

COMPORTAMENTO AMBIENTAL DE IMIDACLOPRIDO E TIODICARBE EM ÁREA DE ARROZ IRRIGADO

Maria Laura Turino Mattos¹; José Francisco da Silva Martins²; Liane Aldrighi Galarz³

Palavras-chave: agrotóxico, inseticida, degradação, dissipação, persistência

INTRODUÇÃO

A formulação comercial (FC), suspensão concentrada (FS), contendo os ingredientes ativos imidacloprido [15% (p/v) (150 g L⁻¹)] e tiodicarbe [45% (p/v) (450 g L⁻¹)] está registrada no Agrofite (BRASIL, 2017a) para o tratamento de sementes de arroz visando o controle de *Rhopalosiphum rufiabdominale* (pulgão da raiz) em lavouras irrigadas por inundação. Imidacloprido, nome químico (IUPAC) [(1-(6-chloro-3-pyridyl)methyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine] e tiodicarbe, nome químico (IUPAC) [(3,7,9,13-tetramethyl-5,11-dioxo-2,8,14-trithia-4,7,9,12-tetra-azapentadeca-3,12-diene-6,10-dione)], são inseticidas sistêmicos de contato e ingestão dos grupos neonicotinóides e metilcarbamato de oxima, respectivamente. Essa formulação apresenta classificação toxicológica II (altamente tóxico) e ambiental II (produto muito perigoso ao meio ambiente) (BRASIL, 2017b). Em estudo com uma formulação comercial contendo apenas o ingrediente ativo imidacloprido em FS, recomendado pela Comissão Técnica Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOCIEDADE, 2010), houve persistência dessa molécula em Planossolo Háptico, com residual de 3,54 µg kg⁻¹, na profundidade de 0-20 cm, após o cultivo de arroz irrigado utilizando sementes tratadas com o inseticida (MATTOS et al., 2013). Com uma alta solubilidade em água (500 mg L⁻¹) e baixa sorção no solo, imidacloprido tem um padrão de distribuição vertical, sugerindo que água e imidacloprido movem-se em transporte de fluxo preferencial (FELSOT et al., 1998). Estudos mostram que tiodicarbe degrada rapidamente em metomil em solo úmido, sendo que as rotas dominantes de dissipação são o metabolismo, lixiviação e a fotólise em águas límpidas. Além disso, não se espera que nenhum dos dois químicos persista em sedimentos anaeróbios (EPA, 2017). Como base à recomendação técnica da pesquisa para o sul do Brasil da FC de imidacloprido + tiodicarbe, busca-se apoiar a tomada de decisão mostrando o comportamento ambiental desses ingredientes ativos na região subtropical. Nesse contexto, esse trabalho objetivou determinar o comportamento da FC, suspensão concentrada, do imidacloprido + tiodicarbe, em água, sedimento e solo de lavoura de arroz irrigado em terras baixas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na safra 2014/15, na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, em um Planossolo Háptico com os seguintes atributos: argila (22%), p_Hágua (5,5); matéria orgânica (1,6%); fósforo (3,8 mg dm⁻³); potássio (38 mg dm⁻³). Os tratamentos consistiram da aplicação de 0,3 L por 100 kg sementes de uma formulação comercial suspensão concentrada (FS) contendo os ingredientes ativos imidacloprido (150 g L⁻¹) e tiodicarbe (450 g L⁻¹) (T1) e um tratamento testemunha (sementes sem tratamento com o inseticida) (T2). As parcelas experimentais, de 120 m², apresentavam sistema independente de irrigação e drenagem, com uma entrada e uma saída da água de irrigação. A semeadura do arroz cultivar PUITÁ INTA-CL, na densidade de semeadura de 100 kg ha⁻¹, foi realizada em 06/12/14 em sistema de cultivo convencional. O inseticida foi aplicado às sementes cinco horas antes da semeadura. A

¹ Eng.º Agr.ª, Doutora, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Rod. BR 392, km 78, CEP 96001-970, Pelotas- RS. maria.laura@cpact.embrapa.br

² Eng. Agr.º, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado.

