

EFEITO DE INIBIDORES DE ENZIMAS P450 SOBRE PLANTAS DE CAPIM-ARROZ TRATADAS COM IMAZETHAPYR

Giliardi Dalazen¹; Débora Marques Laux²; Paula Gusberti²; Mariah Dupont Mattei²; Aldo Merotto Júnior³

Palavras-chave: resistência, metabolização, ALS, *Echinochloa crus-galli*.

INTRODUÇÃO

O capim-arroz é uma das principais plantas daninhas da cultura do arroz irrigado no sul do Brasil (Agostinetto et al., 2010). Essa planta daninha pode provocar perdas de até 90% na produtividade do arroz, dependendo da densidade da infestante, cultivar e manejo da irrigação da lavoura (Pinto et al., 2008), o que demanda o emprego de métodos de controle. O método químico é o mais utilizado para o controle dessa planta daninha. No entanto, populações resistentes aos herbicidas inibidores da enzima ALS foram selecionadas (Heap, 2015), tornando esses herbicidas ineficientes sobre esses biótipos.

A resistência aos inibidores da ALS pode ser devida a mutações no gene ALS, tornando a enzima ALS insensível aos herbicidas. Porém, mecanismos não relacionados ao local de ação têm sido investigados como causa da resistência. Entre eles destaca-se a metabolização por enzimas citocromo-P450-monoxigenases (P450) (Powles & Yu, 2010), conhecidas como enzimas-chave na fase I do metabolismo de xenobióticos, e de papel fundamental da detoxificação de herbicidas em plantas (Yun et al., 2005).

A detecção da ocorrência de metabolização de herbicidas pelas enzimas P450 pode ser realizada por meio do uso de inibidores enzimáticos (Yasour et al., 2009). Entre eles estão o butóxido de piperolina (PBO) e o malathion (Siminszky, 2006). O inseticida organofosforado malathion é o inibidor mais comumente utilizado e a inibição ocorre quando o átomo de enxofre liberado pelo organofosfato oxigenado inibe a ação da enzima P450 (Werk-Reichhart et al., 2000).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos inibidores de enzimas P450 butóxido de piperolina (PBO) e malathion sobre plantas de capim-arroz (*E. crus-galli*) resistentes e suscetíveis ao herbicida imazethapyr.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se a metodologia de curvas de dose-resposta, com quatro repetições. As plantas foram cultivadas individualmente em vasos com capacidade de 200 mL, perfurados e mantidos em bandejas com água para a irrigação. Foram utilizadas duas populações de capim-arroz, sendo uma suscetível (SUSSP01) e outra resistente (PALMSUL01) ao herbicida imazethapyr. Os inibidores de enzima P450 avaliados foram o butóxido de piperolina (PBO) e o malathion, ambos aspergidos duas horas antes da aplicação do herbicida, na dose de 1000 g ha⁻¹. Na população suscetível (SUSSP01), as doses de imazethapyr utilizadas foram 0; 6,625; 13,25; 26,5; 53; 106 e 212 g ha⁻¹. Na resistente (PALMSUL01), as doses utilizadas foram 0; 26,5; 53; 106; 212; 424 e 848 g ha⁻¹. Baseado em experimentos prévios, o intervalo de doses utilizado na população suscetível SUSSP01 foi menor, uma vez que as plantas são mais sensíveis ao herbicida imazethapyr. Em todos os tratamentos foi acrescido o adjuvante Dash (5%).

¹ Doutorando, PPG Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil, (giliardidalazen@gmail.com)

² Graduando em agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

³ Professor, Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil

A aspersão dos tratamentos foi realizada quando as plantas se encontravam com três folhas. Para isso, foi utilizada câmara de pulverização automatizada, utilizando-se volume de calda de 200 L ha⁻¹ e ponta de pulverização DG 110.02, com pressão constante de 50 lb pol⁻² e velocidade de deslocamento de 1 m s⁻¹.

Foram avaliados o controle aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT) e a massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) aos 28 DAT. Os dados foram submetidos à análise de variância e ajustados pelo modelo logístico de 3 parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na população SUSSP01 a aspersão prévia dos inibidores de P450 não proporcionou incremento no controle (figura 1). Essa resposta era esperada, uma vez que trata-se de uma população suscetível de capim-arroz. Na população resistente PALMSUL01, a aspersão prévia dos inibidores de metabolização incrementou o controle das plantas (figura 2), apresentando interação significativa. Embora ambos os inibidores tenham apresentado efeito, malathion proporcionou maior atividade inibidora das enzimas P450, uma vez que proporcionou maior incremento no controle.

