

**EFEITO DE DIFERENTES FORMULAÇÕES COMERCIAIS DE PESTICIDAS  
SOBRE A ATIVIDADE DA ACETILCOLINESTERASE EM CÉREBRO E  
MÚSCULO DE CARPAS (*CYPRINUS CARPIO* VAR HUNGARA) EXPOSTAS  
EM LAVOURA DE ARROZ**

Bibiana Silveira Moraes<sup>(1)</sup>, Vânia Lúcia Loro<sup>(1)</sup>, Alice Raabe<sup>(1)</sup>, Alexandra Pretto<sup>(1)</sup>, Milene Braga da Fonseca<sup>(1)</sup>, Geovane Boschmann Reimche<sup>(2)</sup>, Luis Antonio de Avila<sup>(3)</sup>, Sérgio Luiz de Oliveira Machado<sup>(2)</sup>, Enio Marchesan<sup>(3)</sup>, Gerson Meneghetti Sarzi Sartori<sup>(3)</sup>.  
<sup>(1)</sup>Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS; <sup>(2)</sup>Departamento de Defesa Fitossanitária da UFSM; <sup>(3)</sup>Departamento de Fitotecnia da UFSM. vaniluc@yahoo.com.br.

Nos últimos anos há um aumento na preocupação com a contaminação ambiental, principalmente no que se refere à contaminação das águas. Um dos fatores que contribui para esta contaminação é o uso freqüente de pesticidas na agricultura (Oruç et al., 2004). As águas que saem das lavouras podem afetar diretamente ou indiretamente a vida de muitos organismos não-alvo, como os peixes (Oruç & Üner, 1999). Os processos de transporte e de impacto sobre organismos não-alvo são coordenados pelas taxas de degradação e pela biodisponibilidade desses pesticidas no solo ou na água. A biodisponibilidade do pesticida depende de suas características físico-químicas, bem como das condições edafoclimáticas onde ele se encontra. Em vista disto é importante o estudo da toxicidade de pesticidas em peixes em condições reais de lavoura. Por isso, foi realizado um experimento em campo experimental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com o objetivo de avaliar o efeito de formulações comerciais de diferentes pesticidas (imazethapyr, clomazone, quinclorac, fipronil e carbofuran) sobre a atividade da enzima acetilcolinesterase em cérebro e músculo de carpa húngara juvenis em lavouras de arroz irrigado. A avaliação da atividade da Acetilcolinesterase foi usada nesse experimento, porque é um dos melhores indicadores de toxicologia em peixes. Os peixes (carpas) obtidos de pisciculturas da região, e pesando aproximadamente 25 gramas, foram transferidos para caixas de 250 litros com temperatura e aeração constantes, permanecendo nesta condição durante dez dias (período de aclimatação) no laboratório de Bioquímica Adaptativa da UFSM antes do início do período experimental. Os peixes receberam alimentação uma vez ao dia com ração comercial Supra<sup>®</sup> (42% de proteína bruta). Logo após o período de aclimatação 180 peixes foram transferidos para a lavoura de arroz irrigado, sendo colocados em refúgios dentro das parcelas (7 x 8m). Os peixes ficaram em gaiolas, as quais tinham dimensão de 0,30m (diâmetro) x 1,05m (comprimento), ou seja, capacidade de 0,073m<sup>3</sup> e densidade de estocagem de 10 peixes por gaiola (sub-amostras). Estes permaneceram expostos nas concentrações utilizadas na lavoura para cada pesticida durante 90 dias. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com seis tratamentos (Tabela 1) e três repetições. Em campo, os peixes também foram alimentados com ração comercial da Supra contendo 42% de proteína bruta uma vez ao dia, o que correspondeu a 5% da biomassa de peixes. Parâmetros de qualidade de água como temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram avaliados diariamente. Semanalmente foram avaliadas as concentrações de amônia, nitrito e alcalinidade (Sipaúba-Tavares, 1994). Os peixes foram coletados aos sete, 30 e 90 dias após a exposição aos pesticidas para a separação de material biológico. Os tecidos (cérebro e músculo) foram removidos e imediatamente congelados a -20°C para posteriores avaliações bioquímicas. A atividade da acetilcolinesterase foi determinada de acordo com Ellman et al. (1961), modificado por Miron et al. 2005. A atividade enzimática foi expressa em  $\mu\text{mol}$  de acetilcolina  $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$  de proteína. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e as médias de cada tratamento com pesticidas foram comparadas com o tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ).

