

RESPOSTA DE DUAS POPULAÇÕES DE *Digitaria insularis* QUANTO À RESISTÊNCIA AO GLYPHOSATE

SANTOS, Bruno Batista dos¹
 ZERA, Fabricio Simone²
 BIANCO, Silvano³
 RODRIGUES, Alice Deléo⁴
 SANTOS, Leticia Serpa dos⁵

Recebido em: 2021.09.09

Aprovado em: 2023.02.07

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.3961

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de verificar a resistência de populações de *Digitaria insularis* (capim-amargoso) ao herbicida glyphosate nos municípios de Jaboticabal e Itápolis (SP). O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, com delineamento experimental em esquema fatorial 2 x 7, em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliadas duas populações de *Digitaria insularis* e sete doses de glyphosate (0D, 1/4D, 1/2D, D, 2D, 4D e 8D, sendo D a dose recomendada de 450 g ha⁻¹ de equivalente ácido). Avaliações visuais de controle foram realizadas aos 5, 10, 15 e 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, e ao final, avaliou-se a massa seca das plantas. As estimativas de controle e redução de peso fresco foram ajustadas a um modelo de regressão log-logística não-linear e calculado o I₅₀, I₈₀ e RF das populações. As maiores notas de controle foram atingidas aos 20 dias após a aplicação e as maiores quantidades de massa seca foram dos tratamentos com menores doses. As duas populações de *Digitaria insularis*, de Jaboticabal e Itápolis, foram consideradas de baixa resistência ao herbicida glyphosate, indicando a existência de pressão de seleção pelo herbicida glyphosate.

Palavras-chave: capim-amargoso, controle químico, herbicida, matocompetição, planta daninha.

RESPONSE OF TWO POPULATIONS OF *Digitaria insularis* REGARDING GLYPHOSATE RESISTANCE

SUMMARY: This work was carried out with the objective of check the resistance of populations of *Digitaria insularis* to the herbicide glyphosate in the municipalities of Jaboticabal and Itápolis (SP). The experiment was carried out in a greenhouse, in a 2 x 7 factorial scheme, in a randomized block design was used, with four replications. Were evaluated two populations of *Digitaria insularis* and seven doses of glyphosate (0D, 1/4D, 1/2D, D, 2D, 4D and 8D, where D is the recommended dose of 450 g ha⁻¹ of acid equivalent). Visual evaluations of control were evaluated at 5, 10, 15 and 20 days after herbicide application (DAA), and, at the end, the dry mass of the plants. The control and fresh weight reduction estimates were fitted to a non-linear log-logistic regression model and the I₅₀, I₈₀ and RF of the populations were calculated. The highest control scores were achieved 20 days after application and the highest amounts of dry mass were from treatments with lower doses. The two populations of *Digitaria insularis*, from Jaboticabal and Itápolis, were considered to have low resistance to the herbicide glyphosate, indicating the existence of selection pressure for the herbicide glyphosate.

Keywords: sourgrass, chemical control, herbicide, weed competition, weed.

1 INTRODUÇÃO

Uma das formas de controle das plantas daninhas no manejo das culturas é o uso de herbicidas (PROCÓPIO *et al.*, 2003), prática que tem se expandido em todas as condições

¹ Engenheiro Agrônomo, Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior - ITES, Taquaritinga (SP).

² ORCID-ID: 0000-0001-5967-1851 - Professor do Instituto Federal do Tocantins - IFTO, Campus de Dianópolis (TO).

³ ORCID-ID: 0000-0003-3025-7950 - Professor Adjunto do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da FCAV, Unesp, Jaboticabal (SP).

⁴ ORCID-ID: 0000-0002-1497-0468 - Professora da Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal (SP).

⁵ ORCID-ID: 0000-0002-8210-8458 - Professora no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – IFMS, Campus Ponta Porã (MS).

agrícolas e não agrícolas. É um dos métodos mais eficientes e, em muitos casos, o mais econômico (VICTÓRIA FILHO, 2003).

Segundo Christoffoleti, Victória Filho e Silva (1994) o manejo de plantas daninhas através da utilização exclusiva de herbicidas, aplicação repetitiva do mesmo herbicida ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação durante diversos anos agrícolas são práticas que podem levar a seleção de plantas daninhas com biótipos resistentes a esses tipos de herbicidas (CHRISTOFFOLETI; VICTÓRIA FILHO; SILVA, 1994; SIMÕES *et al.*, 2016).

