

USO DE PLANTAS NA MITIGAÇÃO DO TRANSPORTE DE AGROTÓXICOS NO AMBIENTE

EDUARDO HELLER¹; CAROLINE DA SILVA NEMITZ²; MAGALI KEMMERICH³; JOÃO PAULO REFATTI⁴; LUIS ANTONIO DE AVILA⁵; EDINALVO RABAIOLI CAMARGO⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – eduardok.heller@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – carolinenemitz@yahoo.com.br

³Universidade Federal de Pelotas – magali_kemmerich@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – joaorefatti@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – laavila@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – edinalvo_camargo@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Devido à grande demanda por alimentos, a proteção dos cultivos torna-se cada vez mais necessária. Neste sentido, os agrotóxicos são amplamente utilizados mundialmente e apesar das criteriosas avaliações e recomendações para que a dissipação ocorra dentro do sistema produtivo, uma fração do total aplicado pode atingir os cursos de água como rios e córregos (JIAO et al., 2020).

A contaminação da água por agrotóxicos em diferentes regiões do planeta é uma preocupação de pesquisadores e técnicos na atualidade, buscando soluções econômicas e ambientalmente viáveis para minimização deste problema, onde a mitigação de agrotóxicos através do uso de valas vegetadas vem ganhando destaque, pois já estão presentes em ambientes rurais com a função de drenagem e irrigação (VALLÉE et al., 2014).

Práticas que utilizam a vegetação nos processos naturais de autolimpeza e mitigação são chamados de fitorremediação (BOUSSEN et al., 2013). No cenário agrícola, pesquisas mostram que plantas podem reduzir a poluição dos cursos de água, visto que é uma alternativa inovadora e econômica para mitigação de poluentes (PAPPALARDO et al., 2016).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a capacidade de espécies de plantas comumente encontradas em valas de drenagem em remover baixas concentrações dos agrotóxicos imazethapyr, imazapic e imazapyr em solução nutritiva.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) localizada no município de Capão do Leão, RS, junto a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) distribuído em esquema bifatorial com quatro repetições. O Fator A foi formado pelas espécies: *Typha domingensis* (taboa), *Eichornia crassipes* (Aguapé), *Salvinia* sp. (marrequinha), *Pistia stratiotes* (alface d'água), *Heteranthera reniformis* (hortelã-do-brejo), *Luziola peruviana* (grama-boiadeira) e *Sagittaria montevidensis* (sagitaria). O fator B foi formado pelos agrotóxicos imazethapyr, imazapic e imazapyr.

As espécies vegetais foram coletadas e transplantadas para vasos plásticos de 2L e 4L preenchidas com solução nutritiva de Yoshida et al. (1976). Cada vaso correspondia a uma unidade experimental. As plantas de *H. reniformis* e *T. domingensis* foram transplantadas para vasos de 4L devido ao seu tamanho.

Os tratamentos com agrotóxicos foram calculados usando a dose de concentração de $20 \mu\text{g L}^{-1}$, admitindo-se como dose referência. As concentrações dos agrotóxicos foram calculadas com base nos trabalhos publicados com resíduos de agrotóxicos em água e atingisse o LOQ do método usando a concentração de $20 \mu\text{g L}^{-1}$.

Para determinação dos agrotóxicos em estudo, utilizou-se um sistema HPLC-MS/MS, modelo *Q-Exactive Focus*, contendo espectrômetro de massas *Q-Orbitrap*, com amostrador automático *Dionex ultimate 3000*, coluna analítica *Accucore C18 2,6 \mu\text{m} - 10x21* e sistema de aquisição de dados *Trace Finder (Thermo Scientific, EUA)*.

A análise estatística foi verificada avaliando-se a normalidade dos erros e a homogeneidade da variância pelo software. Os parâmetros foram separados por sobreposição de intervalos de confiança de 95%. Para calcular a persistência dos agrotóxicos em água utilizou-se a equação:

$$\ln ([C_f] / [C_i]) = -k$$

A meia-vida ($t_{1/2}$) dos herbicidas foi calculada pela equação:

$$t_{1/2} = 0,693/k$$

Para concentração final dos agrotóxicos usada nos cálculos, foram considerados os valores correspondentes a média das soluções sem plantas do primeiro dia de avaliação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2. Concentração dos agrotóxicos em solução

Todos agrotóxicos tiveram suas concentrações reduzidas durante os 26 dias denotando diferenças significativas entre soluções que continham plantas expostas aos agrotóxicos e a solução controle sem plantas (Figura 1).

