

## Resposta de biótipos de *Lolium multiflorum* da Região Sudoeste do Paraná ao herbicida glyphosate

### Response of herbicide-resistant and susceptible *Lolium multiflorum* biotypes to glyphosate

#### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta de biótipos de azevém (*L. multiflorum* L.) provenientes de diferentes locais da região sudoeste do Paraná ao herbicida glyphosate. Em diferentes lavouras de municípios do Sudoeste do Paraná foram coletadas sementes de azevém com suspeita de resistência e sensível ao glyphosate. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os fatores analisados foram oito biótipos de azevém e oito doses do herbicida glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1440, 2880 e 5760 g ha<sup>-1</sup>). Aos 14 e 28 dias após a aplicação do herbicida foi avaliada a porcentagem de controle e matéria da parte aérea seca (MPAS) das plantas. A redução da MPAS a níveis superiores a 90% em populações sensíveis, foi observada em doses de 1440 g ha<sup>-1</sup>, enquanto que em populações resistentes, níveis semelhantes foram observados apenas com a dose de 5760 g ha<sup>-1</sup>. A classificação dos biótipos, em ordem crescente de resistência, com base no fator resistência calculado através do **GR<sub>50</sub>** foi: VT03AR, RN02AR, CV05AR e MR08AR.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agronomia. Plantas daninhas. Azevém. Fator de resistência.

**Helis Marina Salomão**

[helissalomao@gmail.com](mailto:helissalomao@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Michelangelo Müzell Trezzi**

[trezzim@gmail.com](mailto:trezzim@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Fortunato de Bortoli Pagnoncelli Junior**

[fpagnoncelli@outlook.com](mailto:fpagnoncelli@outlook.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Cleiton Rafael Zanella**

[zanella@gmail.com](mailto:zanella@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Patricia Bortolanza Pereira**

[patriciabortolanza5@gmail.com](mailto:patriciabortolanza5@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



#### ABSTRACT

The objective of this study was evaluate the response of ryegrass populations (*L. multiflorum* L.) from different locations in the Southwestern Region of Paraná to the herbicide glyphosate. Ryegrass seeds were collected from crop areas in different counties, one sample with suspected resistance and another sensitive to glyphosate. The experiment was conducted in a greenhouse, in a completely casualized design with four repetitions. The factors were eight ryegrass biotypes and eight doses of the glyphosate herbicide (0, 90, 180, 360, 720, 1440, 2880 and 5760 g ha<sup>-1</sup>). At 14 and 28 days after application, the control and dry matter (MPAS) of plants was evaluated. The MPAS reduction to levels above 90% in sensitive populations was observed in doses of 1440 g ha<sup>-1</sup>, while in resistant populations, similar levels were observed only with a dose of 5760 g ha<sup>-1</sup>. The classification of biotypes in increasing order of resistance, based on the factor resistance estimated with **GR<sub>50</sub>** was: VT03AR, RN02AR, CV05AR e MR08AR.

**KEYWORDS:** Agronomy. Weeds. Ryegrass. Resistance factor.

## INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum* L.) é uma espécie anual/bianual encontrada em cultivos de inverno na Região Sul do Brasil e outras regiões do mundo. O surgimento de biótipos de azevém resistentes a herbicidas tem se tornado um problema nas regiões produtoras, aumentando os custos de produção e reduzindo o potencial produtivo das lavouras.

O uso frequente do herbicida glyphosate proporcionou a evolução da tolerância e resistência de plantas daninhas a esse mecanismo de ação (Roman *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2015).

No Brasil, casos de azevém resistente ao glyphosate foram primeiramente relatados em 2003, sendo seguido por relatos de resistência a iodosulfuromethyl, clethodim e pyroxsulam, incluindo casos de resistência múltipla (HEAP, 2019).

Plantas de azevém resistentes ocorre principalmente em lavouras de trigo e soja. A redução da área foliar de trigo e o rendimento de grãos em competição com azevém podem chegar a 80% e 90%, respectivamente (Trusler *et al.*, 2007; Ferreira *et al.*, 2008). Em lavouras de soja, a presença de azevém resistente pode elevar os custos de produção em até 150% (Adegas *et al.*, 2017).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta de biótipos de azevém (*L. multiflorum* L.) suspeitos de resistência e suscetíveis, ao herbicida glyphosate, provenientes de diferentes locais da região sudoeste do Paraná.

## METODOLOGIA

A Sementes de *L. multiflorum* foram coletadas em áreas de lavoura da Região Sudoeste do Paraná. A coleta das sementes foi realizada através do acompanhamento do agricultor ou Engenheiro Agrônomo responsável, o qual indicou áreas de lavoura com presença de plantas suspeitas de resistência ao glyphosate resistentes e suscetíveis. Em cada município, foram coletadas duas amostras de sementes, uma com suspeita de resistência e outra suscetível ao glyphosate, totalizando oito biótipos (Tabela 1). As sementes foram beneficiadas e armazenadas em câmara fria (14 °C) até o uso.

