

**OCORRÊNCIA DE POPULAÇÕES DE CARURU RESISTENTE AOS HERBICIDAS E NÍVEIS BASAIS DE SUSCETIBILIDADE AOS HERBICIDAS MIMETIZADORES DE AUXINA**

Gabriel Machado Dias<sup>1</sup>; Estéfani Sulzbach<sup>2</sup>; Mariano Kieling Florian<sup>3</sup>; Rudimar Júnior Parizotto<sup>4</sup>; Catarine Markus<sup>5</sup>

Palavras-chave: Resistência a glifosato, *Amaranthus*, ALS, EPSPS, PPO.

### **Introdução**

A presença de biótipos de caruru (*Amaranthus hybridus* L.) resistentes ao glifosato, que apresentam a substituição tripla de aminoácidos TAP-IVS na enzima 5-enol-piruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), tem aumentado no Brasil nos últimos anos (Sulzbach et al., 2024; De Oliveira et., 2024). Muitos desses biótipos também apresentam resistência a herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS), o que dificulta o seu controle, especialmente em cultivos de soja em pós-emergência, e tem contribuído para o avanço da infestação em terras baixas. Diante disso, há necessidade do uso de herbicidas alternativos como os inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PPO), inibidores da 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenase (HPPD) e os mimetizadores de auxina. No entanto, existe o risco de seleção de biótipos resistentes a esses herbicidas, devido ao aumento de uso e por consequência aumento da pressão de seleção. Para os herbicidas mimetizadores de auxina essa pressão pode ser ainda maior devido a existência de novas tecnologias que conferem resistência das culturas a esses herbicidas. Nesse contexto, torna-se fundamental estabelecer os níveis basais de suscetibilidade aos mimetizadores de auxina, a fim de subsidiar estratégias preventivas, e monitorar redução da suscetibilidade das populações de caruru. Além disso, nos últimos anos tem aumentado o número de falhas no controle de caruru em áreas arrozeiras em rotação com as culturas da soja e do milho. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o nível de suscetibilidade de populações de caruru aos herbicidas em áreas de produção de soja, milho e arroz, e estabelecer os níveis basais de suscetibilidade de caruru aos herbicidas mimetizadores de auxina.

### **Material e Métodos**

Sementes de 100 populações de *Amaranthus* spp. provenientes de diferentes lavouras e estados do Brasil foram coletadas entre 2023 e 2024. Em cada ponto de amostragem foram coletadas sementes de cinco plantas individuais e uma amostra mistura (composta por ~10 plantas). Até o presente momento foram avaliadas 47 populações provenientes do estado do Rio Grande do Sul (RS). Desse total, 12 populações são de áreas arrozeiras ou com soja no sistema ping-pong, e abrangem os

---

<sup>1</sup> Estudante de graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, mdiasga@gmail.com

<sup>2</sup> Estudante de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, estefanisulzbach@gmail.com

<sup>3</sup> Estudante de graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, marianofurian@gmail.com

<sup>4</sup> Estudante de graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, rudimarjuniorparizotto@gmail.com

<sup>5</sup> Professora Adjunta, Departamento de Plantas de Lavoura, UFRGS, catarine.markus@ufrgs.br



# XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO

12 A 15 DE AGOSTO 2025 | PELOTAS-RS

municípios de Cristal, Barra do Ribeiro, Canguçu, Vale Verde, Rio Grande, Mostardas, Tapes e São Lourenço do Sul.

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação climatizada. Os biótipos foram semeados em vasos plástico usados como sementeiras e quando as plântulas apresentaram a primeira folha foram transplantadas para bandejas separadas por células. Cada célula com capacidade de 200ml recebeu duas plantas, que correspondeu a uma unidade experimental. Os tratamentos foram aplicados quando as plantas apresentaram o estágio de três folhas. Para o screening, os tratamentos utilizados foram 14 herbicidas em 60% e 100% da dose recomendada na bula, mais um tratamento controle. Os herbicidas e doses utilizadas foram: glifosato (558 e 930 g ha<sup>-1</sup> de e.a.), imazetapir (64 e 106 g ha<sup>-1</sup>), clorimuron-etílico (12,5 e 20 g ha<sup>-1</sup>), 2,4-D (603 e 1005 g ha<sup>-1</sup>), dicamba (432 e 720 g ha<sup>-1</sup>), mesotriona (115 e 192 g ha<sup>-1</sup>).

