

CARRYOVER DE IMAZAPIR+IMAZAPIQUE NA SOJA, COM E SEM S-METOLACLORO, EM ROTAÇÃO AO ARROZ IRRIGADO COM E SEM AZEVÉM EM SUCESSÃO

Carlos Henrique Paim Mariot¹; Pablo Gerzson Badinelli²; Darci Francisco Uhry Jr.³

Palavras-chave: Imidazolinonas, residual, *Lolium multiflorum*, *Glycine max*, Dual Gold

INTRODUÇÃO

Na rotação de culturas, um fator muito importante a ser considerado é o resíduo de herbicidas no solo para a cultura subsequente ou “carryover”, bem como para a cultura em sucessão, no caso de cultivo durante o outono-inverno. Este é o caso das áreas de arroz irrigado, onde se utiliza comumente o azevém em sucessão, e a soja em rotação. Neste sentido, estudos foram conduzidos no Rio Grande do Sul (RS) com intuito de avaliar o efeito residual de herbicidas imidazolinonas (IMI's), utilizados no arroz irrigado, tanto para azevém como em outras coberturas na entressafra, e também para a soja na safra seguinte (AVILA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2019).

O Kifix é um herbicida sistêmico à base dos ingredientes ativos imazapique e imazapir, do grupo químico das IMI's, desenvolvido para uso exclusivo no sistema de produção de Arroz Clearfield® (CL) e recomendado para aplicações em pré ou pós-emergência das plantas daninhas e do Arroz CL. As IMI's podem persistir no solo e afetar culturas sensíveis, semeadas em sucessão ou rotação, inclusive as cultivares de arroz não resistentes. Estudos e observações de campo sugerem que os principais fatores dessa persistência no ambiente estão diretamente associados às condições meteorológicas e de solo, especialmente em áreas com problemas de drenagem e inverno-primavera com baixa precipitação e/ou com temperaturas baixas (SOSBAI, 2018).

O S-metolacloro (Dual Gold) é um herbicida pré-emergente inibidor da parte aérea das plantas, usado para o controle de gramíneas anuais e algumas plantas daninhas de folha larga. Nos últimos anos, vem sendo amplamente utilizado para controle do arroz-daninho resistente à IMI's na rotação arroz-soja em ambientes de várzea (ZEMOLIN et al., 2014). Sua meia-vida no solo pode variar entre 6 e 100 dias, ou até por muito mais tempo, conforme temperatura, umidade e tipo de solo (SANTOS et al., 2012). O S-metolacloro é seletivo para a soja, mas pode ocorrer fitotoxicidade devido a estresses que possam reduzir seu metabolismo. O seu período residual pode variar de 15 a 50 dias, com relatos de sintomas até três meses após aplicação (SILVA, 2020).

Esse trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito residual do herbicida Kifix (imazapir+imazapique) em dose-resposta utilizado no arroz irrigado, sobre o crescimento do azevém cultivado em sucessão e sobre o crescimento e a produtividade da soja cultivada em rotação, com e sem uso do herbicida Dual Gold (S-metolacloro).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo na estação de crescimento 2018/19, na Estação Experimental do Arroz (EEA) do IRGA em Cachoeirinha-RS. O solo da área experimental é classificado como Gleissolo Háplico (SiBCS) (SANTOS et al., 2018). A cultivar de soja foi a BS IRGA 1642 IPRO, com boa tolerância ao excesso hídrico, alto vigor inicial e tolerante às principais lagartas que a atacam - Tecnologia Intacta RR2 PRO. A semeadura foi no dia 12/11/2018 com

¹ Eng. Agr., M.Sc., Consultor Técnico, IRGA/EEA, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, 94930-030, Cachoeirinha-RS, cpmariot@gmail.com

² Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador, IRGA/EEA, Cachoeirinha-RS, pablo-badinelli@irga.rs.gov.br

³ Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador, IRGA/EEA, Cachoeirinha-RS, darci-junior@irga.rs.gov.br

semeadora adubadora de seis linhas acoplada ao trator, com uso de haste sulcadora. A densidade foi de 30 sementes m^{-2} , em sistema de semeadura direta sobre cobertura morta de azevém e de vegetação espontânea (pousio), estabelecidos sobre resteva do arroz da safra anterior. A correção do pH, adubação do solo e a inoculação de sementes foram de acordo com as recomendações de Manejo para alta produtividade em terras baixas (ALMEIDA & ANGHINONI, 2018).

