

# EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE CO<sub>2</sub> E DA TEMPERATURA SOBRE O CONTROLE DE CAPIM-ARROZ RESISTENTE E SUSCETÍVEL AO IMAZETHAPYR

Giliardi Dalazen<sup>1</sup>; Alexandre Pisoni<sup>2</sup>; Rafael S. Rafaeli<sup>3</sup>, Paula Gusberti<sup>3</sup>, Aldo Merotto Jr.<sup>4</sup>

Palavras-chave: *Echinochloa crus-galli*; resistência; mudança climática.

## INTRODUÇÃO

O capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) é uma das principais plantas daninhas da cultura do arroz-irrigado no sul do Brasil (Agostinetto et al., 2010). Trata-se de uma espécie com metabolismo de carbono C<sub>4</sub>, com populações resistentes a vários herbicidas, entre eles as imidazolinonas, incluindo populações em que o incremento de metabolização está envolvido no processo de resistência (Matzenbacher et al., 2015). As imidazolinonas são herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), responsável pela síntese dos aminoácidos essenciais de cadeia ramificada valina, leucina e isoleucina (Powles & Yu, 2010).

Até o momento, não há descrito o efeito da interação da temperatura com a concentração de CO<sub>2</sub> sobre o controle dessa espécie com herbicidas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da temperatura e da concentração de CO<sub>2</sub> sobre o controle de plantas de capim-arroz tratadas com imazethapyr.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em esquema fatorial (4x2x2x7), com quatro repetições. O fator A foi composto por populações de capim-arroz, sendo duas suscetíveis (SUSSP01 e MOSTS01) e duas resistentes (ARRGR01 e PALMS01) ao herbicida imazethapyr. Estudos prévios indicaram que o incremento de metabolização está envolvido no processo de resistência nestas populações. O fator B foi composto pelas concentrações de CO<sub>2</sub> de 400 ppm (ambiente) e 700 ppm. O fator C foi formado pelas temperaturas 24/20°C e 30/26°C (dia/noite). O fator D foi formado por doses do herbicida imazethapyr, formando curvas de dose-resposta. Para as populações suscetíveis as doses utilizadas foram 0; 6,625; 13,25; 26,5; 53; 106 e 212 g ha<sup>-1</sup>. Nas resistentes, as doses utilizadas foram 0; 26,5; 53; 106; 212; 424 e 848 g ha<sup>-1</sup>. Baseado em experimentos prévios, o intervalo de doses utilizadas nas populações suscetíveis foi menor, uma vez que as plantas são mais sensíveis ao herbicida imazethapyr. Em todos os tratamentos foi acrescido o adjuvante Dash (0,5% v/v).

A aspersão dos tratamentos foi realizada quando as plantas estavam com três folhas. As plantas cultivadas sob temperatura de 24/20°C e 30/26°C atingiram o estágio de aspersão do herbicida aos 8 e 7 dias após o transplante das plântulas e acomodação nas câmaras de crescimento, respectivamente. A aspersão do herbicida foi realizada em câmara de pulverização automatizada, utilizando-se ponta de pulverização TJ8002E, com pressão constante de 42 lb pol<sup>-2</sup> e velocidade de deslocamento de 1,16 m s<sup>-1</sup>, gerando o volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>.

O controle foi avaliado aos 7 e 14 dias após os tratamentos (DAT) por meio de escala visual, em que zero significa ausência de sintomas e 100 significa morte da planta. A massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) foi mensurada aos 14 DAT. Os dados foram

<sup>1</sup> Doutor em Fitotecnia, Professor na Universidade Estadual de Londrina, giliardidalazen@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>3</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>4</sup> Doutor em Fitotecnia, Professor na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

submetidos à análise de variância e ajustados pelo modelo logístico de 3 parâmetros [( $y = a/(1+(x/x_0)^b)$ )]. Para os fatores qualitativos (populações de capim-arroz e inibidores de enzimas P450), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados de porcentagem de controle foram transformados em  $\sqrt{x} + 0,5$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 7 DAT (dados não apresentados), nas populações suscetíveis o controle foi superior nas plantas cultivadas na temperatura mais elevada (30/26°C dia/noite), independentemente da concentração de CO<sub>2</sub> e dose do herbicida. Para a população SUSSP01, na dose recomendada do herbicida imazethapyr (106 g ha<sup>-1</sup>), o controle foi de 80% e 90% para as concentrações de 400 ppm e 700 ppm de CO<sub>2</sub>, respectivamente, na temperatura de 24/20°C. Contudo, as plantas cultivadas sob temperatura de 30/26°C apresentaram controle de 97,5% e 100%. Por outro lado, nas populações resistentes, o controle foi superior nas plantas cultivadas em temperatura inferior, de 24/20°C. Essa resposta foi observada nas doses inferiores à recomendada.