O experimento de determinação de nível basal de suscetibilidade (baseline) de espécies de *Amaranthus* a mimetizadores de auxina foi conduzido por meio de curvas de dose-resposta. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados em esquema fatorial. Cada tratamento teve quatro repetições. O Fator A consistiu nos biótipos EEA (*Amaranthus viridis*), AMACHY (*A. hybridus*), SAOJER (espécie não identificada) e CAMAQ (*A. hybridus*). O Fator B correspondeu as doses de 2,4-D (0; 4,7; 18,9; 75,6; 151,1; 302,2; 604,5 e 1209 g ha<sup>-1</sup>) e dicamba (0; 1,2; 9,8; 39,4; 78,7; 157,5; 315 e 630 g ha<sup>-1</sup>).

As aplicações dos experimentos (screening e baseline) foram realizadas em câmara de pulverização automatizada (Greenhouse Spray Chamber, modelo Generation III), com ponta de pulverização TJ8002E e volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. Além disso, para ambos os experimentos as plantas foram avaliadas 21 dias após o tratamento a partir do controle visual (%) e a massa fresca da parte aérea (g planta<sup>-1</sup>). O controle foi baseado no efeito do herbicida nas plantas, comparadas com a testemunha, onde através de avaliação visual atribuiu-se 0% para ausência de sintomas e 100% para as plantas completamente mortas. Para o screening as populações foram classificadas considerando resistentes plantas com controle < 80%, intermediárias plantas com controle > 81% e que apresentaram plantas sobreviventes, e populações suscetíveis as plantas que morreram pela ação do tratamento herbicida. Para o baseline, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e quando significativo ( $P < 0,05$ ), foram submetidas a análise de regressão. A dose de herbicida necessária para atingir 50% de resposta (ED<sub>50</sub>) foi obtida através do parâmetro “e” da equação log-logística de quatro parâmetros. O índice de suscetibilidade basal (ISB) foi calculado: ED<sub>50</sub> menor suscetibilidade / ED<sub>50</sub> maior suscetibilidade.

## Resultados e Discussão

### Screening populações do Rio Grande do Sul

Para o herbicida glifosato, 83% das populações não foram controladas na dose de 930 g ha<sup>-1</sup> de e.a., indicando ampla ocorrência de resistência nas áreas amostradas. Para os herbicidas clorimuron e imazetapir verificou-se que 40% e 47% das populações apresentaram resistência a esses herbicidas, respectivamente (Tabela 1). Dentre as populações que mostraram resistência a algum herbicida, 23,4% são provenientes de áreas produtoras de arroz irrigado (dados não apresentados). Assim, a disseminação de

caruru em áreas de arroz chama atenção para o manejo dessas populações resistentes. Um estudo recente confirmou e caracterizou populações com resistência a esses herbicidas em municípios próximos a regiões produtoras de arroz, como São Jerônimo e Camaquã (Sulzbach et al., 2024). As espécies das populações conduzidas no presente screening serão determinadas a partir de análise morfológica e molecular.

Os herbicidas inibidores de PPO, HPPD e os mimetizadores de auxina controlaram 100% das populações testadas, em ambas as doses. Cabe salientar que para os mecanismos de ação Inibidores de HPPD e os mimetizadores de auxina, ainda não foram verificados casos de resistência no Brasil (Heap, 2025). Para os inibidores de PPO foram identificados casos pontuais de resistência a *A. retroflexus*. Na América do Sul, o primeiro relato de resistência ao 2,4-D e dicamba foi verificado em *A. hybridus* na Argentina (Dellafrerra et al. 2018).

Tabela 1. Número e porcentagem de populações classificadas como altamente suscetíveis em verde (95 – 100% de controle), medianamente resistentes em amarelo (81 - 95% de controle) e resistentes em vermelho (0 - 80% de controle).

Classificação	Glifosato 0,6x		Glifosato 1,0x		Imazetapir 0,6x		Imazetapir 1,0x		Clorimuron 0,6x		Clorimuron 1,0x	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Alta suscetibilidade	11	22	11	22	9	18	14	27	9	18	12	24
Média suscetibilidade					13	25	13	25	11	22	14	27
Baixa suscetibilidade	40	78	40	78	29	57	23	45	30	59	25	49

  

Classificação	2,4-D 0,6x		2,4-D 1,0x		Dicamba 0,6x		Dicamba 1,0x		Mesotriona 0,6x		Mesotriona 1,0x	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Alta suscetibilidade	51	100	51	100	51	100	51	100	51	100	51	100
Média suscetibilidade												
Baixa suscetibilidade												

