

TOXICIDADE AGUDA DE HERBICIDAS E INSETICIDA UTILIZADOS NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO SOBRE JUVENIS DE CARPA (*Cyprinus carpio*)

CHARRID RESGALLA JUNIOR *

JOSÉ ALBERTO NOLDIN **

ANDRÉ LIMA DOS SANTOS ***

GOSUKE SATO ****

DOMINGOS SÁVIO EBERHARDT *****

A cultura do arroz irrigado apresenta grande importância econômica e social nos Estados de Santa Catarina e no Rio Grande do Sul (Brasil) e destaca-se também pelo uso intenso de agroquímicos, especialmente herbicidas e inseticidas. Experimentos foram conduzidos em laboratório para avaliar a toxicidade aguda de alguns agroquímicos utilizados em arroz irrigado, visando estabelecer as concentrações de risco bem como os possíveis efeitos que tais produtos possam apresentar sobre organismos não alvo. A espécie empregada como indicadora foi a carpa-comum em função da sua utilização em consórcios de arroz com peixe. Foram testados individualmente os herbicidas Ally (Metsulfuron), Gamit (Clomazone), Goal (Oxiflufen), Ronstar (Oxadiazon) e Sirius (Pirazosulfuron) e o inseticida Furadan (Carbofuran). Os resultados indicaram grande variação entre os produtos quanto à toxicidade para a espécie testada. O índice de segurança, estimado pela relação entre a CL₅₀ e a concentração provável utilizada na lavoura, foi de 0,82; 2,76; 5,93; 8,87; 13,94; 4.000 e 7.878, respectivamente para os agroquímicos Furadan, Ronstar, Goal, Facet, Gamit, Sirius e Ally. Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam que os produtos Furadan, Ronstar, Goal, Facet e Gamit apresentam maiores riscos ambientais e cuidados devem ser adotados após a aplicação no sentido de evitar o deslocamento dos mesmos para fora das lavouras. Os herbicidas Ally e Sirius apresentam valores elevados de CL₅₀, demonstrando baixa toxicidade para carpa.

PALAVRAS-CHAVE: AGROTÓXICOS; RISCOS AMBIENTAIS; PEIXES.

* Oceanógrafo, M.Sc., Professor da Universidade do Vale do Itajaí (Univali/CTTmar), Itajaí, SC. (e-mail: resgalla@cttmar.univali.br).

** Eng. Agr., Ph.D., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, Itajaí, SC. (e-mail: noldin@epagri.rct-sc.br).

*** Acadêmico, Curso de Oceanografia, Univali/CTTmar, Itajaí, SC.

**** Biólogo, Dr., Epagri/Campo Experimental de Piscicultura de Camboriú, Camboriú, SC. (e-mail: cepc.sc@matrix.com.br).

***** Eng. Agr., M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Itajaí, Itajaí, SC.

1 INTRODUÇÃO

Os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina são os maiores produtores de arroz irrigado no Brasil, com aproximadamente 1,1 milhão de hectares cultivados na safra 2001/02. O sistema de cultivo predominante no Rio Grande do Sul é a semeadura em solo drenado, seguido pela inundação 20-30 dias após a emergência do arroz. Na totalidade da área cultivada em Santa Catarina (130 mil ha) e aproximadamente em 110 mil hectares do Rio Grande do Sul é utilizado o sistema pré-germinado, no qual a inundação da área inicia-se já na fase de preparo do solo (INSTITUTO CEPA, 2002; IRGA, 2001 e 2002).

A cultura do arroz irrigado no sul do Brasil caracteriza-se também pelo uso intenso de diversos agroquímicos, principalmente, herbicidas, inseticidas e adubos químicos, além do emprego esporádico de fungicidas. Na maioria das lavouras, as aplicações dos agroquímicos são seguidas pela inundação ou em muitos casos, como no sistema pré-germinado, os produtos, especialmente alguns herbicidas e inseticidas, são aplicados diretamente na lâmina de água (IRGA, 2001). Dependendo do tipo de manejo de água adotado pelos produtores e das condições de precipitação pluviométrica após as aplicações existe o risco dos resíduos dos agroquímicos serem carregados para fora da lavoura, afetando os organismos aquáticos nas águas a jusante. Em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, produtores de arroz irrigado adotam a prática da rizipiscicultura que poderia ser diretamente afetada pela utilização desses produtos. Durante as etapas iniciais de desenvolvimento da rizipiscicultura pode haver necessidade do uso de herbicidas para o controle de algumas espécies de plantas daninhas, especialmente aquáticas, ou até mesmo de inseticidas.

