

CONTROLE DE ARROZ-DANINHO (*Oryza sativa L.*) COM UTILIZAÇÃO DE FORMULAÇÃO MICROENCAPSULADA DE IMIDAZOLINONAS

LAÍS RADÜNZ NÖRNBERG¹; BRYAN CELESTINO SOARES²; EMILLY CRUZ GARCIA³; HENRIQUE P. MOTA⁴; MATEUS VICENTE ALVES⁵; EDINALVO RABAIOLI CAMARGO⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – laisrnornberg@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – bryancelestinozoares123@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – emillycgarcia2@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – henriquecomprs@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – agro.mateusalves@outlook.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – edinalvo.camargo@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Os herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, que atuam inibindo a enzima acetolactato sintase (ALS), são moléculas com um importante papel e grande destaque no controle de plantas daninhas, devido ao seu amplo espectro de controle e eficiência (YU E POWLES, 2014). Com o surgimento da tecnologia Clearfield® em 2003, tornou-se uma importante ferramenta para manejo de arroz-daninho (*Oryza sativa L.*), ao qual apresenta grande similaridade com a cultura do arroz, que torna difícil seu controle (MENEZES et al., 2009; SUDIANTO et al., 2013; ÁVILA et al., 2021).

Entretanto, as imidazolinonas podem apresentar acúmulo prolongado de residual no solo dependendo das condições do ambiente, possuindo meia-vida média de 40 a 100 dias que é influenciada por diversas características como a presença de microrganismos, drenagem da área e pH do solo (GEHRKE, 2020). Essa característica pode acabar limitando, até mesmo impossibilitando, a implementação de determinadas culturas ou práticas de manejo, como uso de culturas em sucessão ou rotação que não apresentam tecnologia de resistência ao herbicida (RENNER, 1998).

A microencapsulação é um processo que consiste na seleção de componentes químicos bioativos que podem proporcionar características distintas, dependendo do material utilizado na incorporação numa matriz ou sistema de revestimento modificando, podendo de acordo com o local, influenciar no tempo e velocidade de liberação destes componentes (SUAVE et al., 2006; TIWARI et al., 2010; ALVES, 2023). O uso de tecnologias de liberação controlada tem sido visto como uma possível alternativa para resolver o problema de carryover (capacidade de causar injúria devido a sua presença no solo para a cultura sucessora) em áreas de arroz, pois liberam gradualmente o ingrediente ativo, disponibilizando de forma lenta ao longo do tempo e por maior período, a dose necessária para controle (GEHRKE, 2020). Podendo ser desenvolvidas utilizando matrizes de diversas origens envolvidas no ingrediente ativo, sendo os biopolímeros naturais uma alternativa pouco tóxica, flexível quanto às suas características físico-químicas, fácil de sintetizar e uma alternativa biodegradável, além do baixo custo de produção a depender do biopolímero (NURUZZAMAN et al., 2016).

O objetivo do estudo foi avaliar o potencial de formulações encapsuladas de imazapir e imazapique com o uso de matrizes biopoliméricas quanto ao controle de plantas daninhas, comparando-o com a formulação convencional utilizada nas lavouras de arroz com a tecnologia Clearfield®.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Pelotas (UFPel), conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sob arranjo fatorial (2x8). O fator A foi composto pela formulação do herbicida micro encapsulado e o herbicida comercial Kifix® e o fator B pelas doses de ativo imazapir mais imazapique 0; 6,13; 12,25; 24,50; 49; 98; 196 e 392 g i.a. ha⁻¹, seguindo a mesma proporção de imazapir e imazapique para a formulação micro encapsulada, com oito repetições para cada tratamento.

O solo utilizado no experimento foi coletado em uma das áreas pertencentes a UFPel, no Centro Agropecuário da Palma localizada no município do Capão do Leão (Rio Grande do Sul), de uma área de várzea que não possui residual de imidazolinonas, com solo caracterizado como planossolo háplico (solo de várzea). Foi semeado arroz-daninho (*Oryza sativa L.*) suscetível a imidazolinonas em vasos de 2,8 L, para se obter ao final 6 plantas por vaso. Foi utilizado o Manual da SOSBAI 2022 para a recomendação de adubação para a cultura do arroz irrigado.

A formulação foi obtida pelo LaCoPol (Laboratório de Tecnologia e Desenvolvimento de Compósitos e Materiais Poliméricos – UFPel), que após a síntese, foi realizada a diminuição das micropartículas através de um moinho de bolas para ser possível a pulverização das formulações (tamanho de partícula menor do que 180 micromêtros).

A aplicação dos tratamentos herbicidas foi feita quando as plantas apresentaram estágio vegetativo a partir de quatro folhas e a lâmina de água foi posta 1 dia após a aplicação (DAA) respeitando os estágios das plantas daninhas. Para aplicação dos tratamentos, foi utilizado um pulverizador costal pressurizado à CO₂, com duas pontas de pulverização do tipo jato leque (plano) Magnojeet® AD11003 ajustado para aplicar em média 50 cm acima do alvo, com volume de calda de 150 L ha⁻¹. A avaliação de controle e eficiência dos tratamentos herbicidas foi realizada aos 7, 14, 21 e 28 DAA, seguindo a metodologia de avaliação da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (GAZZIERO, 1995).

Os dados foram analisados através do software estatístico RStudio®, onde foram elaboradas as curvas-dose respostas para as variáveis de controle aos 7, 14, 21 e 28 DAA, utilizando o modelo log-logístico de quatro parâmetros, pelo pacote “drc”(RITZ, 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O controle do arroz-daninho foi mais eficaz com a utilização do herbicida comercial Kifix® em todas as avaliações em 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas (DAA) quando comparado com a formulação microencapsulada.

