

INFLUÊNCIA DE HERBICIDAS NA ATIVIDADE FOTOSSINTÉTICA DE CULTURAS SEMEADAS EM SUCESSÃO AO ARROZ IRRIGADO

Gismael Francisco Perin¹, Marlon O. Bastiani², Sergio Guimarães², Amauri N. Beutler³, Anderson M. de Lima², Germani Concenço⁴, Giovane M. Burg², Lauri L. Radunz⁵, Juliana G. Belarmino², Leandro Galon⁶.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, imidazolinonas, carryover.

INTRODUÇÃO

A atividade fotossintética das plantas é influenciada direta ou indiretamente pela deficiência hídrica, pelo estresse térmico, pela concentração interna e externa de gases, pela composição e intensidade da luz (Sharkey & Raschke, 1981) e, em maior grau, pelos danos causados por herbicidas, dentre outros fatores. O arroz-vermelho, principal planta daninha infestante do arroz irrigado do Rio Grande do Sul, por pertencer a mesma família e espécie do arroz cultivado, apresenta características morfofisiológicas e bioquímicas similares a cultura, e isso impede o uso de herbicidas para o controle químico em lavouras orizícolas, sob risco de dano à variedade cultivada. O controle químico tornou-se possível em função do desenvolvimento de alguns genótipos tolerantes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, em especial as misturas formuladas comercialmente disponíveis, imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr, utilizadas no sistema Clearfield®.

Os herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas possuem características físico-químicas que lhes permitem persistir no ambiente por longos períodos de tempo (Vencill, 2002). Desse modo, esses produtos podem persistir no solo por período maior que o ciclo do arroz, provocando a intoxicação em culturas semeadas em sucessão, fenômeno conhecido como carryover.

Em função disso, objetivou-se com o trabalho avaliar a influência de herbicidas do grupo das imidazolinonas, aplicados para o controle de arroz-vermelho em lavouras de arroz irrigado, nas características relacionadas a fisiologia de espécies sucessoras de inverno.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação, nos meses de junho a agosto de 2011, em delineamento experimental de blocos casualizados arranjado em esquema fatorial 2 x 3, com três repetições. O fator A foi composto pelos herbicidas e o B pelas doses dos mesmos. Os herbicidas e doses foram: imazethapyr + imazapic [(0,00; 1,0 e 2 L ha⁻¹) + Dash 0,5% v/v] e imazapyr + imazapic [(0,0; 140,0 e 280,0 g ha⁻¹) + Dash 0,5% v/v]. Ressalta-se que a dose comercial recomendada de imazethapyr + imazapic - Only® é de 1 L ha⁻¹ e de imazapic + imazapic - Kifix® é de 140 g ha⁻¹ para o controle de arroz-vermelho em lavouras de arroz irrigado.

A aplicação dos herbicidas foi efetuada em pré-emergência, um dia após a semeadura das espécies (azevém - *Lolium multiflorum*, cornichão - *Lotus corniculatus*, trevo branco - *Trifolium repens*, festuca - *Festuca arundinacea*, ervilhaca - *Vicia sativa* e canola - *Brassica napus*), utilizando-se para isso pulverizador costal de precisão, equipado com duas pontas de pulverização da série TT 110.02, aspergindo volume de calda de 150 L ha⁻¹. A semeadura das espécies foi efetuada em vasos plásticos com capacidade para 6 dm³,

¹ Eng. Agr. Ms. Engenharia Agrícola, Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, Av. Dom João Hoffmann, 313, Bairro Fátima, 99700-000, Erechim-RS, Tel.: (54) 3321-7060, Email: gismael@uffs.edu.br.

² Acadêmico do curso de Agronomia - Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Itaqui/RS.

³ Eng. Agr. Dr. em Solos, Professor da UNIPAMPA, Campus Itaqui/RS.

⁴ Eng. Agr. D. Sc. Em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados/MS.

⁵ Eng. Agr. Dr. em Engenharia Agrícola, Professor da UFFS, Campus Erechim/RS.

⁶ Eng. Agr. D. Sc. em Fitotecnia, Professor da UFFS, Campus Erechim/RS.

preenchidos com solo previamente corrigido quanto a fertilidade. Após a germinação das plantas efetuou-se o desbaste deixando-se quatro plantas por vaso.