Diversos agroquímicos registrados são indicados para uso na cultura do arroz irrigado no sul do Brasil (EPAGRI, 1998; IRGA, 2001), mas existe carência de informações sobre a toxicidade desses produtos para os organismos não alvo. Nos casos em que algumas informações estão disponíveis os testes foram realizados com organismos protocolados, comumente, não encontrados no ambiente de cultivo do arroz irrigado (FLECK, 2000). São poucos os trabalhos desenvolvidos no Brasil para a avaliação da toxicidade de inseticidas e herbicidas sobre espécies de peixes sujeitas ao efeito dos produtos utilizados nas lavouras de arroz irrigado. Merecem destaque os experimentos efetuados por JONSSON e MAIA (1998), DEPRÁ et al. (1989a e 1989b) e MACHADO et al. (2001). DEPRÁ et al. (1989a e 1989b) relataram experimentos conduzidos em condições controladas para avaliar o nível de toxicidade de inseticidas sobre uma espécie de lambari (*Astyanax eigenmanniorum*), encontrada

nos açudes e riachos na região de Santa Maria (RS). Observaram que o inseticida Carbaril causou mortalidade nos peixes a partir de concentração três vezes superior a provável dose comercial utilizada na lavoura (1 mg L^{-1}). No entanto, o inseticida Clorpirifós apresentou toxicidade mais elevada para lambaris. Nesse caso, o nível máximo de tolerância observado foi de 10 mg L^{-1} , enquanto a dose comercial normalmente utilizada na lavoura é de 240 mg L^{-1} , (DEPRÁ et al., 1989b).

Em trabalho mais recente, MACHADO et al. (2001) avaliaram o desenvolvimento inicial de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) em água proveniente de lavouras de arroz irrigado. A água foi tratada com os herbicidas Metsulfuron, Clomazone e Quinclorac aplicados nas doses normalmente utilizadas na lavoura. Verificaram que os alevinos de jundiá não demonstraram sinais aparentes de intoxicação que se refletissem negativamente no ganho de peso e no desenvolvimento inicial da referida espécie, com sobrevivência de praticamente 100% dos alevinos no período de 45 dias de duração do experimento.

O uso dos testes de toxicidade permite avaliar o potencial deletério que alguns químicos podem exercer sobre a biota aquática, sob condições controladas de laboratório (RAND e PETROCELLI, 1985).

É de fundamental importância a avaliação da toxicidade dos agroquímicos sobre organismos não alvo, utilizando para tanto espécies bioindicadoras como peixes que ocupam o topo da cadeia alimentar. Esses testes permitem o reconhecimento dos produtos químicos que apresentam menores riscos de impacto ambiental e toxicidade, além de identificar aqueles que poderiam ser utilizados nas lavouras de arroz consorciado com peixes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade aguda de alguns agroquímicos utilizados na cultura de arroz irrigado sobre juvenis de carpa (*Cyprinus carpio*), buscando estabelecer limites de concentrações de risco dos produtos avaliados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia dos testes de toxicidade aguda seguiu as normas estabelecidas pela CETESB (1987). Foram utilizados juvenis de carpa, com comprimento variando entre 2 e 8 cm, provenientes das Estações de Piscicultura da EPAGRI, Camboriú (SC) e da Fundação de Piscicultura Integrada do Vale do Itajaí (FUNPIVI), Timbó (SC). A escolha da carpa para a realização deste estudo fundamentou-se na disponibilidade, boa adaptação às condições laboratoriais e o baixo custo desse organismo.

Além disso, trata-se de espécie normalmente utilizada nos consórcios com a rizicultura.

Os produtos utilizados nos testes foram os herbicidas Ally 600 GD (Metsulfuron-metil), Facet PM (500 g kg⁻¹ de Quinclorac), Gamit 500 CE (Clomazone), Goal BR (240 g kg⁻¹ de Oxifluorfen), Ronstar 250 BR (Oxadiazon) e Sirius 250 SC (Pirazosulfuron), além do inseticida Furadan 50 G (Carbofuran). Cada produto foi testado em seis concentrações estabelecidas em testes preliminares para cada produto. Os frascos testes com capacidade de 3 litros continham 10 juvenis de carpa, mantidos em incubadoras com iluminação artificial e fotoperíodo de 12 horas, a 25 °C ± 2 °C. A duração do teste foi de 96 horas. Diariamente, a solução teste foi renovada para repor as concentrações de oxigênio dissolvido, bem como para manter constante as concentrações dos produtos testados. O sistema de teste foi do tipo semi-estático em inanição. A água utilizada foi obtida em fonte natural de nascente do bairro de Cabeçadas, município de Itajaí (SC) ou da própria Estação de piscicultura da Epagri, Camboriú (SC).