Como base na DL₅₀(dose letal capaz de reduzir a população ou massa em 50%), pode-se observar que aos 7, 14 e 21 DAA a aplicação, o tratamento com Kifix® apresentou ser necessário 16,8 g i.a ha⁻¹ em sua DL₅₀, estando dentro dos parâmetros recomendados. A formulação encapsulada necessitou de 484,7 g i.a ha⁻¹ para controlar a mesma porcentagem da população de plantas, sendo uma dose muito acima do tratamento com Kifix®. Aos 28 DAA os resultados se assemelham às avaliações anteriores, com Kifix® dentro da dose recomendada com 19,9 g i.a ha⁻¹ e a formulação com dose superior, de 481,1 g i.a ha⁻¹.

Contudo, aos 7, 14 e 21 DAA o herbicida Kifix® ficou dentro da dose recomendada para a dose letal para controlar 90% (DL_{90}) da população de plantas, com 169,2 g i.a ha^{-1} . Aos 28 DAA e nas demais avaliações de controle da formulação microencapsulada não se teve valores dentro das doses recomendadas para controle de acordo com a recomendação de uso (total de 196 g i.a ha^{-1}). Isso pode ocorrer devido a liberação mais lenta do ingrediente ativo da formulação microencapsulada e o estágio das plantas daninhas no limite para a recomendação de aplicação que é V2-V4, sendo a aplicação em V4. Devido ao próprio mecanismo de liberação do ativo de uma formulação não-convencional, ou seja, de forma gradual, a dose necessária para controle acabaria sendo muito superior, para compensar sua disponibilidade de forma mais gradual. O estágio de aplicação pode ter sido um fator determinante para a menor eficiência de controle, estágios mais iniciais de desenvolvimento proporcionam maior controle, dado a liberação do ativo ser na forma de pulsos ao longo do tempo (ALVES, 2023).

Em um estudo desenvolvido por TAKESHITA et al. (2022), utilizando formulação nanoencapsulada de metribuzim, se obteve eficiência de controle mesmo utilizando a dose 10 vezes menor que a recomendada, devido a eficiência na entrega do herbicida às plantas pelas nanopartículas, no entanto, a redução da dose necessária para controle não ocorre em todos os casos. A miniaturização da formulação melhorou a eficácia do produto, reduziu a quantidade de i.a. e proporcionou maior direcionamento para o local de ação do herbicida, possivelmente ter uma formulação nanoencapsulada poderia ser uma alternativa para melhoria da liberação da formulação utilizada neste estudo, ocasionando um maior impacto inicial de controle e melhor absorção do ativo pela planta.

4. CONCLUSÕES

O uso de formulações de liberação controlada apresenta potencial promissor para controle de plantas daninhas, entretanto, ainda necessita de otimizações e ajustes para maior eficiência. Novos estudos quanto a dose inicial de ataque ou supressão das plantas daninhas e manutenção de controle através da liberação gradual de ingrediente ativo, deverão ser estudados a fim de aprimorar a formulação microencapsulada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, L.A. et al. Dezoito anos de arroz Clearfield® no Brasil: o que aprendemos? **Weed Science**, 69(5):585-597, 2021.

ALVES, M. V. **Comportamento ambiental de uma nova formulação de liberação controlada de imidazolinonas a partir de micropartículas poliméricas**. 2023. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

GAZZIERO, D.L.P. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. [S. I.]: Sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninhas, 1995.

GEHRKE, V. R. **Degradação acelerada, comportamento ambiental e avaliação do perfil de liberação de imidazolinonas a partir de micropartículas**

poliméricas. 2020. 105p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MENEZES, V. G. et al. Arroz-vermelho (*Oryza sativa*) resistente aos herbicidas imidazolinonas. **Planta Daninha**, 27, n. spe, p. 1047-1052, 2009.

NURUZZAMAN, M. et al. Nanoencapsulation, Nano-guard for Pesticides: A New Window for Safe Application. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 64, n. 7, p. 1447-1483, 2016.

RENNER, K. A. et al. Effect of tillage an application method on corn (*Zea mays*) response to imidazolinone residues in soil. **Weed Technology**, v. 12, n. 2, p. 281-285, 1998.

RITZ, C. et al. Análise de dose-resposta usando R. **PLoS ONE**, 10(12): e0146021, 2015.

SOSBAI (ed.). **Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil: XXXIII Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado**. 33. ed. Restinga Seca, RS: SOSBAI, 2022.

SUAVE, J. et al. Microencapsulação: Inovação em diferentes áreas. **Revista Saúde e Ambiente/Health and Environment Journal**, v. 7, n. 2, p. 12-20, 2006.

SUDIANTO, E. et al. Clearfield® rice: Its development, success, and key challenges on a global perspective. **Crop Protection**, 49, p. 40-51, 2013.

TAKESHITA, V. et al. Development of a Preemergent Nanoherbicide: From Efficiency Evaluation to the Assessment of Environmental Fate and Risks to Soil Microorganisms. **ACS Nanoscience Au**, v. 2, n. 4, p. 307–323, 8 mar. 2022.

TIWARI, S. et al. Microencapsulation techniques and its application: a review. **The Pharma Research**, 3(12), pp. 112-116, 2010.

YU, Q.; POWLES, S. B. Resistance to AHAS inhibitor herbicides: current understanding. **Pest Management Science**, 70, n. 9, p. 1340-1350, 2014.