Tabela 1. Biótipos e seus devidos pontos de coleta, com latitude e longitude

Identificação	Pontos de coleta		
	Município	Latitude	Longitude
MR04AS	Mariópolis	-26.32089	-52.57021
MR08AR	Mariópolis	-26.374432	-52.59545
VT07AS	Vitorino	-26.327946	-52.910226
VT03AR	Vitorino	-26.296111	-52.877222
CV03AS	Coronel Vivida	-25.97532	-52.5836
CV05AR	Coronel Vivida	-25.92994	-52.69652
RN01AS	Renascença	-26.123178	-52.934783
RN1AR	Renascença	-26.122889	-52.934278

Fonte: Autoria própria (2019).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco (UTFPR-PB). O solo utilizado

foi proveniente da Área Experimental da UTFPR, Campus Pato Branco, sendo classificado como Latossolo Vermelho distroférico. Após a coleta, o solo foi peneirado e depositados em vasos plásticos com capacidade de 0,5 dm<sup>3</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os fatores foram constituídos por oito biótipos de azevém e oito doses de glyphosate (0, 90, 180, 360, 720, 1440, 2880 e 5760 g ha<sup>-1</sup> do equivalente ácido).

Em cada vaso foram semeadas cinco sementes. Após emergência e estabelecimento foram mantidas apenas duas plantas cada vaso. A irrigação foi realizada por sistema de nebulização, 4 vezes ao dia por período de 3 minutos cada sessão, controlada por sistema automatizado.

A aplicação do herbicida ocorreu quando 50% ou mais das plantas emitiram o segundo perfilho. Para a aplicação foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado com CO<sub>2</sub>, com vazão constante de 200 L ha<sup>-1</sup>. Aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA), foi avaliado o controle das plantas através escala proposta por Frans *et al.* (1986), em que 0 corresponde a ausência de sintomas do herbicida e 100 indica a morte da planta. Aos 28 DAA, as plantas foram coletadas e secas até atingirem valor constante de massa, sendo determinada a massa da parte aérea seca (MPAS). Os valores de MPAS foram relativizados em relação à testemunha, em que o valor 100 corresponde a massa sem aplicação do herbicida (0 g ha<sup>-1</sup>).

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) ( $p \leq 0,05$ ), com o aplicativo computacional RStudio. A relação entre as variáveis resposta e as doses de glyphosate foram ajustadas através do modelo log-logístico de três parâmetros (Eq. 1).

$$y = d / (1 + \exp(b(\log(x) - \log(e)))) \quad (1)$$

Em que:  $y$  é a variável dependente,  $x$  é a dose do herbicida,  $d$  é o limite superior,  $b$  é a inclinação, e  $e$  é a dose do herbicida que atinge a variável resposta em 50% ( $LD_{50}$  = dose que proporciona o controle de 50% e  $GR_{50}$  = dose necessária para reduzir 50% da MPAS).

Através da Eq. 2 foi determinado o fator resistência (FR), por meio da divisão entre o valor da variável do biótipo resistentes pela do par sensível dentro de cada município de coleta.

$$FR = X (\text{Resistente}) / X (\text{Média de todos os biótipos suscetíveis}) \quad (2)$$

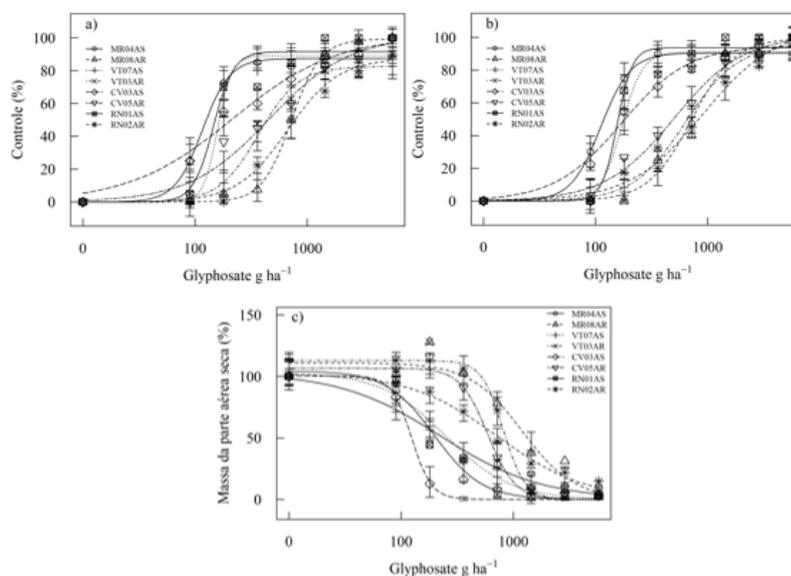
Em que FR é o fator de resistência e X indica o  $LD_{50}$  ou  $GR_{50}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, foram constatados níveis de controle dos biótipos suscetíveis (MR04AS, VT07AS, CV03AS e RN01AS) acima de 80%, com uso de doses acima de 720g ha<sup>-1</sup> aos 14 e 28 dias após a aplicação. Em relação aos biótipos resistentes (MR08AR, VT03AR, CV05AR e RN02AR), níveis satisfatórios de controle (14 e 28 DAA) foram observados apenas com doses superiores a 2880 g ha<sup>-1</sup>.

