 2005; 26(1): 141-144.
5. Begum G. Cypermethrin- induced biochemical perturbations in freshwater fish *Clarias batrachus* at sublethal exposure and after released into freshwater. *Drug. Chem. Toxicol.* 2007; 30(1): 55 – 65.
6. Reddy AT, Yellamma K. Cypermethrin induced changes in nitrogen metabolism of fish, *Tilapia mossambica*. *Biochem. Internat.* 1991; 23(4): 649 – 654.
7. Reddy AT, Ayyanna K, Yellamma K. Cypermethrin induced modulations in lipid metabolism of freshwater

- teleost, *Tilapia mossambica*. *Biochem. Internat.* 1991; 23(5): 963 –967.
8. Simon LM, Laszlo K, Kotorman M, Vertéis A, Bagi K, Nemcsok J. Effects of synthetic pyrethroids and methidation on activities of some digestive enzymes in carp (*Cyprinus carpio* L.). *J. Environ. Sci. Health B.* 1999; 34(5): 819 – 828.
9. Friberg- Jensen U, Wendt-Rasch L, Woin P, Christoffersen K. Effects of the pyrethroid insecticide cypermethrin on a freshwater community studied under field conditions. I. Direct and indirect effects on abundance measures of organisms at different trophic levels. *Aquat. Toxicol.* 2003, 63(4): 357 – 371.
10. Collins P, Cappello S. Cypermethrin toxicity to aquatic life: bioassays for the freshwater prawn *Palaeomonetes argentinus*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2006; 51(1): 79 – 85.
11. Wendt-Rasch L, Friberg- Jensen U, Woin P, Christoffersen K. Effects of the pyrethroid insecticide cypermethrin on a freshwater community studied under field conditions. II. Direct and indirect effects on the species composition. *Aquat. Toxicol.* 2003a; 63(4): 373 – 389.
12. Carriquiriborde P, Díaz J, López GC, Ronco AE, Somoza GM. Effects of cypermethrin chronic exposure and water temperature on survival, growth, sex differentiation, and gonadal developmental stages of *Odontesthes bonariensis* (Teleostei). *Chemosphere.* 2009; 76: 374 – 380.
13. Sprague JB. Factors that modify toxicity. En: Rand, G. M. (Ed.), *Fundamentals of aquatic toxicology: Effects, environmental fate and risk assessment*, 2nd ed. Taylor & Francis. London (Gran Bretaña). 1995; p. 1012 – 1051.
14. Haya K. Toxicity of pyrethroid insecticides to fish. *Environ. Toxicol. Chem.* 1989; 8: 381 – 391.
15. Wendt-Rasch L, Pirzadeh P, Woin P. Effects of metsulfuron methyl and cypermethrin exposure on freshwater model ecosystems. *Aquat. Toxicol.* 2003b; 63(4): 373 – 389.
16. Lutnicka H, Bogacka T, Wolska L. Degradation of pyrethroids in an aquatic ecosystem model. *Wat. Res.* 1999; 33(16): 3441 – 3446.
17. Joshi N, Dharmalata, Sahu AP. Histopathological changes in liver of *Heteropneustes fossilis* exposed to cypermethrin. *J. Environ. Biol.* 2007; 28 (1): 35 – 37.
18. Singh PB, Singh V. Cypermethrin induced histological changes in gonadotrophic cells, liver, gonads, plasma levels of estradiol-17 $\beta$  and 11-ketotestosterone, and sperm motility in *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *Chemosphere.* 2008; 72: 422 – 431.
19. Kumaraguru AK, Beamish FWH, Ferguson HW. Direct and circulatory paths of permethrin (NRDC – 143) causing histopathological changes in the gills of rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Biol.* 1982; 20: 87 – 91.
20. Domitrovic HA Toxicidad y respuesta histopatológica en *Cichlasoma dimerus* (Pisces, Cichlidae) expuestos a cipermetrina en ensayos de toxicidad aguda. *Com. Cient. Tecnol., UNNE, Corrientes, Argentina.* 2000. (on line V-047). [www.unne.edu.ar/cyt/2000/cyt.htm](http://www.unne.edu.ar/cyt/2000/cyt.htm)
21. Bradbury SP, Coats JR. Comparative toxicology of the pyrethroid insecticides. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 1989; 108: 133 – 177.