Os dados foram analisados segundo as recomendações do EPA (1991). Os valores de CL₅₀ (concentração capaz de matar 50% dos indivíduos até 96 horas após o início do teste) foram comparados com as concentrações prováveis observadas no ambiente, calculadas pela dose recomendada pelo fabricante (EPAGRI, 1998; RODRIGUES e ALMEIDA, 1998) e considerando lâmina de água de irrigação na lavoura de 10 cm.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados nos testes indicaram grande variação entre os agroquímicos testados quanto a sua toxicidade (expressa pelos valores de CL₅₀), bem como pelo índice de segurança (estimado pela divisão da CL₅₀ pela concentração provável utilizada na lavoura). Assim, quanto maior o valor do índice, menor seria o risco desses produtos causarem efeito letal sobre os organismos. O índice de risco estimado para carpa foi de 0,82; 2,76; 5,93; 8,87; 13,94; 4.000 e 7.878, respectivamente para os produtos Furadan, Ronstar, Goal, Facet, Gamit, Sirius e Ally (Tabela 1).

As concentrações dos agentes químicos que causam efeito de mortalidade ou letalidade (CL₅₀) são muito superiores às concentrações estabelecidas para efeitos metabólicos ou sub-letais, evidenciando resultados superiores aos encontrados no ambiente. Esse fato limita a utilização dos valores de CL₅₀, tornando-os práticos somente para situações críticas. De qualquer forma, pode-se dizer que os produtos Ally

e Sirius apresentam índices de segurança altos, muito acima das concentrações recomendadas para o seu uso na lavoura. Segundo SOLOMON (1997) índices de segurança superiores a 20 demonstram produtos com menor risco de impacto ambiental. Para os produtos Gamit, Facet, Ronstar, Furadan e Goal a diferença entre a CL₅₀ e a concentração recomendada pelo fabricante estão próximas, indicando maior potencial de risco no uso desses produtos. Tais resultados alertam para os cuidados que devem envolver a utilização dos mesmos na cultura de arroz, especialmente com relação a circulação de água na lavoura após a aplicação.

TABELA 1 - VALORES De CL₅₀, 96 HORAS, CONCENTRAÇÕES RECOMENDADAS PELO FABRICANTE, ÍNDICE DE SEGURANÇA, MEIA VIDA NO SOLO, CONSTANTE DE PARTIÇÃO OCTANO-ÁGUA (K_{ow}) E CLASSES TOXICOLÓGICAS DE AGROQUÍMICOS UTILIZADOS EM ARROZ IRRIGADO, UNIVALI/EPAGRI, ITAJAÍ (SC) - 2001

Par metros	Sirius	Ronstar	Furadan	Goal	Facet	Gamit	Ally
Grupo químico	Pirazosulfuron	Oxadiazon	Carbofuran	Oxifluorfen	Quinclorac	Clomazone	Metsulfuron
Concentrações testadas	0 a 0,48 (mL L ⁻¹)	1,25 a 40 (mL L ⁻¹)	0,75 a 30 (mg L ⁻¹)	0,5 a 16 (mL L ⁻¹)	1 a 32 (mg L ⁻¹)	1,4 a 44,5 (mL L ⁻¹)	1 a 64 (mL L ⁻¹)
CL ₅₀ , 96 horas	0,32 (mL L ⁻¹)	6,91 (mL L ⁻¹)	12,25 (mg L ⁻¹)	5,93 (mL L ⁻¹)	6,65 (mg L ⁻¹)	19,52 (mL L ⁻¹)	26 (mg L ⁻¹)
Concentração recomendada ¹	0,08 (mL L ⁻¹)	2,5 (mL L ⁻¹)	15 (mg L ⁻¹)	1,0 (mL L ⁻¹)	0,75 (mg L ⁻¹)	1,4 (mL L ⁻¹)	3,3 (g L ⁻¹)
Índice de segurança ²	4000	2,76	0,82	5,93	8,87	13,94	7878
Meia vida no solo ³	7 a 15 dias	14 a 42 dias	2 a 110 dias ⁴	30 a 40 dias	-	15 a 40 dias	30 a 120 dias
K _{ow} ³	-	-	114-232 ⁴	-	0,07	350	0,018-1,0
Classe toxicológica ¹	IV	II	I	II	III	II	III

¹ IRGA, 2001; EPAGRI, 1998; ² Índice de segurança = CL₅₀/concentração recomendada;

³ RODRIGUES e ALMEIDA (1998); ⁴ FRELLO (1998).

