

## SELETIVIDADE DA ASSOCIAÇÃO DO HERBICIDA IODOSULFURON-METHYL COM INIBIDORES DE ACCASE EM GRAMADOS

### SELECTIVITY OF IODOSULFURON-METHYL ASSOCIATION WITH ACCASE INHIBITORS IN TURFGRASSES

**Rafael Theisen<sup>(1)</sup>; Luiz Gustavo Henkemeier Bridi<sup>(1)</sup>; Guilherme de Oliveira Silveira<sup>(2)</sup>; James Negrello<sup>(3)</sup> & Cleber Daniel de Goes Maciel<sup>(4)</sup>**

(1) Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (PPGA - UNICENTRO), Guarapuava, PR, 85040-167, rafaeltheisen@hotmail.com e luizbridi6@gmail.com; (2) Discente do curso de Agronomia da UNICENTRO, guilherme.uniagro@gmail.com; (3) Representante, Espaço Verde Cantagalo Ltda, Cantagalo, PR, 85160-000, espaco\_verde@hotmail.com; (4) Docente, Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Guarapuava, PR, cmaciell@unicentro.br

#### RESUMO

A pesquisa teve como objetivo avaliar a seletividade de misturas em tanque entre o herbicida iodosulfuron-methyl e inibidores da enzima ACCase para aplicação em pós-emergência em gramados. Dois experimentos foram conduzidos com as gramas Coreana e Esmeralda, na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e São Carlos Plus, na grameira Espaço Verde. Os tratamentos foram representados pelos herbicidas iodosulfuron-methyl (IOD); fenoxaprop-p-ethyl (FEN); fluzifop-p-butyl (FLU); haloxyfop-p-methyl (HAL); IOD + FEN; IOD + FLU; IOD + HAL e testemunha sem aplicação. As associações de IOD com FEN, FLU e HAL reduziram os sintomas visuais de fitointoxicação em níveis distintos, com destaque para IOD + FEN em grama São Carlos Plus. Essa associação, além de ter reduzido os níveis de injúrias visuais nas folhas causados pelo FEN em aproximadamente 20% até os 35 dias após aplicação (DAA) e 30% a partir dos 49 DAA, também suprimiu a altura e massa seca da parte aérea aos 49 DAA, em 19,0% e 28,5%, respectivamente. A formulação comercial de IOD (Hussar<sup>®</sup>) proporcionou mitigação aos efeitos deletérios do FEN (Podium<sup>®</sup> EW), indicando potencial promissor da associação para o controle de plantas daninhas mono e dicotiledôneas em grama São Carlos Plus, além da supressão de crescimento e manutenção da qualidade estética do gramado.

**Palavras-chave:** fitointoxicação, desenvolvimento, *Zoysia tenuifolia*, *Zoysia japonica*, *Anoxus compressus*.

#### ABSTRACT

The research aimed to evaluate the selectivity of tank mixtures between iodosulfuron-methyl herbicide and ACCase enzyme inhibitors for post-emergence

application in lawns. Two experiments were conducted with Korean and Emerald grasses, at the State University of the Midwest (UNICENTRO) and Carpet grass, at Espaço Verde, respectively, located in Guarapuava-PR and Cantagalo-PR. The treatments were represented by the herbicides iodosulfuron-methyl (IOD); fenoxaprop-p-ethyl (FEN); fluzifop-p-butyl (FLU); haloxyfop-p-methyl (HAL); IOD + FEN; IOD + FLU; IOD + HAL and control without application. The associations of IOD with FEN, FLU and HAL reduced the visual symptoms of phytointoxication at different levels, with emphasis on IOD + FEN in Carpet grass. This association, in addition to having reduced the levels of visual injury on the leaves by approximately 20% up to 35 days after application (DAA) and 30% from 49 DAA, also caused suppression in height and dry mass of the aerial part at 49 DAA, in the order of 19.0% and 28.5%, respectively. The commercial formulation of iodosulfuron-methyl (Hussar<sup>™</sup>) provided protection against the deleterious effects of fenoxaprop-p-ethyl (Podium<sup>™</sup> EW), indicating promising potential for use in the control of mono and dicotyledon weeds in Carpet grass, as well as in the suppression of growth and maintenance of the aesthetic quality of the lawn.

