

## 79. DISSIPAÇÃO E PERSISTÊNCIA DE HERBICIDAS EM LAVOURAS DE ARROZ IRRIGADO

Sérgio Luiz de O. Machado<sup>1</sup>; Marcelo B. Peters<sup>2</sup>; Geovane B. Reimche<sup>2</sup>; Sandra C. Peixoto<sup>2</sup>; Paulo F. S. Massoni<sup>2</sup>; Renato Zanella<sup>2</sup>; Luis Antônio de Avila<sup>2</sup>; Enio Marchesan<sup>2</sup>

Palavras-chave: agrotóxicos, persistência, HPLC

### INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável de reservas limitadas e demanda crescente. A orizicultura irrigada tem sido considerada como atividade potencialmente poluidora. Os agrotóxicos usados na orizicultura são diversos, alguns com baixa toxicidade e degradação rápida no ambiente. Todavia, há os que oferecem alto risco ambiental. A quantidade de herbicidas que atingem os mananciais hídricos é geralmente baixa; em parte devido a baixa solubilidade e a diluição dos herbicidas em água (CAPRI, 1999). Herbicidas persistentes e com grande mobilidade no ambiente têm sido detectado em águas de superfície (NOHARA & IWAKUMA, 1996; MARCHESAN et al., 2007) representando risco para o ambiente, especialmente para a qualidade da água. Na maioria das lavouras de arroz, a aplicação dos herbicidas é seguida pela inundação da área e, dependendo do manejo de água e da precipitação pluvial, os herbicidas podem persistir por maior tempo no ambiente e ser transportados para fora da lavoura, contaminando os mananciais hídricos a jusante da lavoura. Por isso, o presente trabalho visou estimar a dissipação e a persistência dos herbicidas imazethapyr, imazapic, bispiribac-sodium, penoxsulam e quinclorac em lâmina de água da lavoura de arroz irrigado.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2007/08, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da UFSM, em área de várzea. O solo é classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico, com as seguintes características:  $\text{pH}_{\text{água}}(1:1) = 5,0$ ;  $\text{CTC} = 8,7 \text{ cmol}_c \text{ L}^{-1}$ ;  $\text{P} = 19,9 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 80 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{MO} = 3,0\%$ ;  $\text{Ca} = 2,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 1,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 1,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; e argila = 12,9%. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições, com unidades experimentais medindo  $9,7 \times 7,6 \text{ m}$  ( $73,7 \text{ m}^2$ ). Os tratamentos constituíram da aplicação da mistura formulada de imazethapyr e imazapic ( $75 + 25 \text{ g L}^{-1}$ ), bispiribac-sodium ( $50 \text{ g L}^{-1}$ ), penoxsulam ( $48 \text{ g L}^{-1}$ ), clomazone ( $600 \text{ g L}^{-1}$ ), quinclorac ( $375 \text{ g kg}^{-1}$ ). O cultivar IRGA 422 CL foi semeado em linhas espaçadas de 0,17 m na densidade de  $120 \text{ kg}$  de sementes  $\text{ha}^{-1}$  em sistema de semeadura direta. Juntamente com a semeadura do arroz, foi realizada a adubação de base, aplicando-se  $7, 70$  e  $105 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente. Para adubação de cobertura, foram utilizados  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na forma de uréia, aplicando-se a metade da dose no início do perfilhamento (V4) e o restante na iniciação da panícula (R0), segundo escala de Counce et al. (2000). A aplicação dos herbicidas foi realizada utilizando-se pulverizador costal pressurizado com  $\text{CO}_2$  munido de quatro pontas 110 015 do tipo leque, calibrado para aplicar uma vazão de  $125 \text{ L ha}^{-1}$ , em pós-emergência, aos 16 dias após a emergência (DAE), quando a maioria das plantas do arroz se encontrava no estágio V4, ou seja, com quatro folhas formadas. A inundação da área foi realizada seis horas após a aplicação dos herbicidas, mantendo-se a lâmina d'água constante (10 cm). Cada parcela foi separada por taipas, com entrada e saída de água individual, como forma de evitar a contaminação entre os tratamentos, sendo a irrigação mantida durante todo o ciclo da cultura. Foram realizadas ainda coletas de água, em cada parcela, no 1º, 2º, 3º, 5º, 7º, 10º, 14º, 21º, 28º, 35º, 42º, 49º, 56º, 63º, 70º, 77º, 84º e 91º dias após a inundação. Após cada coleta, as amostras foram armazenadas em frasco de vidro âmbar, acidificadas com  $\text{H}_3\text{PO}_4$  1:1 (v.v.<sup>-1</sup>) e, sob refrigeração, transportadas para a análise química no Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Defesa Fitossanitária, Sala 3231ª, Prédio 42, UFSM, CEP 97105-900. E-mail: slomachado@yahoo.com.br.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria.