As espécies *L. peruviana* e *S. montevidensis* apresentaram um elevado potencial para fitorremediação para todos os agrotóxicos. Destaca-se que para o herbicida imazethapyr já no primeiro dia após a aplicação (DAA) do composto, as concentrações diferiram estatisticamente da testemunha com a presença de *L. peruviana*. Os resultados podem estar relacionados ao fato de *L. peruviana* pertencer a família Poaceae, espécie de rápido crescimento, extenso sistema radicular e elevada produção de massa seca, gerando conseqüentemente um aumento da absorção (LAMBRECHTS et al., 2014).

S. montevidensis também se destaca pelo seu potencial de fitorremediação. No entanto, há poucos relatos dessa macrófita relacionados a remoção de agrotóxicos. Entretanto, há resultados no qual demonstraram o potencial de fitorremediação de *Sagittaria trifolia* L. quando exposta a baixas concentrações de diesel, constatando que a presença da planta melhorou significativamente as taxas de remoção de diesel em 54-85% nos solos plantados com *Sagittaria trifolia* L. quando comparado com os solos controle de 21-36% (ZHANG et al., 2015).

Heteranthera reniformis e *Pistia stratiotes* são espécies que também apresentaram uma maior mitigação dos agrotóxicos, porém, com exceção de *L. peruviana* e *S. montevidensis*, plantas que tiveram maior destaque.

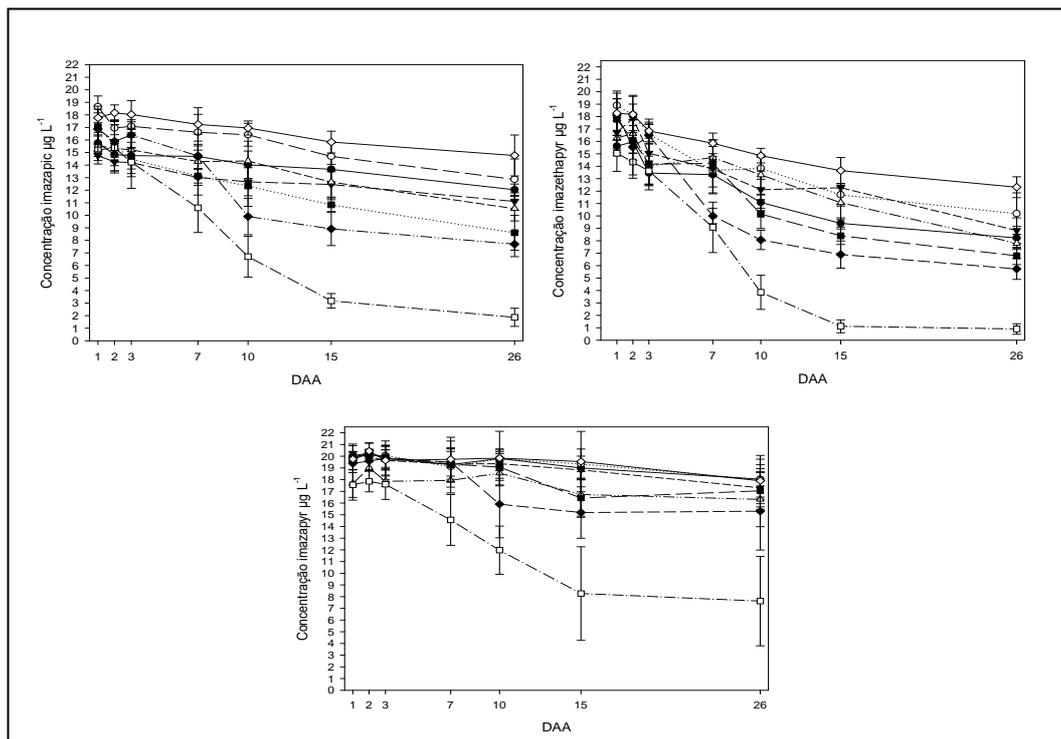


Figura 1 - Concentração dos herbicidas imazethapyr, imazapic e imazapyr na água em avaliações realizadas aos 1, 2, 3, 7, 10, 15 e 26 dias após aplicação (DAA).

Legenda: espécies – *T. domingensis* (—●—), *E. crassipes* (.....○.....), *Salvinia sp.* (---▼---), *P. stratiotes* (---△---), *H. reniformis* (—■—), *L. peruviana* (---□---), *S. montevidensis* (---◆---) e solução sem planta (—◇—). As barras representaram 95% de intervalo de confiança de quatro repetições. Capão do Leão – RS, 2020.

3.1. Meia-vida dos agrotóxicos

A degradação do imazethapyr foi mais rápida para *L. peruviana*, *S. montevidensis* e *H. reniformis*, (Tabela 1). *Eichornia classipes* e *T. domingensis* tiveram baixa capacidade de degradação do imazethapyr. A meia vida de imazapic foi mais afetada pela presença das plantas *L. peruviana*, *P. stratiotes*, *S. montevidensis* e *H. reniformis* respectivamente. Já a meia-vida do imazapyr em diferentes soluções com plantas, apresentou valores que variaram de 15 a 184 dias.

