

# RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DE DUAS CULTIVARES DE ARROZ À APLICAÇÃO DE IMAZAMOX NA FASE REPRODUTIVA DA CULTURA.

Bibiana Silveira Moraes<sup>1</sup>; João Paulo Refatti<sup>2</sup>, Kelen Muller Souto<sup>3</sup>; Guilherme V. Cassol<sup>4</sup>; Guilherme T. Londero<sup>5</sup>; Gerson Meneguetti S. Sartori<sup>6</sup>; Mara Gohrs<sup>7</sup>; Marlo Celso<sup>8</sup>; Marcos Marchezan<sup>9</sup>; Enio Marchesan<sup>10</sup>; Luis Antonio de Avila<sup>11</sup>; Fernando Teixeira Nicoloso<sup>12</sup>

Palavras-chave: imazamox, arroz resistente, efeitos secundários,

## INTRODUÇÃO

O arroz vermelho (*Oryza sativa*) é a principal planta daninha da cultura do arroz. Dentre as práticas que podem ser usadas para o controle do arroz vermelho, merece destaque a tecnologia Clearfield®, que é uma ferramenta baseada no uso de herbicidas do grupo das imidazolinonas em cultivares resistentes a esses herbicidas. O uso desses herbicidas em cultivos com arroz resistente proporciona um controle seletivo eficiente do arroz vermelho (OTTIS et al., 2003). Porém, o controle não chega a 100% assim ocorrendo o escape de algumas plantas. O controle desses escapes de arroz vermelho faz-se necessário para que se obtenha sustentabilidade do sistema de produção. Estudos conduzidos nos EUA demonstraram eficiência no controle de escapes de arroz vermelho com o herbicida imazamox (MEINS et al., 2004). O herbicida imazamox pertence ao grupo químico das imidazolinonas, cujo mecanismo de ação primário se dá através da inibição da atividade da enzima acetolactato sintase (ALS) ou acetohidroxiácido (AHAS). Apesar de alguns autores demonstrarem que não ocorre prejuízo no desenvolvimento de algumas cultivares de arroz resistente aos herbicidas inibidores da ALS (MEINS et al., 2004; SCOTT et al., 2007), existem estudos que mostram efeitos secundários desses herbicidas (SCARPONI et al., 2001; ZABALZA et al., 2004).

Devido a isso o objetivo deste trabalho foi caracterizar as respostas morfofisiológicas de duas cultivares de arroz à aplicação de imazamox na fase reprodutiva da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas 2009-2010 e 2010-2011, em área de várzea sistematizada do Departamento de Fitotecnia, localizada na Universidade Federal de Santa Maria, Depressão Central do Rio Grande do Sul. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas no espaço, em esquema fatorial (2x7) com 4 repetições. O fator A foi composto pelas cultivares Puitá INTA CL e IRGA 422 CL. O fator B foi composto pelas épocas de aplicação de 80 g i.a ha<sup>-1</sup> de

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr., Aluna do Curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFSM. Rua Erly de Almeida Lima, 1679/403, Camobi. [bibianamoraes@gmail.com](mailto:bibianamoraes@gmail.com)

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr., Aluno do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Herbologia, UFPEL, [joapaulorefatti@hotmail.com](mailto:joapaulorefatti@hotmail.com)

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr., Aluno do Curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, [kelen\\_ms@yahoo.com.br](mailto:kelen_ms@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr., Aluno do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Herbologia, UFPEL, [guilhermevcassol@hotmail.com](mailto:guilhermevcassol@hotmail.com)

<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr., Aluno do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, [gtlondero@yahoo.com.br](mailto:gtlondero@yahoo.com.br)

<sup>6</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr., Aluno do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, [gersonmms@yahoo.com.br](mailto:gersonmms@yahoo.com.br)

<sup>7</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr., Aluna do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, [maragohrs@yahoo.com.br](mailto:maragohrs@yahoo.com.br)

<sup>8</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia da UFSM, [marlocelso@hotmail.com](mailto:marlocelso@hotmail.com)

<sup>9</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia da UFSM, [marchezan\\_mg@hotmail.com](mailto:marchezan_mg@hotmail.com)

<sup>10</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr. Dr., Prof. Titular do Departamento de Fitotecnia da UFSM, [emarchezan@terra.com.br](mailto:emarchezan@terra.com.br)

