

CONFIRMAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE CARURU AOS HERBICIDAS INIBIDORES DA EPSPs

RICHARD EDÉLCIO RODRIGUES QUEVEDO¹; JAQUELINE SCHMITT²;
ADRIANA ALMEIDA DO AMARANTE³; DIRCEU AGOSTINETTO⁴

¹Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL – richardquevedo357@gmail.com

²Universidade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL – schmitt.jaque@gmail.com

³Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL – 19dricaa@gmail.com

⁴Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL – agostinnetto.d@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O *Amaranthus retroflexus*, conhecido como caruru gigante, é uma planta daninha comum em cultivos agrícolas, principalmente em lavouras anuais. Devido a suas características morfológicas e elevada habilidade competitiva, sua presença nas lavouras é indesejável, mesmo quando em pequena frequência.

Os herbicidas, atualmente, são a principal ferramenta utilizada para impedir a infestação nas lavouras agrícola, isso em decorrência da eficiência de controle, praticidade e custo, quando comparada a outros métodos. Porém, o uso contínuo tem proporcionado rápida evolução na seleção de espécies resistentes, agravando o problema de controle das plantas daninhas.

Este trabalho teve o intuito de avaliar a suscetibilidade de biótipos de *Amaranthus retroflexus* ao herbicida glyphosate, que vem se problematizando em lavoura de soja gaúchas.

2. METODOLOGIA

Realizou-se experimento de curva dose-resposta com o herbicida glyphosate, entre os meses de novembro a dezembro de 2020, em casa-de-vegetação pertencente ao Centro de Herbologia (CEHERB/FAEM/UFPEL), no município de Capão do Leão – RS.

As sementes foram provenientes de coletas realizadas nos anos de 2019 e 2020. Os biótipos resistentes (BR6 e BR3) foram coletados nas coordenadas 31°04'53"S e 54°20'40"W, enquanto o biótipo suscetível (BS3) foi coletado nas coordenadas 31°06'88.44"S e 54°36'16.13"W, ambos no município de Dom Pedrito – RS. Foram realizadas aplicações prévias para confirmar a falha no controle do biótipo resistente e realizado as curvas com as sementes coletadas das plantas sobreviventes, para assegurar a herdabilidade.

Realizou-se a superação de dormência nas sementes através de escarificação com lixa grossa e embebição em solução de ácido giberélico (3 mmol) por três dias, em BOD, com fotoperíodo de 16/8h e temperatura de 35/30°C dia/noite, respectivamente. Posteriormente as sementes foram transferidas para bandejas de isopor com substrato para produção das mudas. Quando estabelecidas, as mudas foram transplantadas para copos de 200 mL, contendo apenas solo.

Quando as plantas de caruru se encontravam com 4 a 6 folhas, realizou-se a aplicação do herbicida utilizando-se pulverizador costal, pressurizado a CO₂, com volume de calda de 150 L ha⁻¹, equipado com pontas do tipo leque 110.020. As

doses para o herbicida glyphosate foram: 0; 360; 720; 1440; 2880; 5760; 11520; e, 23040 g e.a. ha⁻¹, sendo considerada como dose de registro para controle 1440 g e.a. ha⁻¹.

As avaliações de controle foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), sendo atribuído notas de 0 a 100%, sendo, 0 corresponde a ausência de injurias e 100% corresponde a morte da planta. Aos 28 DAA, realizou-se a coleta da parte aérea das plantas, sendo levadas para estufa de circulação de ar, com temperatura de 60 °C até a estabilização para determinar a massa seca (MS). Os dados foram analisados quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e, posteriormente, submetidos à análise de variância individual para cada dose ($p \leq 0,05$). No caso de ser constatada significância, realizou-se a análise de regressão para doses e biótipos, utilizando o programa SigmaPlot. A partir de C50 e GR50 foi calculado o fator de resistência (FR).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para caracterizar uma planta daninha como resistente a determinado herbicida, a mesma deve apresentar a capacidade herdável, selecionada no biótipo previamente suscetível, de conseguir completar o ciclo após receber a dose recomendada a campo (HEAP & LEBARON, 2001).

Para o biótipo suscetível (BS3) observou-se percentual de controle superior de 80%, em todas as avaliações de controle e todas as doses herbicida (Figura 1). Os biótipos resistentes (BR6 e BR3) apresentaram controles superiores a 50%, em geral, para doses iguais ou superiores a 5760 g e.a. ha⁻¹. Considerando a dose de registro para controle 1440 g e.a. ha⁻¹ e a última época de avaliação 28 DAA, verificou-se controle inferior a 40% e 20% para os biótipos BR6 e BR3, respectivamente.