A ocorrência da resistência foi teorizada por Harper em 1956 e documentada pela primeira vez no Canadá e nos Estados Unidos em 1957 e, desde 1996, os casos de resistência têm sido documentados no Brasil, é registrada, em média, a cada ano uma nova espécie resistente. (YAMASHITA; GUIMARÃES, 2013).

O termo resistência se refere à habilidade que alguns biótipos de plantas possuem de resistir a um tratamento que normalmente controla efetivamente as plantas de sua espécie, sendo que essa população resistente pode se desenvolver por seleção natural de biótipos já existentes dentro de desse conjunto de plantas ou por mutação natural (KISSMANN, 2003). O autor relata que a resistência ocorre através de três tipos de mecanismos: por alteração no sítio de ação, por metabolização ou por retenção da molécula herbicida no vacúolo da planta. Segundo Christoffoleti e López-Ovejero (2004), a seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas está condicionada à mudança genética na população, imposta pela pressão de seleção, causada pela aplicação repetitiva do herbicida na dose recomendada.

Relatado como herbicida em 1971, o glyphosate possui grande eficiência na eliminação de plantas daninhas anuais e perenes, monocotiledôneas ou dicotiledônea, atualmente três tipos vêm sendo comercializados: glifosato-isopropilamônio, glifosato-sesquisódio e glifosato-trimesium (AMARANTE JUNIOR, 2002). Apresenta grande capacidade de translocação na planta (SHANER, 2009) e o principal nome comercial do herbicida glyphosate comercializado mundialmente é da empresa Bayer, com o nome Roundup® (FREITAS, 2006), podendo se apresentar com diferentes concentrações e formulações

O mecanismo de ação do glyphosate consiste na inibição da enzima 5-enolpiruvil chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPs) que catalisa a condensação do ácido chiquímico e do fosfato piruvato, evitando, assim, a síntese de três aminoácidos essenciais como o triptofano, fenilalanina e tirosina (TSUIOSHI; CASTRO, 2007). Com a inibição da biossíntese desses aminoácidos ocorre uma paralisação do crescimento da planta e morte posterior por deficiência metabólica (BORGES FILHO, 2001).

Em áreas onde é feito uso contínuo de glyphosate já foram relatados casos de *Digitaria insularis* que resistiram ao tratamento com as doses recomendadas (MACHADO *et al.*, 2006), sendo o primeiro caso relatado sobre um biótipo foi no Paraguai em 2006 (HEAP, 2011). O fato da *D. insularis* ser uma planta que se pereniza nas áreas agrícolas, devido à alta produção de sementes, ao rápido desenvolvimento vegetativo inicial e não ser palatável ao gado (LORENZI, 2008), condições essas que, associadas à aplicação do glyphosate, é um indicativo para o desenvolvimento de resistência (POWLES; YU, 2010).

A intensa utilização de glyphosate nas áreas agrícolas do Estado de São Paulo, aliada à boa adaptabilidade ecológica da espécie *D. insularis* aos sistemas conservacionistas de manejo de solo, favorece o aumento da pressão de seleção e, conseqüentemente, contribui para o aparecimento de biótipos resistentes dessas espécies (SHAW; ARNOLD, 2002). A partir de 2009, Christoffoleti *et al.* (2009), relataram resistência do capim-amargoso ao glyphosate.

Apesar da dificuldade do controle químico de plantas adultas de *D. insularis*, obtêm-se resultados satisfatórios utilizando-se doses mais elevadas de glyphosate ou a sua associação com outros herbicidas (PROCÓPIO *et al.*, 2006). No entanto, em algumas áreas agrícolas do Centro-Sul brasileiro as populações adultas dessa espécie têm exigido doses ainda maiores, sem sucesso no controle (CORREIA; DURIGAN, 2009). Em Jaboticabal (SP), estes autores relataram que a aplicação de 2,88 kg e.a. ha⁻¹ de glyphosate não foi eficaz no controle de *D. insularis*, pois, apesar do controle inicial, 70% das plantas rebrotaram, comprovando a capacidade de recuperação delas.

Diante disto, verifica-se a importância de se identificar a ocorrência de espécies resistentes ao glyphosate, pois seu uso é muito frequente nos canaviais devido a sua não seletividade que possibilita o seu uso para o controle das mais diversas plantas invasoras, entre elas o *D. insularis*. O objetivo deste trabalho foi verificar a resistência de populações de biótipos da planta daninha *Digitaria insularis* (capim-amargoso) oriundos das cidades de Itápolis e Jaboticabal/SP ao herbicida glyphosate.