<sup>11</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr. PhD., Prof. Adjunto do Departamento de Fitossanidade da UFPEL, [laavilabr@gmail.com](mailto:laavilabr@gmail.com)

<sup>12</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr. Dr., Prof. Adjunto do Departamento de Biologia da UFSM, [ftnicoloso@yahoo.com](mailto:ftnicoloso@yahoo.com)

imazamox (Tabela 1). As aplicações foram realizadas com pulverizador costal propelido à CO<sub>2</sub> (pressão de 40 lbs pol<sup>2</sup>) utilizando-se uma barra com quatro pontas de pulverização cone vazio (Jacto JA-2) espaçadas 0,50 m, com volume de calda ajustado para 178 L ha<sup>-1</sup>. A implantação da cultura foi realizada em sistema de cultivo mínimo com semeadura direta, utilizando-se 100 kg de sementes ha<sup>-1</sup>. As demais práticas de manejo foram realizadas conforme recomendações técnicas da pesquisa para o cultivo do arroz irrigado. Os parâmetros avaliados no primeiro experimento (safra 2009-10) foram produtividade de grãos, estatura de plantas, massa de mil grãos, percentual de grão inteiro e percentual de espiguetas estéreis. No segundo experimento (safra 2010-11) os parâmetros avaliados foram produtividade de grãos, estatura de plantas e biomassa seca da panícula principal. A colheita foi efetuada manualmente quando os grãos apresentaram grau de umidade média de 22%, em área útil de 4,08 m<sup>2</sup> em cada parcela. Após a trilha, limpeza, secagem e pesagem dos grãos com casca, os dados foram corrigidos para 13% de umidade e convertidos em kg ha<sup>-1</sup>. A estatura de plantas foi avaliada em 10 colmos em cada unidade experimental, tomando-se a distância entre o colo da planta e o ápice da panícula. O peso de grão de arroz com casca foi determinado a partir do peso médio de quatro subamostras de 100 grãos e o resultado expresso em peso de 1000 grãos, em gramas. O percentual de grãos inteiros foi obtido das amostras que foram armazenadas previamente por quatro meses sendo realizado o beneficiamento em equipamento denominado de testadora de arroz. A esterilidade foi determinada através do número de espiguetas estéreis, sendo o resultado expresso em percentagem em relação ao total de espiguetas. Para o parâmetro biomassa seca foram avaliadas cinco panículas por unidade experimental, deixando-se o material em estufa a 65°C até atingir peso seco. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Tabela 1. Tratamentos (Fator B) compostos pela combinação entre as diferentes épocas de aplicação do herbicida imazamox e a dose de 80 g i.a ha<sup>-1</sup>.

Época	DPF <sup>1</sup>	DPF + 7 dias <sup>2</sup>	DPF + 14 dias <sup>3</sup>
<b>B1</b>	0	0	0
<b>B2</b>	80 g i.a ha <sup>-1</sup>	0	0
<b>B3</b>	0	80 g i.a ha <sup>-1</sup>	0
<b>B4</b>	0	0	80 g i.a ha <sup>-1</sup>
<b>B5</b>	40 g i.a ha <sup>-1</sup>	0	40 g i.a ha <sup>-1</sup>
<b>B6</b>	40 g i.a ha <sup>-1</sup>	40 g i.a ha <sup>-1</sup>	0
<b>B7</b>	0	40 g i.a ha <sup>-1</sup>	40 g i.a ha <sup>-1</sup>

<sup>1</sup> Diferenciação do primórdio floral

<sup>2</sup> Data da diferenciação do primórdio floral mais 7 dias.

<sup>3</sup> Data da diferenciação do primórdio floral mais 14 dias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, nos dois anos agrícolas, a cultivar IRGA 422 CL apresentou alterações significativas em diversos parâmetros, ao contrário da cultivar Puitá INTA CL que não apresentou alterações após a aplicação da formulação contendo o herbicida imazamox. Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que a produtividade de grãos não diferiu nos tratamentos testemunha entre as duas cultivares em ambos os anos agrícolas. Porém, a cultivar IRGA 422 CL, com exceção do tratamento 2 no primeiro ano de experimento e do tratamento 6 no segundo ano, todos os tratamentos mostraram redução na produtividade de grãos. Estes resultados sugerem que quanto mais tardia a aplicação do herbicida, maiores são os efeitos sobre a diminuição da produção de grãos.