(LARP) do Departamento de Química da UFSM, para análise conforme metodologia descrita por Zanella et al. (2003). Alíquota de 250 mL de amostra foi acidificada e pré-concentrada em cartuchos contendo 200 mg de C<sub>18</sub>, sendo a eluição executada por duas vezes com 500 µL de metanol. A detecção e a quantificação dos herbicidas foram realizadas utilizando-se HPLC-UV, a 220 nm, munidas de uma coluna Bondesil C<sub>18</sub> (250 × 4,6 mm i.d; 5 µm), com fase móvel constituída de metanol e água (60:40 v v<sup>-1</sup>), ajustada a pH 4,0 com ácido fosfórico, com vazão de 0,8 mL min<sup>-1</sup>. O logaritmo natural da concentração restante de cada herbicida [ln (C/Co)] foi calculado e, através da plotagem desse valor com o tempo em horas, foi obtida a constante da taxa de dissipação dos herbicidas na água (k<sub>p</sub>). Os valores da meia-vida dos herbicidas foram calculados usando a equação:

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k_p}$$

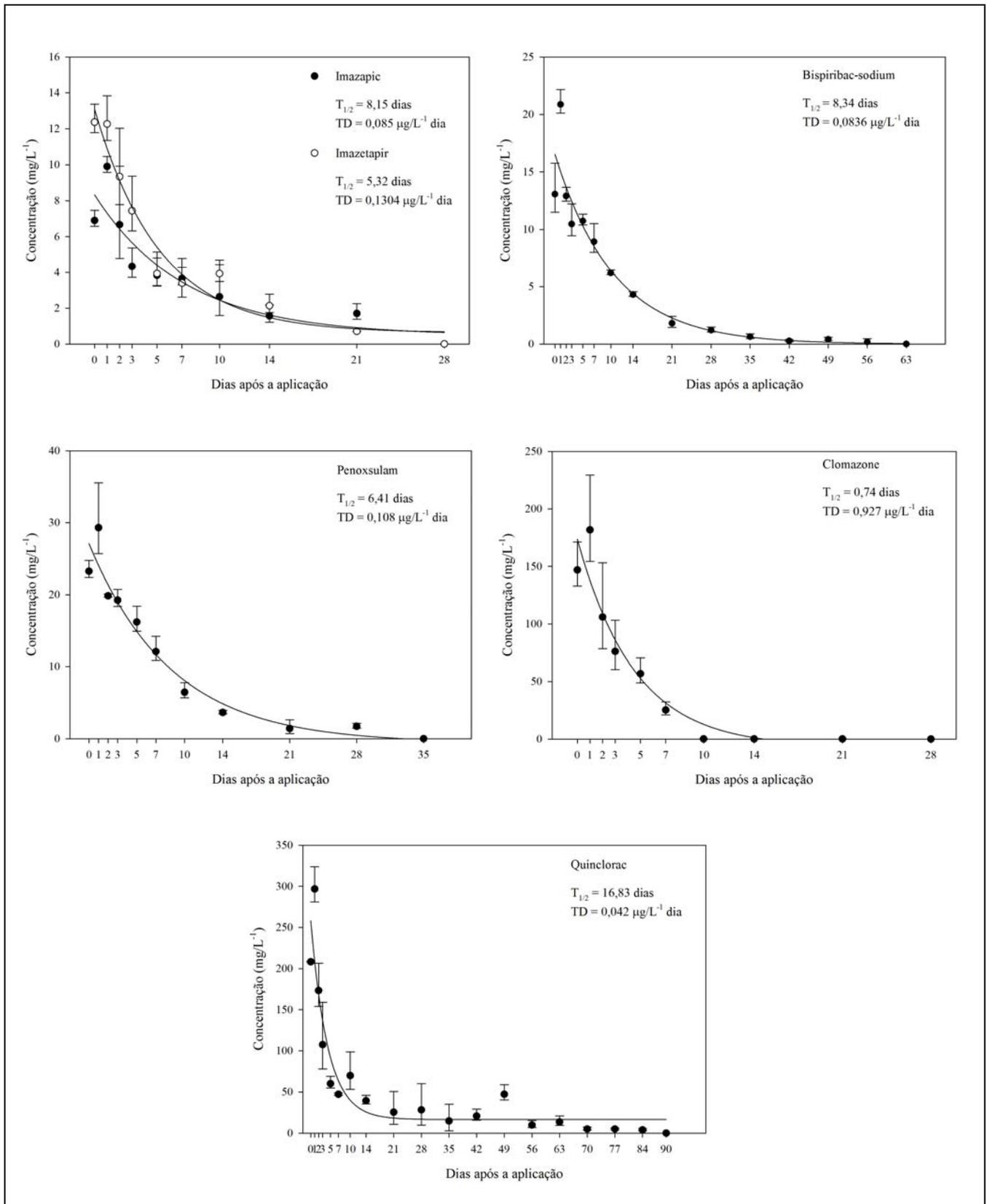
sendo k<sub>p</sub> o valor absoluto da inclinação e a taxa de dissipação dos herbicidas na água.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração dos herbicidas decresceu em função do tempo e variou entre os herbicidas analisados (Figura 1). Esse decréscimo pode ser explicado pela existência de condições climáticas favoráveis à degradação; que demonstram consistência e concordância com dados já reportados (CAPRI et al., 1999; MACHADO et al., 2003). Imazapic apresentou t<sub>1/2</sub> de 8,15 dias. A reduzida concentração deste herbicida na água pode ser atribuída ao elevado K<sub>oc</sub> reduzindo a biodisponibilidade. Imazethapyr apresentou t<sub>1/2</sub> de 5,32 dias, portanto menor que a do imazapic. Para imazetapir foram detectadas concentrações na água de irrigação até 21 dias após aplicação, corroborando os resultados obtidos por Marcolin et al. (2003), detectado até aos 32 dias. Já, bispiribac-sodium apresentou t<sub>1/2</sub> de 8,3 dias e persistência na água de 56 dias, mostrando-se estável em água; fato este relatado por Senseman (2007) para a faixa de pH entre 5 e 9. Por sua vez, Macedo et al. (2005) reportaram a persistência de 31 dias desse herbicida na água com o arroz estabelecido no sistema pré-germinado. Para penoxsulan foi constatada t<sub>1/2</sub> de 6,41 dias e detecção na água em até 28 dias. Jabusch et al. (2006) relataram valores de meia-vida variáveis de 5,2 a 12,8 dias em condições de ambiente anaeróbico, sugerindo ser a atividade microbiana uma das principais formas de degradação desse herbicida em áreas de arroz irrigado. A meia-vida curta do clomazone em água (t<sub>1/2</sub> = 0,75 dias) indica sua rápida dissipação em condições anaeróbicas, corroborando com as informações do Departamento da Regulação de Pesticidas da Califórnia (2003). Dentre os herbicidas, quinclorac apresentou maior meia-vida (t<sub>1/2</sub> = 16,8 dias) sendo detectado na água até 84 dias; ao contrapartida com os resultados obtidos em testes de laboratório (CROSBY, 2003). Provavelmente, a alta persistência do quinclorac deve-se a forte sorção ao sedimento (LAVY et al. (1997).