2 MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, em vasos de polietileno com capacidade de três litros, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2017, utilizando um delineamento experimental em esquema fatorial 2 x 7, em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliadas duas populações de *D. insularis*, para o primeiro fator (cidade de origem dos biótipos da planta), e as sete doses de herbicida (0D, 1/4D, 1/2D, D, 2D, 4D e 8D, em que D é a dose recomendada de 450 g ha⁻¹), como o segundo fator. O herbicida utilizado foi o glyphosate (Roundup Original®, 360 g e.a. L⁻¹, SL, Bayer/Monsanto do Brasil). Dessa forma, os

tratamentos correspondem às seguintes doses de glyphosate de 0; 112,5; 225; 450; 900; 1800 e 3600 g e.a. ha⁻¹ (referentes a 0; 0,75; 1,5; 3,0; 6,0; 12,0; 24,0 L ha⁻¹ de produto comercial, respectivamente).

As sementes de *D. insularis* foram coletadas em locais diferentes, entre a última semana do mês de agosto e a primeira de setembro de 2016, em uma área de produção agrícola na cidade de Jaboticabal-SP, com indícios de resistência ao glyphosate, e em outra área não agrícola sem histórico da aplicação de glyphosate na cidade de Itápolis-SP, onde será cultivada cana-de-açúcar. Na segunda quinzena do mês de outubro de 2016, as sementes de *D. insularis* foram semeadas em bandejas de isopor, para a formação de mudas. Quando as plântulas estavam com de duas a três folhas totalmente expandidas, foi feito o transplante para os vasos que corresponde a 0,13m² (3L), com posterior desbaste, a fim de serem mantidas três plantas por vaso.

Os vasos foram preenchidos com a mistura de solo, areia e esterco, na proporção de 3:1:0,5, respectivamente. O solo utilizado foi de textura argilosa, coletado na camada de 0-20 cm do perfil e peneirado em malha de 5mm para ser incorporado na mistura.

Os tratamentos de herbicidas foram aplicados com o auxílio de pulverizador costal, pressurizado com CO₂, pressão de 206.84 kPa, equipado com barra contendo quatro bicos leque TTI11002, espaçados entre si de 0,5m, com volume de aplicação de 200 L ha⁻¹ de calda. Na ocasião as plantas apresentaram de sete a oito perfilhos e altura média de 25 cm, e as condições climáticas eram de temperatura de 26,8° C, umidade relativa de 69% e vento com velocidade de 1,62 km h⁻¹, medidas por anemômetro digital portátil multifuncional.

Aos 5, 10, 15 e 20 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas, foram realizadas avaliações visuais de controle, utilizando-se escala de notas de 0 a 100%, em que zero representa a ausência de injúrias visuais e 100 a morte da planta (escala do *European Weed Research Council* - EWRC, 1964). Aos 20 DAA, foi realizada a coleta de toda a parte aérea verde das plantas, para determinação da massa seca (MS). As plantas totalmente secas (100% de controle) ou as folhas e as hastes secas das plantas controladas parcialmente não foram coletadas. O material foi levado para secagem em estufa a 50° C, permanecendo até peso constante (aproximadamente sete dias), para proceder-se à avaliação para MS.

Para cada biótipo, as estimativas de controle e redução de peso fresco aos 20 DAA foram ajustadas a um modelo de regressão log-logística não-linear, após os meios de controle se mostrarem significativamente diferentes entre os biótipos pela (Equação 1):

$$Y = c + \{(d - c)[1 + (x/g)^b]\}; [1]$$

Em que Y é o controle ou o peso fresco acima do solo expresso em percentagem do controle não tratado; C e d são os coeficientes correspondentes às sintomas inferior e superior; B é a inclinação da linha; G é a taxa de herbicida no ponto de inflexão a meio caminho entre as assíntotas superior e inferior; e x é a taxa de herbicida utilizada.

As taxas de herbicida necessárias para causar 50 e 80 % de controle (I_{50} , I_{80} , respectivamente) e redução no peso fresco (GR_{50} , GR_{80} , respectivamente) em comparação com o controle não-medido foram determinadas usando a equação 1. O fator resistente (RF) também foi calculado na (Equação 2):