Tabela 2: Produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de duas cultivares de arroz em resposta a aplicação de imazamox na fase reprodutiva da cultura.

Tratamentos	2009-2010		2010-2011	
	IRGA 422 CL	Puitá INTA CL	IRGA 422 CL	Puitá INTA CL
T1	8507,5 A a <sup>1</sup>	8751,7 A a	10627,2 A a	11058,8 A a
T2	6795,2 B ab	8532,6 A a	6493,5 B b	10540,0 A a
T3	5878,9 B b	8740,1 A a	5773,4 B b	11073,8 A a
T4	3143,3 B c	8531,3 A a	6316,0 B b	10796,6 A a
T5	6231,0 B b	8658,2 A a	5913,6 B b	10933,4 A a
T6	6395,9 B b	8568,2 A a	7060,6 B ab	11673,9 A a
T7	5310,7 B b	8930,0 A a	6112,9 B b	11427,3 A a
CV <sub>1</sub> (%) <sup>2</sup>	16,01		16,09	
CV <sub>2</sub> (%) <sup>3</sup>	11,12		8,91	

<sup>1</sup> Médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna diferem pelo teste de Tukey (P≤0,05). <sup>2</sup> Coeficiente de variação da parcela principal. <sup>3</sup> Coeficiente de variação da subparcela.

No primeiro ano de experimento, a aplicação de 80 g i.a ha<sup>-1</sup> do herbicida imazamox aos 76 DAE (T4) aumentou a percentagem de espiguetas estéreis (Tabela 3). Provavelmente, esse resultado tenha influenciado negativamente a produção de grãos (Tabela 2). Em estudos prévios (CASSOL et al., 2009), as mesmas cultivares utilizadas no presente trabalho, mostraram valores acima de 50% de espiguetas estéreis quando submetidas à aplicação de duas doses desse mesmo herbicida. Porém, a maior dose (84 g i.a. ha<sup>-1</sup>) de imazamox proporcionou as maiores percentagens de espiguetas estéreis, atingindo 62% de esterilidade. Os dados do presente trabalho também demonstram que quanto mais tardia a aplicação de 80 g i.a ha<sup>-1</sup> do herbicida, maior o índice de espiguetas estéreis (Tabela 3). Outro parâmetro avaliado neste trabalho foi massa de mil grãos, que se mostrou reduzida na cultivar IRGA 422 CL apenas quando 80 g i.a ha<sup>-1</sup> do herbicida imazamox foi aplicado aos 76 DAE (Tabela 3). O percentual de grãos inteiros também foi reduzido somente neste mesmo tratamento (Tabela 3).

Tabela 3: Percentual de espiguetas estéreis, percentual de grãos inteiros e massa de mil grãos de duas cultivares de arroz em resposta a aplicação de imazamox na fase reprodutiva da cultura.

Tratamentos	2009-2010					
	% espiguetas estéreis		Grãos inteiros (%)		Massa de mil grãos (g)	
	422CL	Puitá CL	422CL	Puitá CL	422CL	Puitá CL
T1	8,29 A b <sup>1</sup>	5,13 A a	61,1 A a	65,2 A a	29,5 A a	24,2 B a
T2	24,52 A ab	4,18 B a	60,8 A a	64,8 A a	28,6 A a	26,3 A a
T3	28,30 A ab	4,66 B a	59,3 A a	65,6 A a	29,0 A a	24,8 B a
T4	45,20 A a	6,51 B a	43,8 B b	66,6 A a	24,4 A b	24,2 A a
T5	24,56 A ab	6,54 B a	57,7 A a	63,2 A a	28,7 A a	24,0 B a
T6	17,10 A b	4,90 B a	55,1 B a	64,6 A a	29,3 A a	24,2 B a
T7	25,45 A ab	4,97 B a	57,5 B a	65,8 A a	26,9 A ab	25,5 A a
CV <sub>1</sub> (%) <sup>2</sup>	52,05		8,04		7,57	
CV <sub>2</sub> (%) <sup>3</sup>	72,14		7,15		6,00	

<sup>1</sup> Médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna diferem pelo teste de Tukey (P≤0,05). <sup>2</sup> Coeficiente de variação da parcela principal. <sup>3</sup> Coeficiente de variação da subparcela.