A atividade da acetilcolinesterase (AChE) aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) em cérebro de carpas após 7 dias de exposição as formulações comerciais Only, Facet,

Standak FS 250 e Furadan (Figura 1). O herbicida clomazone (Gamit) não causou alteração na atividade da enzima para ambos tecidos em todos os períodos testados. Isso pode estar relacionado à degradação do clomazone no solo que é mais rápida em condições anaeróbicas que em condições aeróbicas. Em solo anaeróbico, sua meia-vida é de 60 dias (California Department of Pesticides Regulation, 2003), sendo que em lâmina de água de arroz irrigado, a meia-vida do herbicida clomazone é de 25 dias (Santos, 2006).

No músculo, com exceção do inseticida Standak FS 250 (fipronil), também ocorreu um aumento da atividade da enzima após trinta dias de exposição aos mesmos pesticidas. Não ocorreram alterações na atividade da enzima quando os peixes foram expostos aos demais pesticidas e tempos testados. A inibição da atividade da acetilcolinesterase é o efeito tóxico mais pronunciado de pesticidas em peixes, como os observados em cérebro de piavas expostas durante 30 dias à formulação comercial dos herbicidas clomazone e quinclorac em sistema de arroz irrigado (Moraes et al., 2007), e em jundiás expostos em laboratório durante 96 h à formulação comercial do herbicida clomazone (Miron et al., 2005). Outras alterações, como o aumento na atividade desta enzima no tecido cerebral já foi observado em jundiás expostos às formulações comerciais dos herbicidas quinclorac e metsulfuron-metil (Miron et al., 2005). De maneira similar aos resultados mostrados neste estudo, a atividade da acetilcolinesterase aumentou em músculo de piavas expostas durante 30 dias às formulações comerciais dos herbicidas clomazone, propanil e metasulfuron-metil (Moraes et al., 2007). Ao final de 90 dias de exposição dos peixes aos pesticidas, não foi observada alteração na medida da atividade da acetilcolinesterase, e isso pode ser explicado pela degradação dos produtos na água e também pela baixa biodisponibilidade dos produtos no ambiente. Desta forma, os efeitos observados nesse experimento de campo são menores do que aqueles observados em laboratório, demonstrando uma menor toxicidade desses produtos em nível de campo. Porém mais estudos são necessários para elucidar os efeitos das formulações comerciais dos pesticidas sobre peixes.

Tabela 1. Tratamentos com pesticidas na lavoura de arroz irrigado aos quais os peixes foram expostos. Santa Maria, RS, 2007.

| Tratamentos | Nome comercial | Ingrediente ativo     | Concentração do produto comercial | Dose por ha                 |                       |
|-------------|----------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
|             |                |                       |                                   | Produto comercial           | Ingrediente ativo (g) |
| T1          | Controle       | ---                   | ---                               | ---                         | ---                   |
| T2          | Only®          | Imazetapir + imazapic | 75 + 25 g/L                       | 1 L                         | 75 + 25               |
| T3          | Gamit®         | Clomazone             | 500 g/L                           | 1 L                         | 500                   |
| T4          | Facet®         | Quinclorac            | 500 g/Kg                          | 0,75 kg                     | 375                   |
| T5          | Standak®       | Fipronil              | 250 g/L                           | 150 ml/100Kg <sup>(a)</sup> | 37,5                  |
| T6          | Furadan®       | Carbofuran            | 100 g Kg <sup>-1</sup>            | 4,0 kg                      | 400                   |

<sup>(a)</sup> Quantidade de produto comercial por 100 kg de sementes

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALIFORNIA DEPARTMENT OF PESTICIDE REGULATION. Clomazone. Public Report, 2003/l. Acesso em: 25 de maio de 2007. Disponível em: <http://www.cdpr.ca.gov/docs/publicreports/3537.pdf>.