Resultados semelhantes foram observados por Picoli Jr *et al.* (2017). Entretanto, Vargas *et al.* (2004) e Roman *et al.* (2004) observaram que a dose de 5760 g ha<sup>-1</sup>, proporcionou controle inferior a 50% em biótipos resistentes de azevém. A redução da MPAS alcançou 90% com a dose de 1440 g ha<sup>-1</sup> com todas as populações suscetíveis, enquanto que o mesmo nível de controle com as populações resistentes foi alcançado apenas com as doses de 5760 g ha<sup>-1</sup>. A campo, a aplicação de doses elevadas se torna inviável, pois além de aumentar os custos de produção, pode-se selecionar plantas com níveis de resistência superior, além de aumentar o impacto sobre o ambiente.

Figura 2: Controle aos 14 (a) e 28 (b) e massa da parte aérea seca aos 28 (c) dias após a aplicação de glyphosate em 8 biótipos de azevém oriundos da região Sudoeste do Paraná. Os pontos indicam a média de quatro repetições enquanto as barras representam o erro padrão da média dos valores estimados pela equação. Os parâmetros podem ser observados na Tabela 2.



Fonte: Autoria própria (2019).

Os valores de LD<sub>50</sub> para o controle aos 14 DAA, situaram-se entre 116 e 217 g ha<sup>-1</sup>, com valores de FR de 2,12 e 6,21. Para o controle aos 28 DAA, o LD<sub>50</sub> dos biótipos suscetíveis variou de 111 a 171 g ha<sup>-1</sup>, enquanto que das populações resistentes situou-se entre 503 a 909 g ha<sup>-1</sup>, isto refletiu em FR's que se situaram entre 2,95 a 6,48. Os valores de GR<sub>50</sub> variaram de 124 a 251 g ha<sup>-1</sup>, refletindo em um fator de resistência de 3,25 a 5,25. Os valores de FR estão de acordo com os observados na literatura, os quais podem variar de 2 a 15 (JASIENIUK *et al.*, 2008; FERNÁNDEZ-MORENO *et al.*, 2017). A variação entre os valores de FR entre os biótipos se deve a pressão de seleção imposta pelo herbicida nas áreas nas áreas em que foram coletadas as sementes. Também, está provavelmente relacionada ao mecanismo envolvido na resistência destes biótipos ao glyphosate.

Com base nos valores de FR estimados pelo GR<sub>50</sub>, a classificação crescente dos biótipos a nível de resistência seria VT03AR, RN02AR, CV05AR e MR08AR.

Tabela 2: Parâmetros da equação e dose de glyphosate requerida para proporcionar 50% de controle (LD50) aos 14 e 28 dias após a aplicação e para reduzir 50% da massa da parte aérea seca (MPAS) (GR50) de 8 biótipos de azevém. FR indica o fator resistência.