Pode-se observar diferença de sensibilidade entre os biótipos resistente, sendo necessário maiores doses para o biótipo BR3 em comparação ao biótipo BR6, para obtenção de similar nível de controle (C50) ou produção de MS (GR50). Para esta comparação, aos 28 DAA, foram necessárias doses herbicidas de 6690,71 e 3251,37 g e.a. ha⁻¹, para controle; e, de 10119,90 e 2621,42 g e.a. ha⁻¹, para produção de MS, para os biótipos BR3 e BR6, respectivamente (Tabela 1).

O fator de resistência (FR) dos biótipos BR3 e BR6, aos 28 DAA, foram de 95,3 e 46,3 para controle; e, 42,4 e 11,0 para produção de MS, respectivamente (Tabela 1). Assim, o biótipo BR3 apresentou FR de 2,1 e 3,9 vezes maior que o biótipo BR6.

Os mecanismos de resistências ao glyphosate incluem resistência no local alvo, como amplificação do gene no local-alvo; alteração no local-alvo com a mutação no gene EPSPs; e, superexpressão e/ou resistência no local não-alvo como metabolismo do herbicida; absorção e translocação celular limitada; e, sequestro vascular ativo (DÉLYE, et al., 2015). O principal mecanismo relatado em plantas daninhas do gênero *Amaranthus* estão os envolvendo alterações no local de ação, sendo por mutação, superexpressão ou amplificação da enzima-alvo.

A amplificação do gene EPSPs, resulta em cópias extras do gene. O mecanismo é hereditário, podendo ser transferido através do pólen de biótipos resistentes para suscetíveis, dentro da mesma espécie ou transferido para outras

espécies do mesmo gênero *Amaranthus*, devido a viabilidade de cruzamentos entre algumas espécies (GAINES et al., 2012).