Aos 14 DAT, o controle de plantas suscetíveis (figuras 1a e 1b), assim como aos 7 DAT, foi superior sob maiores temperaturas (30/26°C) e menores doses de imazethapyr. Contudo, nas populações resistentes (figuras 1c e 1d), o controle foi inferior nas maiores temperaturas (30/26°C) e maior concentração de CO<sub>2</sub> (700 ppm). As diferenças mais significativas foram observadas em doses inferiores à recomendada. Na dose de 26,5 g ha<sup>-1</sup> de imazethapyr, as plantas cultivadas em concentração de 400 ppm de CO<sub>2</sub> apresentaram controle de 62,5% e 42,5% para as temperaturas de 24/20°C e 30/20°C, respectivamente. Para a concentração de 700 ppm de CO<sub>2</sub>, os valores de controle foram reduzidos para 53,75% e 36,25% para as temperaturas de 24/20°C e 30/20°C, respectivamente.

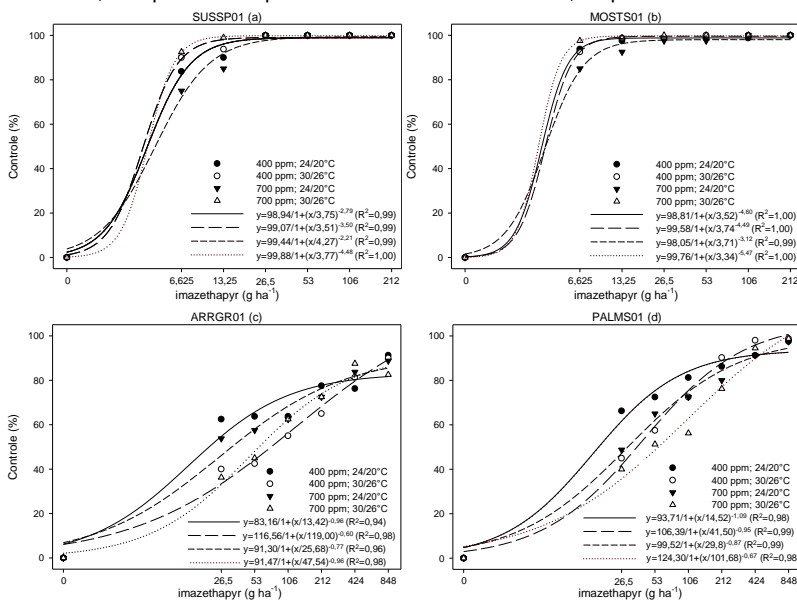


Figura 1. Controle (%) de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) com imazethapyr, em resposta à concentração de CO<sub>2</sub> e temperatura, 14 dias após os tratamentos. Populações suscetíveis (SUSSP01 (a) e MOSTS01 (b)) e resistentes (ARRGR01 (c) e PALMS01 (d)).

Além do efeito da temperatura sobre o controle, tanto o aumento da temperatura quanto a maior concentração de CO<sub>2</sub> produziram plantas com maior acúmulo de MMSPA (figura 2). Em todas as populações, a MMSPA das testemunhas foi superior nos tratamentos com maior temperatura (30/26°C) e concentração de CO<sub>2</sub>. Porém, nas populações suscetíveis SUSP01 e MOSTS01, nos tratamentos em que houve a aspersão de imazethapyr, independentemente da dose, não houve diferença entre os cenários de mudança climática sobre o acúmulo de MMSPA, devido ao alto controle proporcionado pelo herbicida. Nas populações resistentes ARRGR01 e PALMS01, o maior acúmulo de MMSPA foi observado nas plantas cultivadas sob temperatura de 30/26°C, independentemente da concentração de CO<sub>2</sub>. Para a temperatura de 24/20°C, o maior acúmulo de MMSPA ocorreu na concentração de CO<sub>2</sub> de 700 ppm.

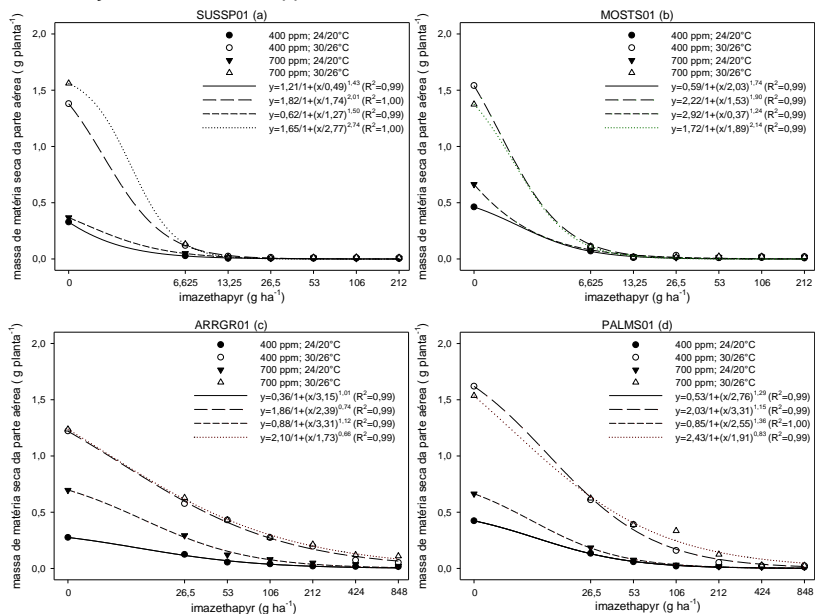


Figura 2. Massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) tratado com imazethapyr, em resposta à concentração de CO<sub>2</sub> e temperatura, 14 dias após os tratamentos. Populações suscetíveis (SUSSP01 (a) e MOSTS01 (b)) e resistentes (ARRGR01 (c) e PALMS01 (d)).