O experimento foi implantado em área com avaliação de seletividade da cultivar IRGA 431CL ao herbicida Kifix (525 + 175 g kg^{-1} de imazapir + imazapique) em dose-resposta até oito vezes a dose de 140 g $p.c. ha^{-1}$, na safra anterior (2017/18). Em sucessão ao arroz, foi semeado azevém a lanço (50 kg ha^{-1} de sementes) em metade das parcelas no dia 23/04/2018, com a cultivar BRS Ponteio. Imediatamente após, foi aplicado em toda área o herbicida Glifosato (1.424 g $e.a. ha^{-1}$) para dessecação da vegetação presente. O azevém foi adubado com 6 $Kg ha^{-1}$ de N; 25,5 $Kg ha^{-1}$ de P_2O_5 e 40,5 $Kg ha^{-1}$ de K_2O , + 46 $kg ha^{-1}$ de N na forma de ureia, em 13/07/2018. Em cobertura, no dia 29/08/2018, foi aplicado 23 $kg ha^{-1}$ de N. A área experimental foi mantida drenada durante o outono-inverno, a fim de favorecer o estabelecimento e o desenvolvimento do azevém, a degradação do herbicida Kifix aplicado no arroz (2017/18), e posteriormente a semeadura da soja.

Para a implantação da soja, foi aplicado o herbicida de ação total Glifosato (1.800 g $e.a. ha^{-1}$) para dessecação do azevém e da vegetação espontânea, no dia 05/10/2018. Posteriormente, em 13/11/2018, foram aplicados 500 g $i.a. ha^{-1}$ do herbicida paraquate na área total. Em 14/11/2018 foi aplicado 1,2 L ha^{-1} de Dual Gold (960 g $i.a. L^{-1}$ de S-metolacloro) em pré-emergência nos tratamentos em que este herbicida foi usado. Para os demais tratamentos fitossanitários, seguiu-se as Indicações técnicas para a cultura (Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul, 2016).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, dispostos em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela presença de azevém como cobertura de solo no outono-inverno ou pousio, locados nas parcelas principais; cinco doses do herbicida Kifix ($g ha^{-1}$) aplicado em experimento de arroz na safra anterior (2017/18): 0 (0X), 140 (1X), 280 (2X), 560 (4X) e 1.120 (8X), locados nas subparcelas; e pela aplicação ou não de Dual Gold na pré-emergência da soja, locados nas sub-subparcelas. A aspersão de Dual Gold foi efetuada com pulverizador portátil de precisão pressurizado a CO_2 , com barra munida de quatro pontas 110.015 espaçadas em 0,5 m, com jato em leque, e vazão de 150 L ha^{-1} .

As avaliações realizadas foram a biomassa da parte aérea de azevém por subparcela e, na cultura da soja nos estádios citados, por sub-subparcela, a cobertura de plantas daninhas e a fitotoxicidade (V_5/V_6), o índice de área foliar (R_1), a estatura de plantas (R_1 e R_8), a população final de plantas e a produtividade de grãos (R_8). A colheita ocorreu no dia 23/04/2019. Os estádios fenológicos da soja citados estão de acordo com a escala proposta por Fehr & Caviness (1977).