#### Níveis basais de suscetibilidade (baseline) aos herbicidas mimetizadores de auxina

Os valores de ED<sub>50</sub> para o controle visual aos 21 DAT para os biótipos EEA, SAOJER, CAMAQ e AMACHY foram 210,2; 216,1; 19,6; 24 g ha<sup>-1</sup>; respectivamente (Tabela 2). Os resultados indicam que o biótipo SAOJER é 11 vezes menos suscetível ao herbicida 2,4-D, quando comparado ao biótipo CAMAQ, que foi o biótipo mais suscetível a esse herbicida. Para o herbicida dicamba os valores de ED<sub>50</sub> para o controle visual aos 21 DAT para os biótipos EEA, SAOJER, CAMAQ e AMACHY foram 16,9; 184; 28; e 15,4; respectivamente. O ISB para o biótipo SAOJER foi novamente maior entre os biótipos avaliados, isso indica que esse biótipo apresenta menor suscetibilidade aos herbicidas auxinícos testados comparado aos demais biótipos. Outro resultado que chama a atenção é a diferença de suscetibilidade a 2,4-D e dicamba apresentado para o biótipo da espécie *A. viridis*, que apresentou ISB de 10,7 e 1,1, respectivamente. De forma geral verificou-se variabilidade no ISB das populações suscetíveis. Essas

informações são importantes para os estudos de monitoramento da evolução de populações de caruru resistentes aos mimetizadores de auxina no Brasil.

Tabela 2. Parâmetros de regressão dos biótipos EEA, SAOJER, CAMAQ e AMACHY a partir da aplicação dos herbicidas 2,4-D e dicamba.

Herbicidas	Biótipos	Parâmetros da regressão				
		B	c	d	e (ED50)	ISB
Controle visual (%) 21 DAT						
2,4-D	EEA ( <i>A. viridis</i> )	-0,7	-1,3	133,5	210,2*	10,7
	SAOJER (Espécie não identificada)	-0,6	0,2	139,3	216,1*	11,0
	CAMAQ ( <i>A. hybridus</i> )	-0,9	-1,5	102,8	19,6*	-
	AMACHY ( <i>A. hybridus</i> )	-0,8	0,7	107	24*	1,2
Dicamba	EEA ( <i>A. viridis</i> )	-1,8	2,75	98,7	16,9*	1,1
	SAOJER (Espécie não identificada)	-0,5	0,04	154	184*	11,9
	CAMAQ ( <i>A. hybridus</i> )	-0,8	3,5	106	28*	1,8
	AMACHY ( <i>A. hybridus</i> )	-0,6	1,6	113	15,4*	-

ISB – índice de suscetibilidade basal (menos suscetível/mais suscetível). \*Diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ). ED<sub>50</sub> dose do herbicida (g ha<sup>-1</sup>) para causar 50% de controle. b - declive; c - limite inferior; d- limite superior

### Conclusões

O estudo confirmou elevada ocorrência de resistência de *caruru* aos herbicidas glifosato, clorimuron e imazetapir em áreas agrícolas do Rio Grande do Sul, incluindo áreas de arroz irrigado. Esse cenário reforça a importância do manejo integrado para conter a propagação de biótipos resistentes.

Todos os biótipos foram controlados pelos herbicidas inibidores da PPO, HPPD e pelos mimetizadores de auxina. No entanto, variações nos níveis basais de suscetibilidade aos auxínicos, especialmente no biótipo SAOJER, indicam a importância de monitoramento contínuo. Esses dados são fundamentais para orientar o uso racional de herbicidas e prevenir a evolução da resistência de caruru aos herbicidas no Brasil.

### Referências

- DE OLIVEIRA, Claudia et al. Emergence of multiple resistance to EPSPS and ALS herbicides in smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*): a growing concern in Brazil. **Weed Science**, v. 72, n. 6, p. 664-672, 2024.
- DELLAFERRERA, Ignacio et al. First report of *Amaranthus hybridus* with multiple resistance to 2, 4-D, dicamba, and glyphosate. **Agronomy** 8: 140, 2018
- HEAP I (2025) The international herbicide-resistant weed database. [http:// www.weedscience.org](http://www.weedscience.org). Accessed: May 23, 2025
- SULZBACH Estéfani et al. Smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) and unresolved *Amaranthus* spp. from Brazil resistant to glyphosate exhibit the EPSPS TAPIVS substitution. **Weed Science**, 71: 48-58, 2024.