Para os agrotóxicos do grupo químico das imidazolinonas (imazethapyr, imazapic e imazapyr) a testemunha (sem planta) apresentou meia vida menor em solução quando comparada a meia-vidas em solos (120 dias), visto que em condições de anaerobiose a degradação é quase nula. A meia-vida do herbicida imazethapyr encontrados em águas de arroz irrigado variam de 3 a 7 dias (SANTOS et al., 2008; REIMCHE et al., 2014), resultados estes, similares aos encontrados nesse estudo. a meia-vida desse grupo de herbicidas pode chegar a 360 dias em solos, no entanto, observa-se um menor valor para herbicidas em água, podendo atribuir a maior meia-vida em solos devido ao processo de sorção do herbicida aos coloides do solo (KRAEMER et al., 2009).

Tabela 1 - Meia-vida dos agrotóxicos com intervalo de confiança de 95%. FAEM/UFPeI, Capão do Leão, RS, 2020.

Espécies	Imazethapyr		Imazapic		Imazapyr	
	Meia-vida (dias) ^b	95% limite de confiança (dias)	Meia-vida (dias) ^b	95% limite de confiança (dias)	Meia-vida (dias) ^b	95% limite de confiança (dias)
<i>Typha domingensis</i>	22	19-27	59	45-86	99	70-169
<i>Eichhornia crassipes</i>	26	22-32	51	42-66	82	64-115
<i>Salvinia</i> sp.	24	20-31	51	40-72	86	65-127
<i>Pistia stratiotes</i>	22	18-26	17	14-21	69	50-112
<i>Heteranthera reniformis</i>	16	14-20	25	21-32	62	45-101
<i>Luziola peruviana</i>	5	4-6	7	6-8	18	13-31
<i>Sagittaria montevidensis</i>	13	11-16	19	16-23	42	31-64
Sem planta	39	32-48	78	61-109	100	66-204

^btempo necessário para degradar 50% da concentração inicial.

4. CONCLUSÕES

As espécies *Luziola peruviana*, *Sagittaria montevidensis*, *Heteranthera reniformis* e *Pistia stratiotes* apresentaram uma maior mitigação dos agrotóxicos, evidenciando que podem ser utilizadas como plantas mitigadoras de agrotóxicos transportados para recursos hídricos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUSSEN, S. et al. Transfer of lead, zinc and cadmium from mine tailings to wheat (*Triticum aestivum*) in carbonated Mediterranean (Northern Tunisia) soils. **Geoderma**, v. 192, p. 227-236, 2013.
- JIAO, C. et al. Evaluating national ecological risk of agricultural pesticides from 2004 to 2017 in China. **Environmental Pollution**, v. 259, p. 113778, 2020.
- YOSHIDA, S.; FORNO, D.A.; COCK, J.H.; GOMEZ, K.A. **Laboratory manual for physiological studies of rice**. 3ª ed. Los Baños; Manila: The International Rice Research Institute, 1976.
- PAPPALARDO, S.E. et al. Mitigation of herbicide runoff as an ecosystem service from a constructed surface flow wetland. **Hydrobiologia**, v. 774, n. 1, p. 193-202, 2016.
- VALLÉE, R. et al. Sorption of selected pesticides on soils, sediment and straw from a constructed agricultural drainage ditch or pond. **Environmental science and pollution research**, v. 21, n. 7, p. 4895-4905, 2014.
- SANTOS, F.M. dos et al. Persistência dos herbicidas imazethapyr e clomazone em lâmina de água do arroz irrigado Imazethapyr and clomazone persistence in rice paddy water. **Planta daninha**, Viçosa, v.26, n.4, p.875-81, 2008.
- REIMCHE, G.B. et al. Zooplankton community responses to the mixture of imazethapyr with imazapic and bispyribac-sodium herbicides under rice paddy water conditions. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.8, p.1392-7, 2014.
- KRAEMER, A.F. et al. Destino ambiental dos herbicidas do grupo das imidazolinonas: revisão. **Planta daninha**, Viçosa, v.27, n.3, p.629-639, 2009.
- ZHANG, X. et al. Potential of *Sagittaria trifolia* for phytoremediation of diesel. **International journal of phytoremediation**, v.17, n.12, p.1220-6, 2015.
- LAMBRECHTS, T. et al. Comparative analysis of Cd and Zn impacts on root distribution and morphology of *Lolium perenne* and *Trifolium repens*: implications for phytostabilization. **Plant and soil**, v. 376, n. 1-2, p. 229-244, 2014.