Nas populações suscetíveis, o maior controle observado sob maiores temperaturas pode estar relacionado à maior absorção e translocação do herbicida imazethapyr na temperatura de 30/26°C. Uma série de experimentos demonstra a maior fitointoxicação de plantas por herbicidas em condições de temperaturas elevadas (Olson et al., 2000; Ziska et al., 2016). A ocorrência de maior absorção de herbicidas em condições de altas temperaturas ocorre devido à maior permeabilidade da membrana plasmática nessas condições (Los & Murata, 2004). A maior translocação de herbicidas sistêmicos sob altas temperaturas ocorre pelo fato de que essas condições coincidem com as condições em que as plantas C<sub>4</sub>, tais qual o capim-arroz, apresentam a maior atividade fotossintética. Dessa forma, ao contrário das populações resistentes, como as populações suscetíveis não apresentam enzimas detoxificadoras em quantidade suficiente para que ocorra a metabolização do herbicida, as plantas suscetíveis são ainda mais sensíveis ao herbicida

imazethapyr em temperaturas mais elevadas.

Tabela 1. Fator de resistência (FR) de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) tratado com imazethapyr em resposta à concentração de CO<sub>2</sub> aos 7 e 14 dias após os tratamentos (DAT) e para a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA).

Tratamento	Fator de resistência (FR)			
	7 DAT	14 DAT	MMSPA	
SUSSP01	400 ppm; 24/20°C	1,00	1,00	1,00
	400 ppm; 30/26°C	0,99	0,93	3,55
	700 ppm; 24/20°C	1,00	1,14	2,59
	700 ppm; 30/26°C	0,93	1,00	5,59
MOSTS01	400 ppm; 24/20°C	0,49	0,94	4,14
	400 ppm; 30/26°C	0,21	0,99	3,12
	700 ppm; 24/20°C	0,29	0,99	0,76
	700 ppm; 30/26°C	0,20	0,88	3,86
ARRGR01	400 ppm; 24/20°C	3,33	5,45	6,43
	400 ppm; 30/26°C	5,73	19,55	4,88
	700 ppm; 24/20°C	4,04	8,71	6,76
	700 ppm; 30/26°C	6,66	15,29	3,53
PALMS01	400 ppm; 24/20°C	2,92	4,35	5,63
	400 ppm; 30/26°C	5,81	9,68	6,76
	700 ppm; 24/20°C	2,86	7,97	5,20
	700 ppm; 30/26°C	7,38	14,90	3,90

## CONCLUSÃO

O aumento da temperatura influenciou de maneira mais acentuada sobre a resistência de capim-arroz ao herbicida imazethapyr em comparação ao aumento da concentração de CO<sub>2</sub>. A maior concentração de CO<sub>2</sub> apresentou maior efeito quando combinada com a menor temperatura avaliada (24/20°C). Com o aumento da temperatura de 24/20°C para 30/26°C, o fator de resistência em plantas cultivadas sob 400 ppm aumentou 72% e 55% para as populações ARRGR01 e PALMS01, respectivamente. Quando cultivadas em 700 ppm, o aumento do FR foi de 43% (ARRGR01) e 46,5% (PALMS01) em resposta ao aumento da temperatura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINETTO, D. et al. Interferência e nível de dano econômico de capim-arroz sobre o arroz em função do arranjo de plantas da cultura. Planta Daninha, Viçosa, v. 28, n. especial, p. 993-1003, 2010.
- LOS, D. A.; MURATA, N. Membrane fluidity and its roles in the perception of environmental signals. Biochimica et Biophysica Acta, Amsterdam, v. 1666, n. 1-2, p. 142-157, 2004.
- MATZENBACHER, F. O. et al. Distribution and analysis of the mechanisms of resistance of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) to imidazolinone and quinclorac herbicides. The Journal of Agricultural Science, London, v. 153, n. 6, p. 1044-1058, 2015.
- OLSON, B. L. S. et al. Efficacy and metabolism of mon 37500 in *Triticum aestivum* and weedy grass species as affected by temperature and soil moisture. Weed Science, Champaign, v. 48, n. 5, p. 541-548, 2000.
- POWLES, S. B.; YU, Q. Evolution in action: plants resistant to herbicides. Annual Review of Plant Biology, Palo Alto, v. 61, n. 1, p. 317-347, 2010.
- ZISKA, L. H.; McConnells, L. L. Climate change, carbon dioxide, and pest biology: monitor, mitigate, manage. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Easton, v. 64, n. 1, p. 6-12, 2016.