Os dados foram analisados pela análise de variância. O fator quantitativo de doses de Kifix foi submetido à análise de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático. Para análise da biomassa do azevém foi considerado somente o fator doses de Kifix, uma vez que o Dual Gold foi aplicado após a semeadura da soja. Está demonstrado somente gráfico da produtividade de grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A biomassa da parte aérea do azevém reduziu linearmente com incremento da dose de Kifix. A partir da menor dose utilizada de 140 g ha^{-1} , já houve redução da biomassa, com menor valor na maior dose, de 1.120 g ha^{-1} . Essa diminuição na biomassa do azevém pelo incremento de doses de IMI's aplicados no arroz irrigado na safra 2017/18, corrobora os resultados obtidos em outras pesquisas (PINTO et al., 2009; AVILA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2019). A cobertura de plantas daninhas no estádio V_5/V_6 da soja reduziu de forma quadrática com o incremento da dose de Kifix com e sem Dual Gold. A cobertura de plantas daninhas foi menor com uso do Dual Gold em todas as doses de Kifix, destacando a eficácia e a importância desse pré-emergente como alternativa ao

manejo de plantas daninhas em soja na rotação ao arroz, principalmente no controle de algumas espécies com resistência a herbicidas.

A fitotoxicidade (fito) na soja em V₅/V₆ aumentou linearmente com incremento da dose de Kifix, com e sem azevém e com e sem Dual Gold. A soja cultivada em sucessão ao azevém no outono-inverno apresentou menor fito nas doses de 280 e 560 g ha⁻¹ de Kifix e sem diferença na menor dose, podendo ter esta espécie algum efeito fitoremediador. Entretanto, na maior dose de Kifix, a soja apresentou maior fito. Oliveira et al. (2019) sugerem que o azevém não é indicado como fitoremediador das IMI's para a soja em rotação ao arroz CL. Segundo eles, nas condições ocorridas durante a pesquisa, a possível manutenção de maior umidade do solo promovida pela palhada do azevém, acarretou em maior solubilização e menor degradação dos resíduos desses herbicidas, uma vez que são preferencialmente degradados por microrganismos aeróbicos. Por outro lado, Souto et al. (2020) identificaram fitoremediação do azevém para as IMI's, no entanto, com menor efeito comparado a algumas espécies anuais de outono-inverno da família Fabaceae.

Em razão do uso de Dual Gold, a fito na soja aumentou linearmente com o incremento da dose de Kifix, com ou sem o pré-emergente. A fito foi maior com o Dual Gold sob os níveis de 0 a 280 g ha⁻¹, não diferenciando ao tratamento sem uso nas doses de 560 e 1.120 g ha⁻¹ de Kifix. A redução de estatura das plantas foi observada com o incremento da dose de Kifix e com o uso do Dual Gold. No entanto, a fito observada pelo uso do pré-emergente não demonstrou ser acentuada com a combinação do efeito residual do Kifix, e sim como um efeito isolado. Além da redução do crescimento, também foi observado algum encurtamento da nervura central dos folíolos, conhecido como coração, típica injúria ocasionada pelo Dual Gold (SILVA, 2020).

O índice de área foliar (IAF) em R₁ decresceu linearmente com o incremento da dose de Kifix, com e sem Dual Gold. Embora o IAF tenha tido maior redução com o uso do Dual Gold, observou-se diferença somente sob a dose de 560 g ha⁻¹ do Kifix. Para a densidade de plantas de soja, não houve variação com incremento da dose de Kifix, corroborando com resultados obtidos por Menezes et al. (2019). A estatura das plantas de soja em R₁ e R₈ reduziu de forma quadrática com aumento da dose do kifix, com e sem Dual Gold, com maior redução com o pré-emergente.