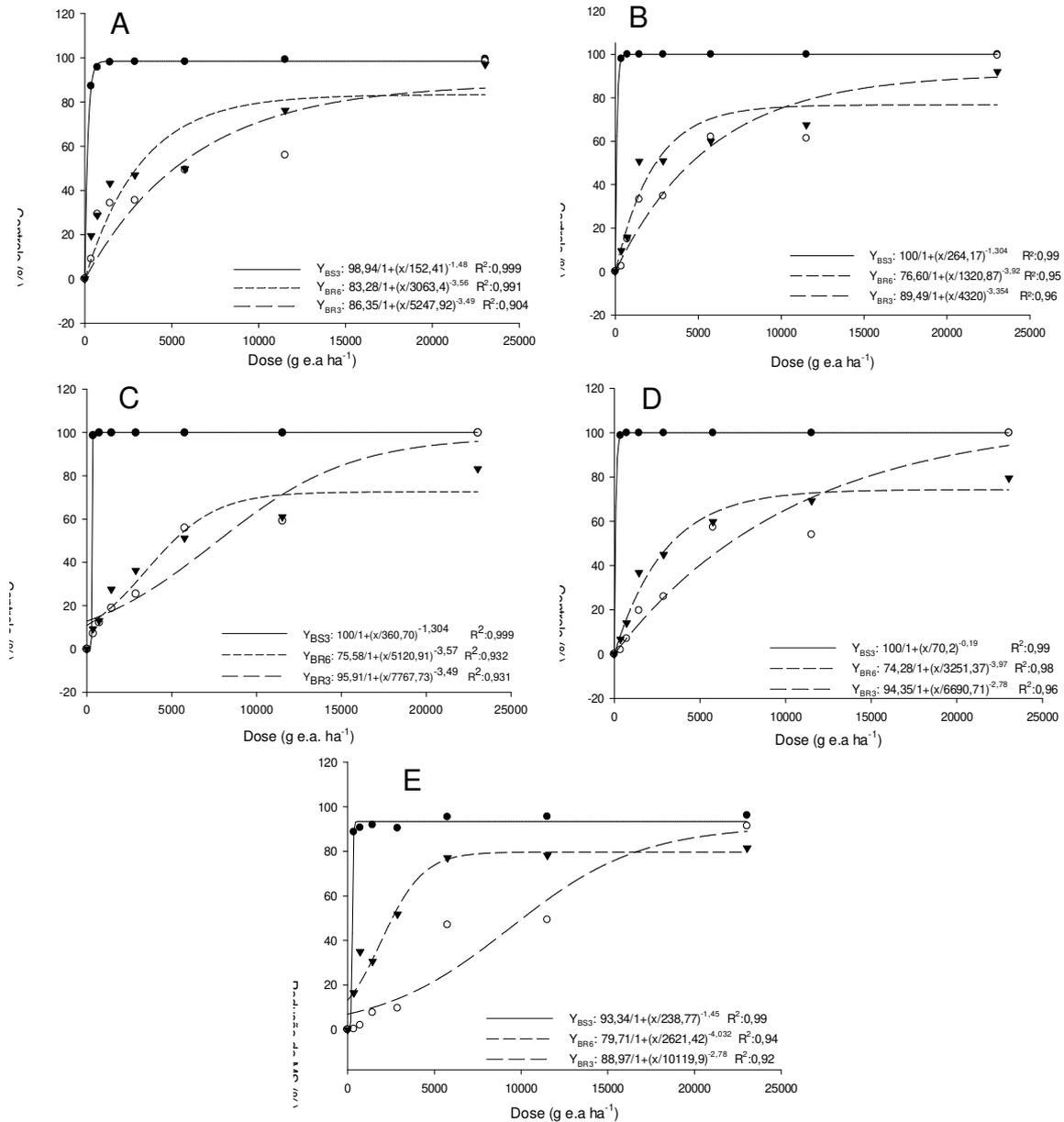


Figura 1. Controle (%) aos 7 (A), 14(B), 21(C) e 28(D) dias após a aplicação do herbicida glyphosate e redução do acúmulo de MS (%) (E) de biótipos de *Amaranthus retroflexus*. Suscetível (BS3) e com suspeita de resistência (BR6 e BR3). FAEM/UFPEL, Capão do Leão, 2021.

A mutação que ocorre na enzima EPSPs pode variar conforme o local e tipo de substituição, interferindo assim no nível de resistência (YU et al., 2015). Na literatura, até o momento, tem-se três modificações relatadas, sendo o pior cenário quando as mutações ocorrem simultaneamente, acarretando no aumento do fator de resistência para valores acima de 100 vezes (YU et al., 2015).

A espécie *Amaranthus retroflexus* não apresenta registro de resistência ao herbicida glyphosate, tampouco descrito o mecanismo de resistência. No entanto, acredita-se que a resistência seja relacionada ao local de ação do herbicida,

devido a sua maior relevância em casos de resistências em outras espécies do gênero e, ainda, em função a possibilidade de cruzamento entre espécies desse gênero (HEAP, 2021). No entanto, não se pode afirmar a real causa da resistência até o presente momento sem a realização de trabalhos específicos.

Tabela 1. Valores da dose necessária para promover 50% de redução no controle (C50) e produção de massa seca (GR50) e fator de resistência de biótipos de caruru (*Amaranthus retroflexus*), em resposta à aplicação de diferentes doses do herbicida glyphosate. Capão do Leão, 2021.

Biótipos	C 50 (g. e.a./ha ⁻¹) ¹				GR 50 (g. e.a./ha ⁻¹) ²
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	28 DAA
BS3	152,41	264,17	360,70	70,2	238,77
BR6	3063,40	1320,87	5120,91	3251,37	2621,42
BR3	5247,92	4320,00	7767,73	6690,71	10119,9

Biótipos	FR ³				MS
	Controle				MS
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	28 DAA
BS3	-	-	-	-	-
BR6	20,10	5,00	14,20	46,32	10,98
BR3	34,43	16,35	21,53	95,31	42,38

¹Nível de herbicida que ocasiona 50% de controle (C50). ² Nível de herbicida que ocasiona 50% da produção da biomassa (GR50) ³FR: Fator de resistência.

4. CONCLUSÃO

Os biótipos BR6 e BR3, oriundos do município de Dom Pedrito - RS, são resistentes ao herbicida glyphosate, sendo este o primeiro caso de resistência da espécie de *Amaranthus retroflexus* identificado no Mundo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DÉLYE, C.; DUHOUX, A.; PERNIN, F.; RIGGINS, C. W. TRANEL, P.J. Molecular mechanisms of herbicide resistance. **Weed Science**, v. 63, p. 91-115. 2015.
- GAINES, T. A.; SHANER, D. L.; WARD, S. M.; LEACH, J. E.; PRESTON, C.; ESTRA, P. Mechanism of resistance of evolved glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, p. 5886-5889. 2011.
- HEAP, I. International Survey of Herbicide resistant Weeds. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>> Acesso em: 10 abr. 2021.
- HEAP, I., LEBARON, H. 2001. Introduction and overview of resistance. In: Powles, S.B.; Shaner, D.L. Eds. Herbicide resistance and world grains. Boca Raton: CRC Press, p. 1-22. 2001.
- YU, Q.; JALALUDIN, A.; HAN, H.; CHEN, M.; SAMMONS, R. D.; POWLES, S. B. Evolution of a double amino acid substitution in the 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase in *Eleusine indica* conferring high-level glyphosate resistance. **Plant Physiology**, v.167, p.1440-1447. 2015.