**Key-words:** phytotoxicity, development, *Zoysia tenuifolia*, *Zoysia japonica*, *Anoxus compressus*.

#### INTRODUÇÃO

No Brasil são escassas as informações na literatura divulgando técnicas de controle de plantas daninhas para implantação e manutenção de gramados, principalmente, quando relacionadas ao uso de herbicidas (MACIEL, 2010). Entretanto, o setor grameiro reconhece que mudas e tapetes de má qualidade, normalmente são os responsáveis pela introdução de plantas daninhas em gramados.

A seletividade de herbicidas pode ser definida como a relação entre a sobrevivência das plantas daninhas e os danos às culturas. É o mecanismo pelo qual certas espécies de plantas são preferencialmente controladas, enquanto outras permanecem inalteradas ou menos afetadas pelo herbicida (CARVALHO et al., 2009). No entanto, a seletividade envolve uma combinação de mecanismos, assim como do uso de substâncias denominadas de protetores químicos ou *safeners*. Essas substâncias na maioria das vezes são incluídas na própria formulação de alguns herbicidas, tornando-os menos tóxico às culturas (ABU-QARE; DUNCAN, 2002; GALON et al., 2011).

Na maioria das pastagens, cereais de inverno e gramados o controle de plantas daninhas monocotiledôneas com herbicidas aplicados em pós-emergência somente é possível graças a presença de *safeners* em suas formulações. Cataneo et al. (2013) e Karpinki et al. (2018) relataram a viabilidade da associação em mistura em tanque dos herbicidas iodosulfuron-methyl + fenoxaprop-p-ethyl, a qual o *safener* presente na formulação do iodosulfuron-methyl (Hussar<sup>®</sup>), denominado de mefenpyr-diethyl, foi capaz de proteger as culturas do trigo (*Triticum aestivum* L.) e cevada (*Hordeum vulgare* L.) dos efeitos deletérios e fitotóxicos do fenoxaprop-p-ethyl.

Desta forma, o trabalho teve como objetivo avaliar em condições de casa de vegetação (Exp 1) e a campo (Exp 2) a seletividade de misturas em tanque entre formulações comerciais dos herbicidas iodosulfuron-methyl (Hussar<sup>®</sup>) com fenoxaprop-p-ethyl (Podium<sup>®</sup> EW), fluzifop-p-butyl (Fusilade<sup>®</sup> EW) e haloxyfop-p-methyl (Verdict<sup>®</sup> R), visando o controle em pós-emergência de plantas daninhas em gramados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Entre fevereiro e julho de 2024, dois experimentos foram conduzidos com as gramas Coreana (*Zoysia tenuifolia* Steud.) e Esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.), em casa de vegetação da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO, Câmpus CEDETEG 25°22'57,4''S 051°29'39,9''O e 1020 m) e São Carlos Plus (*Anoxus compressus* (Sw.) P. Beauv.), em campo de produção da grameira Espaço Verde, respectivamente, localizados em Guarapuava, PR e Cantagalo, PR.

As unidades experimentais dos experimentos foram, respectivamente, representadas por vasos com 3,6 kg de solo e parcelas de 2,0 m x 2,0 m, sendo que em ambas as pesquisas o solo utilizado foi Latossolo Bruno distrófico (textura argilosa). As mudas das gramas coreana e esmeralda foram originárias de tapetes produzidos pela empresa Itogress Agrícola Alta Mogiana Ltda<sup>®</sup>, cortadas e transplantadas em

vasos. Para a grama São Carlos Plus, as unidades experimentais foram implantadas em campo de produção comercial.

Os delineamentos experimentais foram o inteiramente casualizado e o de blocos ao acaso com quatro e três repetições, respectivamente, para os experimentos 1 e 2. Os tratamentos foram representados por formulações comerciais isoladas e associadas dos herbicidas: iodosulfuron-methyl (IOD) (5 g ha<sup>-1</sup>); fenoxaprop-p-ethyl (FEN) (165 g ha<sup>-1</sup>); fluzifop-p-butyl (FLU) (250 g ha<sup>-1</sup>); haloxyfop-p-methyl (HAL) (62,4 g ha<sup>-1</sup>); IOD + FEN (5,0 + 165 g ha<sup>-1</sup>); IOD + FLU (5,0 + 250 g ha<sup>-1</sup>); IOD + HAL (5,0 + 62,4 g ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha sem aplicação.