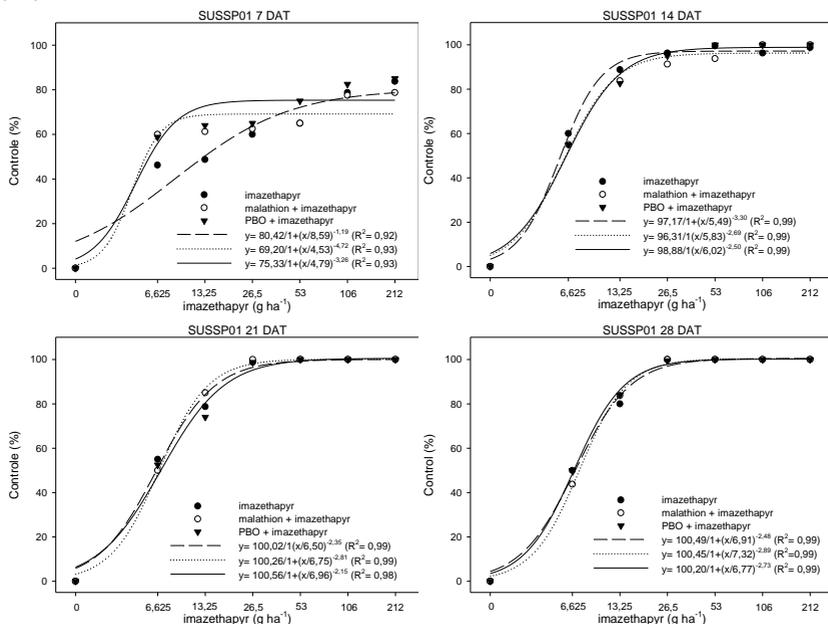


Figura 1- Controle de plantas de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) suscetíveis (SUSSP01) ao herbicida imazethapyr aos 7, 14, 21 e 28 DAT, em resposta à aspersão de inibidores de enzimas P450 (malathion e PBO).

Além do efeito sobre o controle, o uso dos inibidores também interferiu na MMSPA e GR₅₀ e, consequentemente, sobre o fator de resistência (FR) (figura 3 e tabela 1). O FR para a variável MMSPA (tabela 1) da população resistente (PALMSUL01) foi de 15,94. No entanto, nas plantas em que os inibidores malathion e PBO foram aspergidos, o FR foi reduzido para 3,44 e 4,94, respectivamente. Esses resultados indicam que enzimas P450 estão envolvidas no processo de resistência dessas plantas ao herbicida imazethapyr, uma vez que o uso de inibidores reverteu parcialmente a resistência.

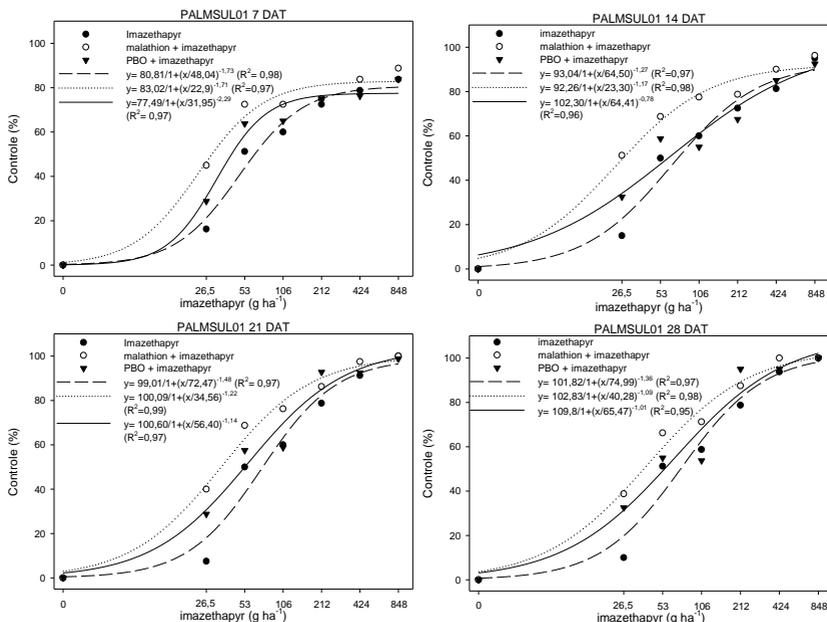


Figura 2- Controle de plantas de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) resistentes (PALMSUL01) ao herbicida imazethapyr aos 7, 14, 21 e 28 DAT, em resposta à aspersão de inibidores de enzimas P450 (malathion e PBO).