³ Química, MSc., Assistente da Embrapa Clima Temperado.

irrigação das parcelas ocorreu 30 dias após a semeadura do arroz, estabelecendo-se uma lâmina de água de 10 cm de espessura. O solo foi adubado conforme recomendação técnica para a faixa de produtividade $> 9 \text{ t ha}^{-1}$ (SOCIEDADE, 2010). Realizaram-se as análises qualitativas e quantitativas do imidacloprido e tiodicarbe em amostras de água, sedimento e solo. Coletaram-se cinco amostras compostas de solo nas parcelas, na profundidade de 0-10 cm, na quantidade de 500 g cada, antes (ponto=0) da semeadura e dias após a semeadura (DAS), na linha de plantio, 3, 7, 14, 21 e 28 DAS. Após a inundação, foram coletadas as amostras de sedimento, na profundidade de 0-10 cm, em volume semelhante ao das amostras de solo, sete dias após a irrigação (7 DPI), 14, 35 e 77 DPI. Na lâmina d'água das parcelas foram coletadas cinco amostras compostas d'água simultaneamente às coletas do sedimento aos 35 e 77 DPI. As parcelas foram drenadas aos 100 DPI, quando foram coletadas três amostras compostas de água aos 30, 60 e 90 minutos após o início do escoamento. Armazenaram-se as amostras em freezer até a realização da análise. As amostras foram analisadas por cromatografia no laboratório Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental Ltda., Porto Alegre, RS, utilizando cromatógrafo líquido de alta eficiência acoplado a um espectrômetro massa/massa (LC/MS/MS), modelo *Applied Biosystems* 3200 Qtrap. Os parâmetros físico-químicos da qualidade da água de irrigação – condutividade elétrica (CE), pH, sólidos dissolvidos (SD) e turbidez (TB) – foram determinados conforme métodos descritos no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998), realizando-se as coletas de amostras, em triplicata, no dia da irrigação (ponto=0) e 1, 3, 7, 14, 21, 28, 35 e 77 DPI.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios das análises dos parâmetros físico-químicos da água constituinte da lâmina de irrigação constam na Tabela 1. Os valores de CE mantiveram-se abaixo de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$, indicando ambiente não impactado, conforme a Companhia Riograndense de Saneamento (2007). Também os valores de pH, SD e TB não superaram os limites máximos estabelecidos à proteção das comunidades aquáticas e irrigação da cultura do arroz (BRASIL, 2017b). Observou-se, ainda, que valores mais elevados de SD e TB ocorreram durante o período de alta precipitação pluviométrica (Figura 1), indicando permanência intensa de sólidos em suspensão, o que diminui a penetração da luz solar e, por conseguinte, pode interferir nos processos de dissipação dos inseticidas.

Tabela 1. Valores dos parâmetros físico-químicos da água constituinte da lâmina de irrigação. Safra 2014/15. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2017.

Pontos de Coleta	Condutividade Elétrica $\mu\text{S cm}^{-1}$	pH	Sólidos Dissolvidos mgL^{-1}	Turbidez UNT
0	47,52	6,09	68,17	20,00
1	54,83	5,94	108,67	28,00
3	48,88	5,70	132,00	40,37
7	48,48	5,48	193,33	91,77
14	38,78	5,81	183,67	73,67
21	35,63	5,98	214,33	91,87
28	39,42	6,11	113,17	34,08
35	25,47	6,14	28,83	11,17
77	39,97	6,71	21,67	1,72

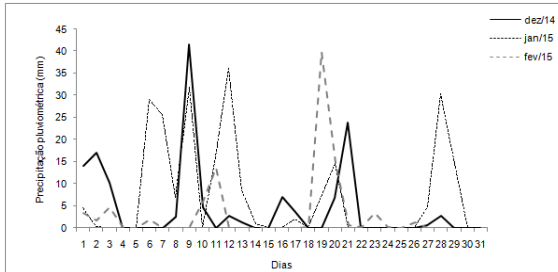


Figura 1. Médias diárias da precipitação pluviométrica, no período de amostragem de água, sedimento e solo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2017.