As aplicações dos herbicidas ocorreram em 16/02/2024 (Exp 1) e 07/05/2024 (Exp 2) com auxílio de pulverizador costal pressurizado à CO<sub>2</sub>, com quatro pontas ADGA 110.02, espaçadas a 50 cm, taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> e deslocamento de 3,6 km h<sup>-1</sup>. Nas aplicações a campo, as parcelas foram protegidas lateralmente como lona plástica para evitar deriva para as parcelas adjacentes. As condições climáticas nas aplicações dos experimentos 1 e 2 foram monitoradas com anemômetro digital, sendo considerado em média, temperatura de 23 e 26 °C, umidade relativa do ar de 83 e 55%, e velocidade do vento de 2,2 e 4,5 km h<sup>-1</sup>, respectivamente.

A principal característica avaliada foi a fitointoxicação visual da parte aérea das gramas aos 7, 14, 21, 28, 35, 49, 70, 85 e 110 dias após aplicação dos herbicidas (DAA), por meio de uma escala de notas em porcentagem (%), onde “0” correspondeu a nenhuma injúria de danos nas plantas e “100” a morte das plantas (SBCPD, 1995). No entanto, para facilitar a interpretação dos resultados relacionados aos prejuízos ao aspecto visual do gramado devido a fitointoxicação, foram considerados como sintomas leves, moderados e severos as notas ≤15,0%; entre 15,1% e 25,0%; e ≥ 25,1%, respectivamente.

Os critérios utilizados para o estabelecimento das notas de danos nas gramas foram semelhantes aos utilizados por Costa et al. (2010), sendo considerado: inibição do crescimento, quantidade e uniformidade das injúrias, capacidade de rebrota das plantas e quantidade de plantas mortas. Aos 70 e 49 DAA foi determinada a massa seca da parte aérea (MSPA) das gramas nos vasos e a campo, respectivamente, por meio do corte e coleta da biomassa superficial. Essas amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçada por 96 h a 65 °C, até atingir massa constante, e serem pesadas em balança de precisão.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e suas médias comparadas pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, as associações do herbicida IOD com os inibidores da enzima ACCase FEN, FLU e HAL reduziram os sintomas visuais de fitointoxicação em níveis distintos para três espécies de grama, com destaque para maior efetividade de IOD + FEN em grama São Carlos Plus (Figura 1).

Para a grama Coreana, observou-se baixa ou nenhuma redução significativa das injúrias causadas pelas associações de IOD com FEN, FLU e HAL, principalmente entre 28 e 35 dias após aplicação (DAA), onde praticamente todos os tratamentos atingiram níveis severos de injúrias ( $\geq 25\%$ ) (Figura 1a). Nas avaliações seguintes de 49 e 70 DAA, foi constatado apenas pequena redução da fitointoxicação para todas as misturas em tanque supracitadas, mas com danos considerados moderados ( $\geq 20\%$ ). Os sintomas foram inicialmente mais caracterizados a partir dos 21 DAA, sendo observado clorose generalizada na parte aérea das plantas, com poucas folhas com pontas necrosadas.

Em grama Esmeralda, com exceção dos tratamentos com HAL, observou-se que a partir dos 14 e 21 DAA, todos os demais tratamentos herbicidas causaram injúrias severas ( $\geq 25\%$ ), que progrediram para valor médios de sintomas entre 30% a 45% (Figura 1b). Desta forma, apesar das associações IOD + FEN e IOD + HAL terem proporcionado redução dos níveis de fitointoxicação principalmente dos 35 aos 70 DAA, estes ainda foram considerados moderados a severos e de baixa ação seletiva. É importante ressaltar, que os sintomas de injúrias na grama Esmeralda foram mais intensos que ocorridos na grama Coreana. Ou seja, resultaram em menor seletividade, não sendo uma estratégia promissora, mesmo para uso em um segmento onde o aspecto visual do gramado é menos importante.

Outro aspecto observado em grama Esmeralda foi que apesar do baixo potencial de proteção da fitointoxicação para IOD + FEN, as variáveis altura e biomassa (MSPA) não diferiram significativamente da testemunha e do IOD isolado (Tabela 1).