A ação toxicológica de compostos orgânicos, como os agroquímicos, apresenta efeitos mais ou menos específicos nos distúrbios neurológicos e na inibição enzimática (HOFFMAN et al., 1995), embora diferenciados para o homem, animais, plantas e insetos. Da mesma forma, o índice de segurança também pode ser utilizado quanto ao critério de seletividade do produto, sendo os herbicidas Ally e Sirius específicos na ação sobre vegetais (SOLOMON, 1997).

A classe toxicológica de determinado produto está baseada não só nos valores de CL_{50} , mas na integração de suas características físico-químicas, envolvendo sua persistência ou degradação (meia vida, constantes de hidrólise, fotólise e outros) e capacidade de bioconcentrar (K_{ow}) (FOLONI, 1997). Assim, os produtos Gamit e Furadan seriam os mais críticos dentre as substâncias testadas (Tabela 1).

Na Tabela 2 são apresentados os valores de CL_{50} obtidos por outros autores com outras espécies de peixes. Para efeito de comparação, a carpa utilizada neste trabalho mostrou maior resistência apenas para o inseticida Furadan, ficando próxima à sensibilidade das outras espécies quando foram utilizados herbicidas nos testes de toxicidade.

TABELA 2 - VALORES DE CL_{50} PARA DIFERENTES ESPÉCIES DE PEIXES UTILIZANDO OS HERBICIDAS GOAL E SIRIUS E O INSETICIDA FURADAN

INGREDIENTE	ESP. CIE/TESTE			
	Peixe azulado (<i>Lepomis macrochirus</i>) CL_{50} , 96h	Truta arco-íris (<i>Salmo gairdineri</i>) CL_{50} , 96h	Barrigudinho (<i>Poecilia reticulata</i>) CL_{50} , 48h	Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>) CL_{50} , 96h
ATIVO				
Oxyflufen (Goal)	0,4 mg/L*	0,2 mg/L*	-	1,4 mg/L
Pirazosulfuron (Sirius)	-	> 180 mg/L*	-	80 mg/L
Carbofuran (Furadan)	-	-	0,165 mg/L**	0,612 mg/L

* FLECK, 2000.

** FRELLO, 1998.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que os produtos Furadan, Ronstar, Goal, Facet e Gamit oferecem maiores riscos ambientais e cuidados devem ser adotados após sua aplicação no sentido de evitar o deslocamento dos mesmos para fora das lavouras. Os herbicidas Ally e Sirius apresentaram valores elevados de CL₅₀, demonstrando baixa toxicidade para alevinos de carpa.

Existe ainda a necessidade de se avaliar o grau de toxicidade aguda desses e de outros compostos para outros organismos aquáticos além da carpa, visando diagnóstico mais realístico dos riscos do impacto ambiental causado pelos agroquímicos utilizados na cultura do arroz irrigado.

Abstract

ACUTE TOXICITY OF HERBICIDES AND INSECTICIDES APPLIED IN WATER-SEEDED RICE TO JUVENILE CARP (*Cyprinus carpio*)

The water-seeded rice culture presents great economical and social importance in the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul and stands out by the intense utilization of agro-chemicals, mainly herbicides and insecticides. Studies were carried out in laboratory to evaluate the acute toxicity of some agro-chemicals utilized in water seeded rice, aiming to establish the risk concentrations as well as positive effects with the products may present in non-target organisms. The species used as indicator was common carp (*Cyprinus carpio*), in function of its utilization in association of rice and fish. The herbicides Ally (Metsulfuron-methyl), Gamit (Clomazone), Goal (Oxyfluorfen), Ronstar (Oxadiazon) and Sirius (Pyrazosulfuron) and the insecticide Furadan (Carbofuran) were tested, individually, in variable concentrations. The results suggested large variation among chemicals in the toxicity to carp. The risk index, estimated dividing the CL₅₀ by the estimated concentration found in the field considering the label rate, was 0,82; 2,76; 5,93; 8,87; 13,94; 4.000 and 7.878; respectively for Furadan, Ronstar, Goal, Facet, Gamit, Sirius and Ally. The results of this work shows evidences that the insecticide Furadan, and the herbicides Ronstar, Goal, Facet and Gamit present greater environmental risks and manners should be adopted after the application in the sense of avoiding the deslocation for outside plantations. The CL₅₀ 96 hours to carp for the herbicides Ally and Sirius is very high, showing low toxicity to *Cyprinus carpio*.