Os resultados referentes às concentrações residuais de imidacloprido e tiodicarbe no sedimento e solo são apresentados na Tabela 2. Verificou-se que, para todas as matrizes analisadas, inclusive a água, não foram detectados resíduos do tiodicarbe, indicando a ocorrência de processos de sua dissipação, tais como: degradação microbiana e sorção aos colóides do solo. Esses resultados estão de acordo com os estudos de comportamento ambiental da *United States Environmental Protection Agency* (EPA, 2017), que mostram que tiodicarbe e metomil podem movimentar-se juntamente com o escoamento superficial da água da chuva por várias semanas após aplicação, mas não persistem em águas límpidas, rasas e com significativa população microbiana, bem como não persistem em sedimentos anaeróbios. Tratando-se do imidacloprido, o comportamento ambiental foi diferenciado. As concentrações detectadas no solo aumentaram ao longo do tempo até 21 DAS, decrescendo aos 28 DAS, indicando a ocorrência de processo de dissipação. Concentrações mais elevadas foram observadas no período compreendido entre 14 e 21 DAS, indicando baixa sorção do imidacloprido no solo. O residual detectado aos 28 DAS ($9,09 \mu\text{g kg}^{-1}$), na profundidade de 0-10 cm, é cerca 2,5 vezes o valor encontrado por Mattos et al. (2013) após 12 meses da aplicação, que foi de $3,54 \mu\text{g kg}^{-1}$, na camada de 0-20 cm. No sedimento, concentrações traço ($< 8,0 \mu\text{g kg}^{-1}$) de imidacloprido foram detectadas somente até 14 DPI, indicando sorção do inseticida em função da maior disponibilidade de carbono orgânico (CO) que ocorre em solo inundado. Também a variabilidade das propriedades do solo com a profundidade, principalmente teores de CO e de argila, têm grande influência na sorção do imidacloprido e de seus metabólitos (PAPIERNIK et al., 2006). Na água constituinte da lâmina, aos 35 e 77 DPI, e na água da drenagem da parcela, não foram detectadas concentrações residuais do inseticida. Em função dos altos valores da solubilidade do imidacloprido em água (514 ppm), houve dissolução dessa molécula na água e rápida degradação pelos microrganismos. Os resultados deste trabalho evidenciam ser necessário dar continuidade a pesquisas sobre metabólitos de imidacloprido e tiodicarbe em matrizes ambientais (água; solo; sedimentos) de áreas de cultivo de arroz irrigado por inundação, sob a ótica dos efeitos que possam exercer a curto e/ou longo prazo em organismos benéficos (não visados) e em insetos-praga.

Tabela 2. Concentrações residuais de imidacloprido em sedimento e solo de lavoura de arroz irrigado após sua aplicação no tratamento de sementes da cultivar Puitá Inta-CL. Safra 204/2015. Embrapa Clima Temperado, RS, 2017.

Matrizes	DAS ⁽¹⁾	DPI ⁽²⁾	Concentrações ⁽³⁾ ($\mu\text{g kg}^{-1}$)
Sedimento		7	<8,0
		14	<8,0
		35	ND ⁽⁴⁾
		77	ND
Solo	0		ND
	3		17,01
	7		24,77
	14		42,46
	21		47,24
	28		9,09

⁽¹⁾ Dias pós-semeadura. ⁽²⁾ Dias pós-irrigação. ⁽³⁾ Limite de quantificação para sedimento e solo = $8,0 \mu\text{g kg}^{-1}$ ⁽⁴⁾ Não Detectado

CONCLUSÃO

Imidacloprido e tiodicarbe, em formulação comercial suspensão concentrada, são dissipados na água e sedimento de áreas cultivadas com arroz irrigado, sendo imidacloprido mais persistente no solo do que tiodicarbe.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do laboratório de Microbiologia Agrícola e Ambiental da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio na coleta e análise das amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 20 th. Washington: APHA, 1998.
- BRASILa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistemas. Agrofite**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 23 mai. 2017.
- BRASILb. Ministério do Meio Ambiente. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 26 mai. 2017.
- COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO. Porto Alegre. [2007]. Disponível em: <<http://www.corsan.com.br/>> Acesso em: 26 mai. 2017.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). US-EPA- Pesticides – Fact Sheet for Thiodicarb. Disponível em: <https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/fs_PC-114501_1-Dec-98.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2017.
- FELSOT, A. S.; CONE, W.; YU, J.; RUPPERT, J. R. Distribution of imidacloprid in soil following subsurface drip chemigation. **Bulletin Environmental Contamination Toxicology**, 60: 363-370, 1998.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Porto Alegre: 2010. 188p.
- MATTOS, M. L. T.; MARTINS, J. F. da S.; CUNHA, N. G. da; GALARZ, L. A.; FÁCIO, M. L. P.; FRANK, R. H. Persistência do inseticida imidacloprido em Planossolo Háplico Eutrófico cultivado com arroz irrigado por inundação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis, SC. **Anais...**Florianópolis: SBCS, 2013. CD.
- PAPIERNICK, S. K.; KOSKINEN, W. C.; COX, L.; RICE, P. J.; CLAY, A. S.; WERDIN-PFISTERER, N. R.; NORBERG, K. A. Sorption-desorption of imidacloprid and its metabolites in soil and vadose zone materials. **Journal Agricultural Food Chemistry**, 54:8163-8170, 2006.