De forma contrária, a mistura em tanque de IOD + FEN foi altamente efetiva na redução da fitointoxicação em grama São Carlos Plus (Figura 1c). Essa associação, além de ter reduzido os níveis de injúrias visuais nas folhas causados pelo FEN em aproximadamente 20% até os 35 DAA e 30% a partir dos 49 DAA, também suprimiu a altura e a MSMA em 19,0% e 28,5%, respectivamente (Tabela 1). Diferentemente das gramas Coreana e Esmeralda, para a grama São Carlos Plus, os sintomas de injúrias

causados pela associação de IOD + FEN foram considerados leves ( $\leq 15,0\%$ ) na maior parte das avaliações, e apenas moderados entre 35 e 49 DAA.

Em complemento, foi constatada alta seletividade do IOD aplicado isolado e sem uso de adjuvantes para as três gramas estudadas, uma vez que somente foi observado leve clorose, sem alteração significativa na altura e MSPA apenas para a grama São Carlos Plus.

Diante do exposto, constatamos que a associação das formulações comerciais dos herbicidas IOD (Hussar<sup>®</sup>) e FEN (Podium<sup>®</sup> EW) são viáveis para uso em grama São Carlos Plus, indicando potencial promissor como ferramenta de manejo de plantas daninhas, principalmente na manutenção de produção de tapetes e gramas na engenharia. No entanto, ressaltamos a importância de novos estudos complementares em relação a novos cultivares e condições edafoclimáticas distintas, para a utilização com maior segurança dessa opção de manejo.

## CONCLUSÕES

A mistura em tanque das formulações comerciais de iodosulfuron-methyl (Hussar<sup>®</sup>) e fenoxaprop-p-ethyl (Podium<sup>®</sup> EW) aumentou a seletividade para grama São Carlos Plus, com efeito promissor na supressão de crescimento, de biomassa e na preservação da qualidade estética principalmente para uso nos setores de produção e engenharia;

Para as gramas Coreana e Esmeralda não foi observado viabilidade técnica para uso das associações entre os herbicidas devido ao baixo potencial de efeito seletivo.

## REFERÊNCIAS

- ABU-QARE A.W.; DUNCAN H.J. Herbicide safener: uses, limitations, metabolism, and mechanisms of action. *Chemosphere*. v.48, n.9, p.965-974, 2002.
- CARVALHO, S.J.P et al. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. *Scientia Agrícola*. v.66, n.1, p.136-142, 2009.
- CATANEO, A.C. et al. Mefenpyr-diethyl action on fenoxaprop-p-ethyl detoxification in wheat varieties. *Planta Daninha*. v.31, n.2, p. 387-393, 2013.
- COSTA, N. V. et al. Seletividade de herbicidas aplicados na grama Batatais e na grama São Carlos. *Planta Daninha*, v. 28, n. 2, p. 365-374, 2010.
- GALON et al. Seletividade de herbicidas às culturas pelo uso de protetores químicos. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.10, n.3, p.291-304, 2011.
- KARPINSKI et al. Selectivity of iodosulfuron-methyl association with ACCase inhibitors and 2,4-D

in wheat and barley crops. **Planta Daninha**, v36:e018167780, 2018.

MACIEL, C.D.G. Resultados de pesquisa com herbicidas em gramados - um apelo para o registro de produtos. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, 1, 2010, Botucatu. Tópicos atuais em gramados II: **Anais**. Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2010.

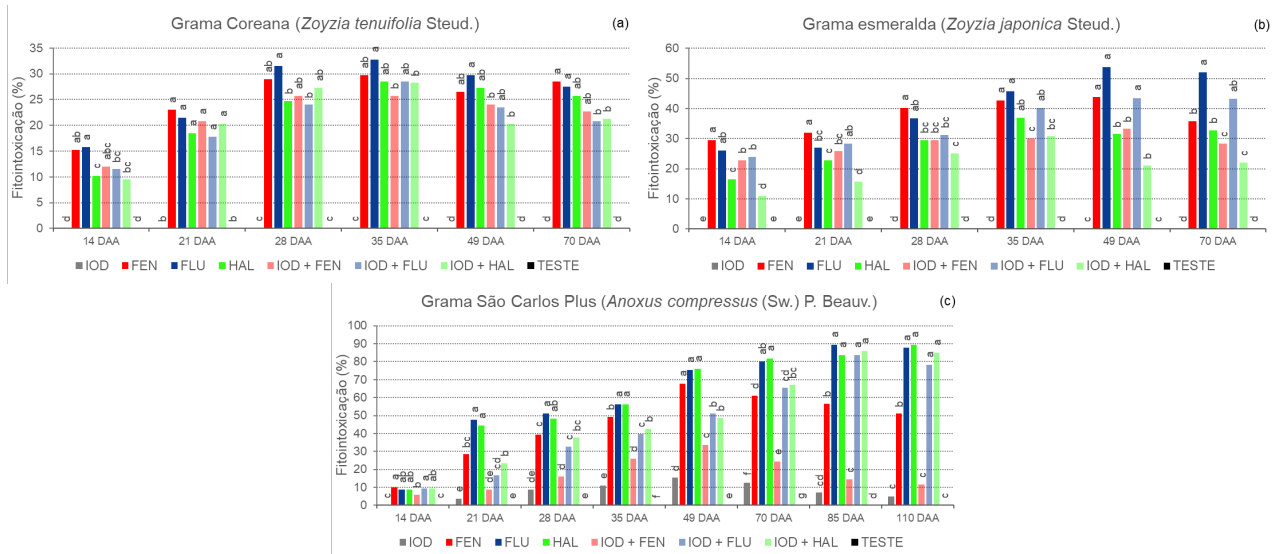
SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