KEY-WORDS: PESTICIDES; ENVIRONMENTAL RISKS; FISH.

REFERÊNCIAS

- 1 CETESB. **Água:** teste de toxicidade aguda com peixes: Parte II - sistema semi-estático. São Paulo, 1987. 13 p.

- 2 DEPRÁ, G.T; LINK, D.; BEHR, E.; LOPES, J.M.; MALESNIK, E.V. Nível tóxico de inseticidas para lambari. 1. Carbaril. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: IRGA, 1989a. p.459-465.
- 3 DEPRÁ, G.T; LINK, D.; LOPES, J.M.; BEHR, E. Nível tóxico de inseticidas para lambari. 2. Clorpirifós. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 18., 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: IRGA, 1989b. p.466-471.
- 4 EPA. Environmental Protection Agency. **Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms.** 4th ed. Washington, 1991. 293 p.
- 5 FLECK, N.G. **Controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado através da aplicação de herbicidas com ação seletiva.** Porto Alegre: Ed. do Autor, 2000. 32 p.
- 6 FOLONI, L.L. Avaliação da periculosidade ambiental segundo a nova proposta do IBAMA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., Caxambu. **Anais...** Caxambu, MG: SBCPD, 1997. p.175-189.
- 7 FRELLO, C.P. **Avaliação da toxicidade aguda do agrotóxico Carbofuran utilizando reativos biológicos: *Poecila reticulata* e *Daphnia magna*.** Florianópolis, 1998. 96 p. Tese (Mestrado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.
- 8 HOFFMAN, D.J.; RATTNER, B.A.; BURTON JR., G.A.; CAIRNS JR., J. **Handbook of ecotoxicology.** Boca Raton: Lewis, 1995. 755 p.
- 9 INSTITUTO CEPA. **Acompanhamento conjuntural da agricultura catarinense.** Disponível em: <<http://www.icepa.com.br>>. Acesso em: 2 jun. 2002.

- 10 IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Acompanhamento semanal da colheita**. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br>>. Acesso em: 2 junho 2002.
- 11 IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Porto Alegre, RS, 2001. 128 p.
- 12 JONSSON, C.M.; MAIA, A. de H.N. Toxicidade aguda do herbicida Clomazone no peixe *Hyphessobrycon scholzei*: avaliação da concentração letal mediana e de alterações no conteúdo de nutrientes. **Pesticidas**: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v. 8, p. 101-110, jan./dez. 1998.
- 13 MACHADO, S. L. de O.; BALDISSEROTTO, B.; MARCHEZAN, E.; VIEIRA, V.P.; MIRON, D. dos S.; SILVA, L.V.F. da; GOLOMBIESKI, I. Desenvolvimento inicial de alevinos de jundiá [*Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824)] em água de lavoura de arroz irrigado tratada com herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: IRGA, 2001. p.818-820.
- 14 RAND, G.M.; PETROCELLI, S.R. **Fundamentals of aquatic toxicology**. New York: Taylor & Francis, 1985. 666 p.
- 15 RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: Ed. dos Autores, 1998. 648 p.
- 16 SANTA CATARINA. EPAGRI. **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina: pré-germinado**. Florianópolis, 1998. 79 p. (EPAGRI. Sistemas de Produção, 32).
- 17 SOLOMON, K.R. Advances in the evaluation of the toxicological risks of herbicides to the environment. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., Caxambu. **Anais...** Caxambu, MG: SBCPD, 1997. p.163-172.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologias Agropecuárias para o Brasil (Prodetaab), executado através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Rural Sustentável do Estado de Santa Catarina (Fundagro), Conv. Fundagro/Prodetaab 77-1/98, pelo apoio financeiro e administrativo, respectivamente, para a execução deste trabalho.