O parâmetro estatura de plantas foi avaliado no dia anterior a colheita. No primeiro ano (safra 2009-10) esse parâmetro mostrou redução somente em dois tratamentos (T3 e T7) na cultivar IRGA 422 CL. No segundo ano de experimento, também na cultivar IRGA 422 CL, os tratamentos T3, T5 e T7 mostraram redução da estatura de plantas. No segundo ano de experimento (safra 2010-11) a biomassa seca da panícula principal foi avaliada aos 102 e 109 DAE. Os resultados apresentados na Tabela 4, demonstram que, independente da época de aplicação do herbicida imazamox na fase reprodutiva da cultivar IRGA 422 CL, ocorreu uma

diminuição do peso seco das panículas. Ao contrário da cultivar Puitá INTA CL que não sofre alteração neste parâmetro. Este resultado sugere que o herbicida atua nos meristemas reprodutivos alterando a formação das estruturas reprodutivas.

Tabela 4: Bomassa seca da panícula principal (g) aos 102 e 109 DAE em resposta aos imazamox aplicado na fase reprodutiva de duas cultivares de arroz irrigado.

Tratamentos	102 DAE		109 DAE	
	IRGA 422CL	Puitá CL	IRGA 422CL	Puitá CL
T1	2,180 B a <sup>1</sup>	2,540 A a	2,675 B a	3,392 A a
T2	1,587 B b	2,442 A a	0,965 B b	2,972 A a
T3	0,285 B c	2,577 A a	0,600 B bc	3,140 A a
T4	0,525 B c	2,577 A a	0,667 B bc	2,940 A a
T5	0,420 B c	2,642 A a	0,377 B c	3,375 A a
T6	0,365 B c	2,657 A a	0,402 B bc	2,955 A a
T7	0,252 B c	2,527 A a	0,290 B c	3,392 A a
CV <sub>1</sub> (%) <sup>2</sup>	13,01		8,74	
CV <sub>2</sub> (%) <sup>3</sup>	14,24		15,76	

<sup>1</sup> Médias não seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05). <sup>2</sup> Coeficiente de variação da parcela principal. <sup>3</sup> Coeficiente de variação da subparcela.

## CONCLUSÃO

Os parâmetros agrônômicos da cultivar Puitá INTA CL não foram afetados pela aplicação do herbicida imazamox na fase reprodutiva. A aplicação do herbicida imazamox na fase reprodutiva da cultivar IRGA 422 CL reduziu a produção de grãos, a massa de mil grãos, a biomassa seca da panícula principal e por outro lado, aumentou a percentagem de espiguetas estéreis.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de Doutorado ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASSOL, G.V. et al. Aplicação de imazamox no estágio reprodutivo do arroz irrigado In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2009, Porto alegre, Anais em cd: pdf/09/03\_007.pdf, Porto Alegre: SOSBAI, 2009.
- MEINS, K.B. et al. Tolerance of Clearfield® rice to imazamox. P. 132-136. In: R.J. Norman, J.-F. 118 Meullenet and K.A.K. Moldenhauer, eds. B.R. Wells Rice Research Studies. Ark. Agric. Exp. Stn. Res. Ser. 517, 2004.
- OTTIS, B. V.; CHANDLER, J.M.; McCAULEY, G.N. Imazethapyr application methods and sequences for imidazolinone-tolerant rice (*Oryza sativa*). Weed Technology, v. 17, p. 526–533, 2003.
- SCARPONI, L.; VISCHETTI, C.; DEL BUONO, D. Imazamox in maize: uptake, persistence and interference on protein and carbohydrate formation. Italian Journal Food Science, v.13, p.213-219, 2001.
- SCOTT, R.C. et al. Effect of high rates of imazethapyr and imazamox on hybrid and conventional Clearfield rice. B.R. Wells Rice Research Studies, 2007.
- ZABALZA, A. et al. Carbohydrate accumulation in leaves of plants treated with the herbicide chloresulfuron or imazethapyr is due to a decrease in sink strength. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 52, p. 7601-7606, 2004.