**AGRADECIMENTOS**

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo na concessão de bolsas de Iniciação científica e doutorado.

As empresas Itograss Agrícola Alta Mogiana Ltda e Espaço Verde Cantagalo Ltda®, pela doação das mudas e concessão de área em campo de produção para a realização da pesquisa, respectivamente.

A todos os participantes do grupo de estudos em Matologia da UNICENTRO.



**Figura 1.** Fitointoxicação visual nas gramas coreana (a), esmeralda (b) e São Carlos Plus (c) causada pelos herbicidas iodosulfuron-methyl (IOD), fenoxaprop-p-ethyl (FEN), fluazifop-p-butyl (FLU) e haloxyfop-p-methyl (HAL), aplicados isolados ou associados e testemunha sem aplicação (TESTE).

- Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 1.** Altura e massa seca da parte aérea (MSPA) das gramas Coreana, Esmeralda e São Carlos Plus, respectivamente, aos 70, 70 e 49 dias após a aplicação (DAA), seguidas das reduções percentuais, causadas pelo efeito herbicida (R%). UNICENTRO. Guarapuava/PR, 2024.

Tratamentos	Casa de vegetação (Guarapuava-PR)								Campo (Cantagalo-PR)			
	Coreana (70 DAA)				Esmeralda (70 DAA)				São Carlos Plus (49 DAA)			
	Altura(cm)	(R%)	MSPA (g)	(R%)	Altura(cm)	(R%)	MSPA (g)	(R%)	Altura(cm)	(R%)	MSPA (g)	(R%)
IOD <sup>1</sup>	8,5abc*	15,0	2,47 <sup>NS</sup>	1,1	11,9ab*	6,8	11,40a*	-	5,0 ab*	13,1	13,7ab*	8,3
FEN <sup>2</sup>	6,6 c	33,8	1,94	6,4	10,1 bcd	20,5	9,39a	17,5	4,4 b	23,4	9,7 c	35,2
FLU <sup>3</sup>	6,3 c	37,5	1,62	9,5	8,3 d	35,2	5,56 b	53,1	4,3 b	24,8	10,6 bc	28,7
HAL <sup>4</sup>	7,4 bc	26,3	1,45	11,3	8,6 cd	32,2	5,38 b	54,7	4,5 b	21,9	10,5 bc	29,2
IOD + FEN	7,9 bc	21,3	1,69	8,9	10,8abc	15,6	9,80a	13,7	4,6 b	19,0	10,6 bc	28,5
IOD + FLU	8,1abc	18,8	1,42	11,6	8,5 cd	33,2	5,34 b	55,1	4,6 b	19,7	9,6 c	35,6
IOD + HAL	9,1ab	8,8	1,64	9,3	8,8 cd	31,3	5,44 b	54,2	4,4 b	22,6	9,3 c	37,8
TESTE <sup>5</sup>	10,0a	-	2,58	-	12,8a	-	11,28a	-	5,7 a	-	14,9a	-

<sup>1</sup> iodosulfuron-methyl = Hussar®, <sup>2</sup> fenoxaprop-p-ethyl = Podium® EW; <sup>3</sup> fluazifop-p-butyl = Fusilade® 250 EW; <sup>4</sup> haloxyfop-p-methyl = Verdict® R; - Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05) \* = significativo; <sup>NS</sup> = não significativo.