Variável	Biótipo	Parâmetros da equação		LD <sub>50</sub> /GR <sub>50</sub> (g ha <sup>-1</sup> )	FR
		b	d		
Controle 14 DAA	MR04AS	-3.55 (0.77) **	87.39 (2.43) **	116.18 (8.26) **	-
	MR08AR	-3.34 (0.76) **	99.22 (3.83) **	721.26 (52.34) **	6.21
	VT07AS	-6.87 (4.65)	89.11 (2.34) **	159.36 (12.85) **	-
	VT03AR	-2.46 (0.59) **	82.58 (3.84) **	368.48 (40.96) **	2.31
	CV03AS	-0.94 (0.22) **	101.38 (7.6) **	216.72 (49.14) **	-
	CV05AR	-1.22 (0.21) **	101.12 (6.93) **	460.47 (87.36) **	2.12
	RN01AS	-4.82 (1.48) **	91.63 (2.47) **	145.67 (8.31) **	-
	RN02AR	-1.92 (0.37) **	87.51 (5.41) **	667.72 (91.78) **	4.58
Controle 28 DAA	MR04AS	-3.28 (0.71) **	90.42 (2.38) **	111.3 (7.6) **	-
	MR08AR	-2.24 (0.45) **	99.69 (5.39) **	721.17 (84.06) **	6.48
	VT07AS	-4.66 (1.85) *	91.25 (2.51) **	171.18 (8.43) **	-
	VT03AR	-1.87 (0.33) **	95.88 (5.52) **	631.87 (82.59) **	3.69
	CV03AS	-1.46 (0.3) **	95.06 (4) **	170.65 (20.73) **	-
	CV05AR	-1.41 (0.22) **	101.22 (5.8) **	503.65 (74.3) **	2.95
	RN01AS	-6.38 (3.11) *	93.7 (2.29) **	156.13 (10.01) **	-
	RN02AR	-1.33 (0.26) **	106.21 (10.42) **	909.07 (204.35) **	5.82
MPAS	MR04AS	0.96 (0.15) **	103.18 (5.67) **	224.27 (39.46) **	-
	MR08AR	1.85 (0.28) **	111.08 (4.05) **	1199.28 (130.7) **	5.35
	VT07AS	1.5 (0.23) **	102.98 (5.52) **	250.79 (33.84) **	-
	VT03AR	4.5 (1.37) **	112.86 (4) **	815.04 (50.7) **	3.25
	CV03AS	4.83 (1.12) **	100.4 (5.95) **	123.84 (9.52) **	-
	CV05AR	3.56 (0.81) **	106.7 (4.21) **	589.52 (45.24) **	4.76
	RN01AS	2.05 (0.32) **	104.44 (5.43) **	197.34 (20.57) **	-
	RN02AR	1.11 (0.18) **	102.75 (5.83) **	720.89 (133.45) **	3.65

\*\* e \* significativos a 1 e a 5%, respectivamente.

Fonte: Autoria própria (2019).

Curvas de dose resposta, são uma importante ferramenta para o conhecimento do nível de resistência de plantas daninhas a herbicidas. O conhecimento da resistência de plantas a herbicidas permite construir melhores estratégias de manejo das plantas, priorizando estratégias que vão além do uso de herbicidas, como o manejo cultural por exemplo. Desta forma, se previne o surgimento e a evolução de novos casos de resistência de plantas a herbicidas.

## CONCLUSÃO

A maior dose de glyphosate (5760 g ha<sup>-1</sup>) propiciou o controle total de ambos os biótipos.

Os fatores de resistência com base na massa da parte aérea seca variaram entre 3,3 e 5,4.

A classificação dos biótipos em ordem crescente de resistência, com base no FR calculado através do  $GR_{50}$  é: VT03AR < RN02AR < CV05AR < MR08AR.

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela concessão de bolsas de IC e de Produtividade em Pesquisa.

### REFERÊNCIAS

ADEGAS, F.S. *et al.* Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. **Circular Técnico**. Embrapa: Londrina, p.12. 2017.

FERNÁNDEZ, P.T. *et al.* Alternativas para el control químico de *Lolium rigidum* resistente a glifosato en olivar. **Agrícola Vergel**, Enero. 2015.

FERNÁNDEZ-MORENO, P.T. *et al.* Differential resistance mechanismsto glyphosate result in fitnesscost for *Lolium perene* and *L. multiflorum*. **Frontiers in Plant Science**, v.8, 2017.

FERREIRA, E.A. *et al.* Potencial competitivo de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 261-269, 2008.

HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <<http://weedsociety.com/>>. Acesso em: 03 out. 2019.

JASIENIUK, M. *et al.* Glyphosate resistand Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) in California: distibution, response to glyphosate, and molecular evidence for na altered target enzyme. **Weed Science**, n.56, p.496-502. 2008.

PICOLI JR, G.J. *et al.* Influence of glyphosate on susceptible and resistant ryegrass populations to herbicide. **Planta daninha**, v. 3, 2017. ISSN 0100-8358.

ROMAN, E.S *et al.* Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.22, n.2, p.301-306, 2004.

TRUSLER, C.S., PEEPER, T.F., STONE, A.E. Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) management options in winter wheat in Oklahoma. **Weed Technology**, v.21, n.1, p.151-158, 2007.

VARGAS, L. *et al.* Identificação de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate em pomares de maçã. **Planta daninha**, Viçosa, v. 22, n.4, p.617-622, 2004 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582004000400017>.

FRANS, R. *et al.* Experimental design and techniques for measuring and analysing plant responses to weed control practices. In: CAMPER, N.D. Research Methods in Weed Science. Third Edition. **Champaign**: Southern Weed Science Society. 1986, p. 29–46.