## CONCLUSÕES

Em lavouras de arroz irrigado, deve-se reter a água pelo maior tempo possível, variável com o herbicida aplicado. Neste estudo, o tempo mínimo foi de 10 dias a aplicação (clomazone) e o máximo de 84 dias (quinclorac). Esses resultados permitem uma aplicação ampla, podendo servir de subsídios para programas de monitoramento de bacias hidrográficas que recebem aporte da água drenada de lavouras de arroz irrigado, no sentido de adoção de procedimentos que evitem ou minimizem o risco da contaminação ambiental. Dentre os procedimentos está a seleção e aplicação de herbicidas que, preferencialmente, apresentem degradação rápida. Além dos herbicidas, outros agroquímicos devem ser testados, uma vez que esses agrotóxicos, nas suas diversas transformações, podem gerar também metabólitos nocivos ao meio ambiente.



**Figura 1:** Curva de dissipação, meia-vida ( $t_{1/2}$ ) e taxa de dissipação (TD) de imazapic, imazetapir, bispiribac-sodium, penoxsulam, clomazone e quinclorac na água em lavouras de arroz irrigado. Santa Maria, RS. 2009.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPRI, E. et al. Ground and surface water bodies contamination by pesticides use in paddy field. In: Environmental risk parameters for use of plant protection products in rice. **Tipolitografia**, v.5, p.48-71, 1999.
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- CROSBY, D.R. Environmental fate of pesticides-87. <http://www.syix.com/rrb/87rpt/Enviro.htm>. (accessed on 03/05/2009).
- JABUSCH, T.W. et al. Microbial degradation of penoxsulam in flooded rice field soils. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.54, p.5962-5967, 2006
- LAVY, T.L. et al. **Environmental implications of pesticides in rice production 1997**. Arkansas Agricultural Experimental Station. Research Series 460. Rice Research Studies 1997. Fayetteville 460, 1998. p.63-71.
- MACHADO, S.L. de O. **Sistemas de implantação da lavoura de arroz irrigado, consumo de água, persistência de herbicidas na água e efeitos no jundiá**. 2003. 178p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- MARCHESAN, E. et al. Monitoramento de herbicidas em dois rios brasileiros durante o período de cultivo do arroz. **Scientia Agrícola**, v.64, n.2, p.131-137, 2007.
- MARCOLIN, E. et al. Persistência do herbicida imazetapir na lâmina de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Balneário Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p.686-688.
- NOHARA, S., IWAKUMA, T. Pesticide residues in water and an aquatic plant (*Nelumbo nucifera*) in a river mouth lake Kasumiguara, Japan. **Chemosphere**, v.33, n.7, p.1409-1416, 1996
- SENSEMAN S. A. **Herbicide Handbook**. 9ª ed., Lawrence: WSSA. 2007, 807p.
- ZANELLA, R. et al. Development and validation of a high-performance liquid chromatographic procedure for the determination of herbicide residues in surface and agriculture waters. **Journal Separation Science**, v.26, n.9/10, p.935-938, 2003.