Aos 60 dias após a emergência (DAE) foram realizadas as avaliações das variáveis fisiológicas, bem como a massa seca da parte aérea (MS). Para isso foi utilizado um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO, em casa de vegetação aberta, permitindo livre circulação do ar. Cada bloco foi avaliado em um dia, entre 8 e 10 horas da manhã, de forma que se mantivessem condições ambientais homogêneas durante as análises. A MS foi determinada colhendo-se as plantas e acondicionando-se as mesmas em sacos de papel, sendo posteriormente colocadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65 ± 5 °C, até atingirem massa constante. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, quando significativos aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias. Todos os testes foram efetuados a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de MS das plantas (Tabela 1) apresentou comportamento diferenciado frente aos herbicidas utilizados. Canola e festuca não sobreviveram à aplicação de nenhum dos produtos, independentemente da dose. Por outro lado, cornichão e trevo-branco não sobreviveram a aplicação de imazapic + imazapyr, porém quando submetidos a mistura de imazethapyr + imazapic, ocorreu apenas redução no acúmulo de MS. As respostas diferenciadas das espécies estudadas frente aos herbicidas inibidores da enzima acetilactato sintase (ALS) pode ser atribuído ao comportamento diferencial do imazethapyr frente ao imazapyr. As plantas de azevém na presença de imazethapyr + imazapic apresentaram redução no acúmulo de MS independente do herbicida utilizado. A ervilhaca foi a única espécie a tolerar a dose e o dobro das duas misturas herbicidas testadas, porém com significativa redução do acúmulo de MS.

Tabela 1. Massa seca da parte aérea (g vaso⁻¹) de espécies de inverno submetidas a aplicação de doses de imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr em pré-emergência.

Espécies	DMR ¹	Herbicidas	
		imazethapyr + imazapic	imazapic + imazapyr
Azevém	0,0	18,2 Aa ²	18,2 Aa
	1,0	7,1 Ba	3,3 Bb
	2,0	3,2 Ca	0,0 Cb
Cornichão	0,0	2,0 Aa	2,0 Aa
	1,0	0,7 Ba	0,0 Bb
	2,0	0,5 Ba	0,0 Bb
Trevo-branco	0,0	4,0 Aa	3,8 Aa
	1,0	1,8 Ba	0,0 Ba
	2,0	0,6 Ca	0,0 Bb
Festuca	0,0	6,4 Aa	6,5 Aa
	1,0	0,0 Ba	0,0 Ba
	2,0	0,0 Ba	0,0 Ba
Ervilhaca	0,0	11,8 Aa	11,4 Aa
	1,0	10,4 Ba	6,7 Bb
	2,0	7,8 Ca	5,1 Cb
Canola	0,0	11,5 Aa	11,3 Aa
	1,0	0,0 Ba	0,0 Ba
	2,0	0,0 Ba	0,0 Ba
Média Geral		3,63	
CV (%)		5,73	

¹ Dose múltipla da recomendada (L ou kg ha⁻¹). ² Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve redução da taxa fotossintética de ervilhaca e trevo-branco quando tratadas com

a dose e o dobro da dose recomendada de imazethapyr + imazapic. Por outro lado, as plantas de azevém apresentaram incremento da taxa fotossintética quando tratadas com a dose recomendada (Tabela 2). A taxa fotossintética não se relacionou com o acúmulo da MS, pois o aumento constatado na fotossíntese pode estar associado a um proporcional aumento da respiração, o que pode tornar a taxa de assimilação líquida da planta nula (Gardner et al., 1985).

Após 60 dias da aplicação, a degradação dos herbicidas na área com o dobro da dose, descrito pela curva de meia-vida do composto (Alister & Kogan, 2010), muito provavelmente proporcionou redução das quantidades dos produtos no solo para níveis que permitiram a retomada do crescimento do azevém e do trevo-branco; devido a isto, provavelmente maior consumo de CO₂ pelo processo fotossintético e a consequente redução deste elemento no mesófilo foram registrados aos 60 dias após aplicação do dobro da dose de imazethapyr + imazapic.

Tabela 2. Taxa fotossintética ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de espécies de inverno submetidas a aplicação de doses de imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr em pré-emergência.