Para a produtividade de grãos da soja, houve interação entre doses de Kifix com cobertura do solo e uso ou não de Dual Gold. Ela reduziu com o incremento da dose do herbicida Kifix em função da cobertura do solo (Figura 1A) e do uso ou não de Dual Gold (Figura 1B). A produtividade reduziu de forma quadrática na soja em sucessão ao azevém e, linearmente, em sucessão ao pousio. Já em função de Dual Gold, a produtividade reduziu de forma quadrática com o uso e, de forma linear, sem o uso do pré-emergente. Em ambos fatores, tanto para níveis de azevém como de Dual Gold, não foi observada redução de produtividade até a dose de 280 g ha⁻¹ de Kifix, justamente a máxima recomendada para uso no arroz CL (SOSBAI, 2018). Além do uso da dose recomendada, é recomendável que se tenha uma boa drenagem durante o outono-inverno, associada à correção da acidez (pH) do solo, para minimizar o problema de residual das IMI's.

Embora não tenha havido diferença entre a presença e ausência de azevém até a dose de 280 g ha⁻¹ de Kifix, os valores de produtividade da soja em sucessão ao azevém foram numericamente superiores aos da soja em sucessão ao pousio no outono-inverno nestes níveis e estatisticamente maior na dose de 560 g ha⁻¹. A soja em sucessão ao azevém pode ter sido beneficiada pela adubação utilizada na implantação dessa cobertura, além de possível efeito na melhoria da estrutura do solo, como a porosidade da camada superficial e, também, pela fitoremediação sobre o residual de Kifix (SOUTO et al., 2020). Com uso de Dual Gold, somente foi observada redução da produtividade de soja, em comparação ao não uso, na maior dose de Kifix. Os resultados demonstram que até a dose de 560 g ha⁻¹ do kifix aplicado na safra anterior, o uso do Dual Gold não afetou a produtividade da soja. Menezes et al. (2019) não encontraram redução de produtividade de grãos da soja com até 560 g ha⁻¹ do Kifix aplicado no arroz na safra anterior.

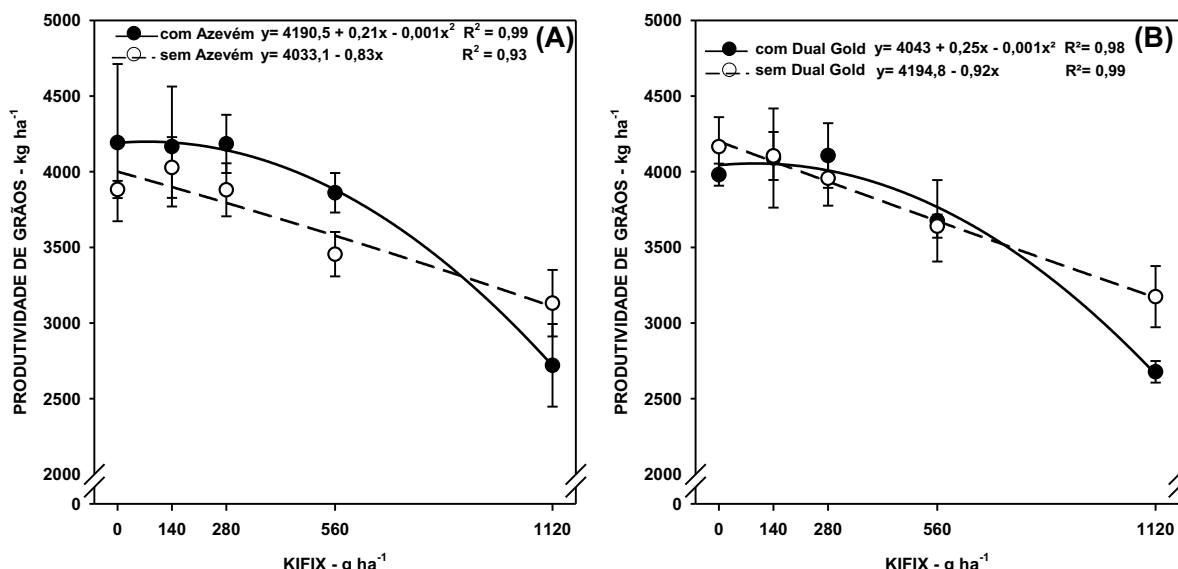


Figura 1. Produtividade de grãos de soja em sucessão ao azevém e ao pousio no outono-inverno (A) e, com e sem aplicação de Dual Gold (B), em função de dose do herbicida Kifix aplicado no arroz irrigado na safra anterior, na média de uso ou não de Dual Gold (A) e de sucessão a azevém ou a pousio (B). IRGA/EEA, Cachoeirinha-RS, 2018/19. Barras verticais representam o erro padrão (CV: 6,1%)