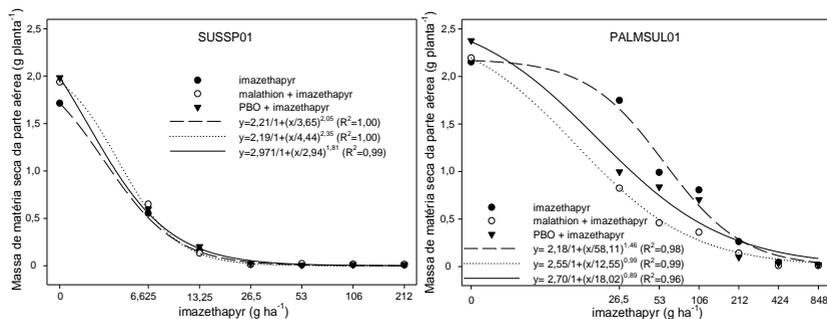


Figura 3- Massa de matéria seca da parte aérea (MMSPA) de plantas de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) suscetíveis (SUSSP01) e resistentes (PALMSUL01) ao herbicida imazethapyr em resposta à aspersão de inibidores de enzimas P450 (malathion e PBO).

De forma semelhante aos resultados obtidos neste estudo, em *Echinochloa phyllopogon*, o uso do inibidor de P450 malathion aumentou a fitotoxicidade do herbicida penoxsulam em plantas resistentes devido a menor metabolização do herbicida (Yasour et al., 2009). Em estudos realizados com *Echinochloa* spp, verificou-se que a aplicação de malathion duas horas antes da aspersão de imazethapyr diminuiu o fator de resistência em aproximadamente 2,6 vezes em dois biótipos estudados (Matzenbacher, 2012).

A ocorrência de resistência de herbicidas devido à metabolização por enzimas P450 apresenta consequências relevantes para o manejo das culturas. Essa afirmação justifica-se

pelo fato de que enzimas são capazes de metabolizar simultaneamente herbicidas de diferentes modos de ação, inclusive herbicidas nunca antes utilizados (Powles & Yu, 2010).

Tabela 1- GR₅₀ e fator de resistência (FR) de população de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) suscetível (SUSSP01) e resistente (PALMSUL01) ao herbicida imazethapyr em resposta a aspersão de inibidores de enzimas P450 (malathion e PBO).

Tratamento	GR ₅₀ (g de imazethapyr ha ⁻¹)				MMSPA ^{III}	FR ^{III} (MMSPA)
	7 DAT ^I	14 DAT	21 DAT	28 DAT		
SUSSP01 (susceptível)						
Imazethapyr	8,59	5,49	6,50	6,91	3,65	1
Malathion+imazethapyr	4,53	5,83	6,75	7,32	4,44	1,22
PBO+imazethapyr	4,79	6,02	6,96	6,77	2,94	0,81
PALMS01 (resistente)						
Imazethapyr	48,04	64,50	72,47	74,99	58,18	15,94
Malathion+imazethapyr	22,90	23,30	34,56	40,28	12,55	3,44
PBO+imazethapyr	31,95	64,41	56,40	65,47	18,02	4,94

^I Dias após o tratamento; ^{II} Massa de matéria seca da parte aérea; ^{III} Fator de resistência.

CONCLUSÃO

A inibição de enzimas P450 por meio da utilização dos inibidores malathion e PBO indica que a metabolização está envolvida no mecanismo de resistência ao herbicida imazethapyr em plantas de capim-arroz pertencentes à população PALMSUL01. O inibidor malathion foi o mais eficiente, reduzindo consideravelmente o fator de resistência.

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, dezembro 2010.
- HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em 15 de junho de 2015.
- MATZENBACHER, F. O. **Caracterização e controle de capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) resistente aos herbicidas do grupo das imidazolinonas e quinclorac em arroz irrigado**. 2012. 212 f. Mestrado (Dissertação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PINTO, J. J. O. et al. Controle de Capim-Arroz (*Echinochloa* spp.) em função de métodos de manejo na cultura do arroz irrigado. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 767-777, abril 2008.
- 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, june 2010.
- SIMINSZKY, B. Plant cytochrome P450-mediated herbicide metabolism. **Phytochemistry Reviews**, Dordrecht, v. 5, n. 2-3, p. 445-458, june 2006.
- WERCK-REICHHART, D. et al. Cytochromes P450 for engineering herbicide tolerance. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 5, n. 3, p. 116-123, march 2000.
- YASOUR, H. et al. Mechanism of resistance to penoxsulam in late watergrass [*Echinochloa phyllopogon* (Stapf) Koss.]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 57, n. 9, p. 3653-3660, may 2009.
- YUN, M. S. et al. Cytochrome P-450 monooxygenase activity in herbicide-resistant and -susceptible late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 83, n. 2-3, p. 107-114, october and november 2005.