ELLMAN, G.L. et al., A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, v. 7, p. 88-95, 1961.

MIRON, D. et al., Effects of the herbicides clomazone, quinclorac, and metsulfuron methyl on acetylcholinesterase activity in the silver catfish (*Rhamdia quelen*) (Heptapteridae). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 61, p. 398-403, 2005.

MORAES, B. S. et al., Effect of four rice herbicides on some metabolic and toxicology parameters of teleost fish (*Leporinus obtusidens*). **Chemosphere**, v. 68, p. 1597-1601, 2007.

ORUÇ, E. Ö & ÜNER, N., Effects of 2,4 Diamin on some parameters of protein and carbohydrate metabolisms in the serum, muscle and liver of *Cyprinus carpio*. **Environmental Pollution**, v. 105. p. 267-272, 1999.

ORUÇ, E. et al., Tissue-specific oxidative stress responses in fish exposed to 2,4-D and azinphosmethyl. **Comparative Biochemistry and Phisiology Part C**, v. 137. p. 43-51, 2004.

SANTOS, F. M., Alternativas de controle químico do arroz-vermelho e persistência dos herbicidas (Imazethapyr + Imazapic) e clomazone na água e no solo. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 72fls, 2006

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Limnologia aplicada à aquicultura. **Boletim técnico 1**. FUNEP: Jaboticabal, p.120, 1994.

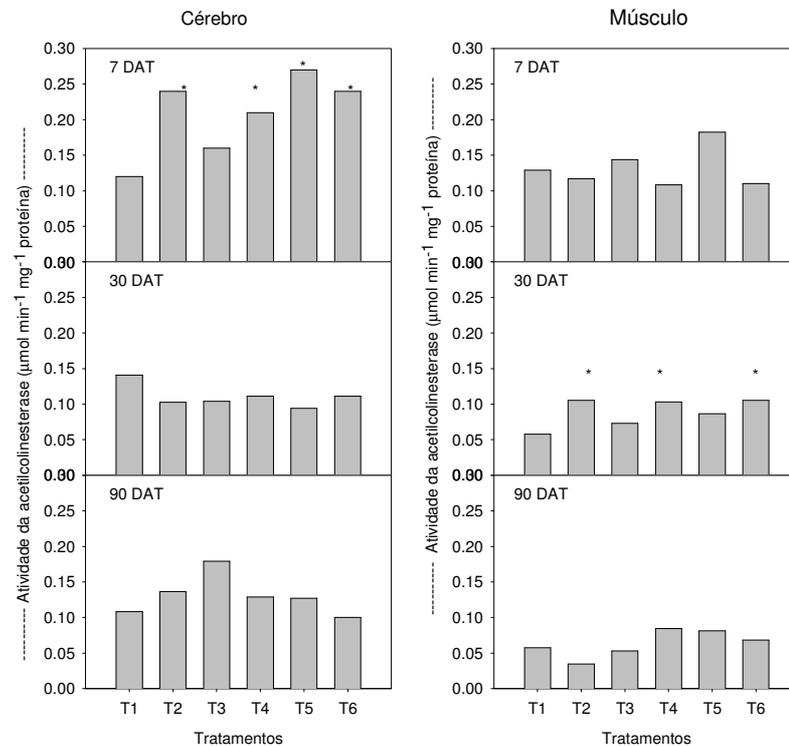


Figura 1. Atividade da enzima acetilcolinesterase (AChE) em cérebro e músculo de *Cyprinus carpio* var. húngara expostas a diferentes pesticidas por sete, 30 e 90 dias. Santa Maria, RS, 2007. Colunas com \* diferem significativamente do controle sem tratamento com pesticida pelo teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ). T1 = testemunha, T2 = Only®, T3 = Gamit®, T4 = Facet®, T5 = Standack® e T6 = Furadan®.