CONCLUSÃO

O incremento da dose de Kifix aplicado em arroz irrigado diminui o desenvolvimento do azevém em sucessão e o desenvolvimento e a produtividade de grãos da soja em rotação.

O uso de Kifix até a dose recomendada (280 g ha⁻¹) para o Sistema de produção Clearfield® no arroz irrigado não interfere na produtividade da soja em rotação.

O cultivo de azevém em sucessão ao arroz irrigado, em que foi utilizado o herbicida Kifix, reduz o efeito residual de imazapir+imazapique para a cultura da soja em sucessão.

O uso do herbicida pré-emergente Dual Gold, em conjunto com a aplicação de Kifix na safra anterior de arroz irrigado não afeta a produtividade da soja em rotação, independentemente da cobertura de solo com azevém ou pousio no outono-inverno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, D.; ANGHINONI, I. (Ed). **Projeto soja 6000: manejo para alta produtividade em terras baixas**. 2. ed. Porto Alegre: RJR, 2018. 96 p. (Boletim técnico).
 AVILA, L.A.; MARCHEZAN, M.; FRANÇOIS, T. et al. Toxicidade da mistura formulada de imazethapyr e imazapic sobre o azevém em função do teor de umidade do solo. *Planta Daninha*, 28, p.1041-1046, 2010.
- FEHR, W.R & CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, p.11, 1977.
- MENEZES, V.G.; VEDELAGO, A.; LANGE, C.; CARVALHO, O.S. "Carryover" de imidazolinonas na produtividade de soja semeada após o cultivo de arroz no Sistema Clearfield. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 11., 2019, Balneário Camboriú. *Anais Eletrônico...* Itajaí: Epagri/Sosbai, 2019. p.51-55.
- OLIVEIRA, M.L.; MARCHESAN, E.; SOARES, C.F. et al. Persistence of imazapir+imazapic in irrigated rice area and effect on soybean due to soil moisture and phytoremediation in the off-season. *Bragantia*, v. 78, n. 3, p.306-316, 2019.
- PINTO, J.J.O.; NOLDIN, J.A.; ROSENTHAL, M.D. et al. Atividade residual de (imazethapyr+imazapic) sobre azevém anual (*Lolium multiflorum*), semeado em sucessão ao arroz irrigado, sistema Clearfield®. *Planta Daninha*, 27, p.609-619, 2009.
- REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL - Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2016/2017 e 2017/2018. Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 41. SALVADORI, J.R. et al. (Org.). Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2016. 127p.
- SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 5 ed., Brasília: EMBRAPA, p.590; 2018.
- SANTOS, G.; FRANCISCHINI, A.C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, R.S. Carryover proporcionado pelos herbicidas s-metolachlor e trifluralin nas culturas de feijão, milho e soja. *Planta Daninha*, 30, n.4, p.827-834, 2012.
- SILVA, K.S. **Sintomas de herbicidas**. Disponível em: <https://weedout.com.br/sintoma-de-s-metolachlor-em-soja/>. Acesso em 18 ago. 2020.
- SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 32., 2018, Farroupilha, RS - SOSBAI, 2018. 205 p.
- ZEMOLIN, C.R.; AVILA L.A.; CASSOL, G.V.; MASSEY, J.H.; CAMARGO, E.R. Environmental fate of s-metolachlor - a review -. *Planta Daninha*, 32, n.3, p.655-664, 2014.