Espécies	DMR ¹	Herbicidas	
		imazethapyr + imazapic	imazapic + imazapyr
Azevém	0,0	4 Bb ²	4 Bb
	1,0	5 Ab	5 Ab
	2,0	0 Cb	0 Cb
Cornichão	0,0	0,5 Ab	0,5 Ab
	1,0	0,0 Bb	0,0 Bb
	2,0	0,0 Bb	0,0 Bb
Trevo-branco	0,0	6 Ab	6 Ab
	1,0	0 Bb	0 Bb
	2,0	0 Bb	0 Bb
Festuca	0,0	5 Ab	5 Ab
	1,0	0 Ba	0 Ba
	2,0	0 Ba	0 Ba
Ervilhaca	0,0	5 Aa	5 Aa
	1,0	4 Aa	4 Aa
	2,0	5 Aa	5 Aa
Canola	0,0	5 Ab	5 Ab
	1,0	0 Ba	0 Ba
	2,0	0 Ba	0 Ba
CV (%)		12,71	

¹ Dose múltipla da recomendada (L ou kg ha⁻¹). ² Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A concentração interna de CO₂ (Ci) no mesófilo foliar das plantas de azevém e trevo-branco diminuiu na presença do dobro da dose recomendada de imazethapyr + imazapic (Tabela 3). De maneira geral, foi observado comportamento inverso para o CO₂ consumido, ou seja, os tratamentos que apresentaram maior consumo de CO₂ demonstraram menores valores de Ci. As demais espécies que sobreviveram não apresentaram sua Ci e consumo de CO₂ afetado pelos herbicidas. Com base nestes parâmetros, pode-se inferir que as plantas que cresceram em solo com aplicação do dobro da dose de imazethapyr + imazapic, demonstraram crescimento inicial mais prejudicado do que as plantas que cresceram em solo com dose padrão do herbicida.

Tabela 3. Concentração interna de CO₂ (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e quantidade de CO₂ consumido (ΔC - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) de espécies de inverno submetidas a aplicação de doses de imazethapyr + imazapic e imazapic + imazapyr em pré-emergência.

Espécies	DMR ¹	Herbicidas			
		imazethapyr + imazapic		imazapic + imazapyr	
		Concentração interna	Quantidade consumida	Concentração interna	Quantidade consumida
Azevém	0,0	386,3 Aa ²	127,0 Bb	373,7 Ab	16,0 Aa
	1,0	383,3 Aa	11,0 Bb	370,0 Ab	17,0 Aa
	2,0	379,0 Ba	16,0 Aa	0,0 Bb	0,0 Bb
Cornichão	0,0	383,7 Aa	12,7 Ab	375,3 Ab	14,7 Aa
	1,0	383,3 Aa	11,7 Aa	0,0 Bb	0,0 Bb
	2,0	381,0 Aa	12,7 Aa	0,0 Bb	0,0 Bb
Trevo-branco	0,0	382,7 Aa	11,0 Ba	376,3 Ab	10,3 Aa
	1,0	380,7ABA	11,7 ABA	0,0 Bb	0,0 Bb
	2,0	378,0 Ba	13,7 Aa	0,0 Bb	0,0 Bb
Festuca	0,0	379,0 Aa	12,7 Aa	372,7 Ab	13,7 Aa
	1,0	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba
	2,0	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba
Ervilhaca	0,0	375,0 Aa	15,3 Aa	371,3 Ab	14,0 Ba
	1,0	375,3 Aa	14,7 Aa	368,7 Ab	16,3 Aa
	2,0	374,7 Aa	15,3 Aa	367,7 Ab	15,0 ABA
Canola	0,0	378,7 Aa	8,7 Aa	376,0 Aa	9,0 Aa
	1,0	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba
	2,0	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ba

¹ Dose múltipla da recomendada (L ou kg ha⁻¹). ² Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, para uma mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A mistura de imazapic + imazapyr causou a morte de todas as espécies testadas, com exceção da ervilhaca. A mistura de imazethapyr + imazapic causou redução de massa seca em todas as espécies vegetais e morte das plantas de canola, independente da dose avaliada. Houve redução da taxa fotossintética de ervilhaca e trevo-branco quando tratadas com a dose e o dobro da dose recomendada de imazethapyr + imazapic. O azevém apresentou incremento na taxa fotossintética quando tratado com a dose recomendada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de auxílio financeiro a pesquisa de Leandro Galon (processo n.: 483564/2010-9).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALISTER, C.; KOGAN, M. Rainfall effect on dissipation and movement of diuron and simazine in a vineyard soil. *Planta Daninha*, v.28, número especial, p.1059-1071, 2010.
- GARDNER, F.P. et al. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University Press. 1985. 328 p.
- SHARKEY, T. D.; RASCHKE, K. Effect of light quality on stomatal opening in leaves of *Xanthium strumarium* L. *Plant Physiology*, v.68, n.5, p.1170-1174, 1981.
- VENCILL, W.K. **Herbicide handbook**. 8.ed. Lawrence: Weed Science Society of America. 2002. 493 p.