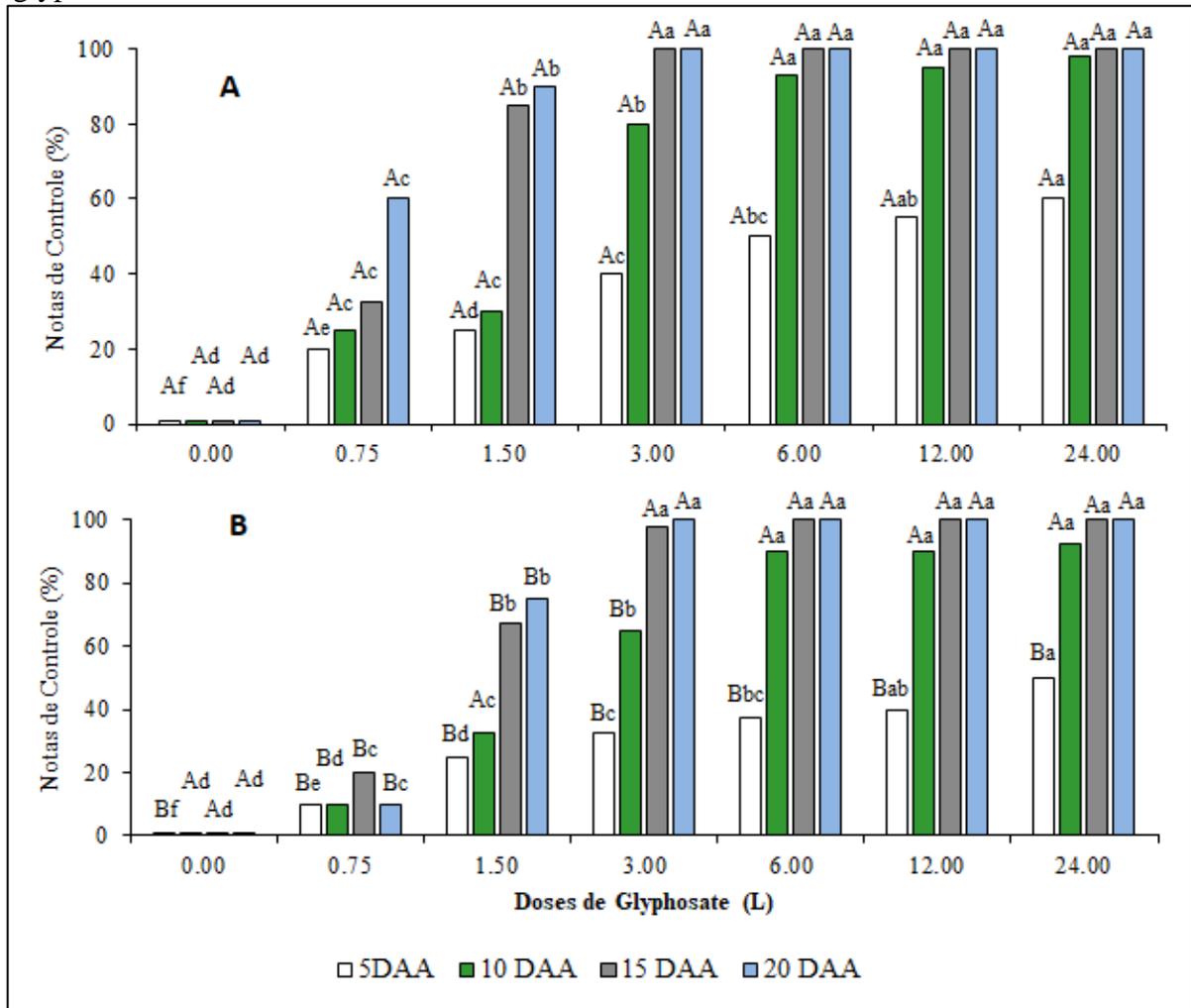
$$RF = I_{50}(PR)/I_{50}(S) \text{ ou } RF = GR_{50}(PR)/GR_{50}(S); [2]$$

Onde PR representa acessos com resistência putativa, e S representa acessos sem uso prévio de glifosato e com os menores I_{50} e GR_{50} no presente estudo. Para a redução do peso fresco no estudo, o limite inferior foi fixado em 0, sem correção de regressão prejudicial (teste de falta de teste = 0,50). A análise de regressão foi calculada utilizando o software do programa R, utilizando um pacote de drc (KNEZEVIC *et al.*, 2007).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

De acordo com dados da figura 1, notas de controle aos 20 DAA, observou-se diferença para as notas de controle do capim-amargoso, biótipo Itápolis e biótipo Jaboticabal, pois nota-se que as menores doses (abaixo da dose recomendada de 3,0 L ha⁻¹) apresentaram controles diferentes entre os biótipos estudados. Para as datas de avaliação anteriores (5, 10 e 15 DAA), não foi verificada significância para análise.

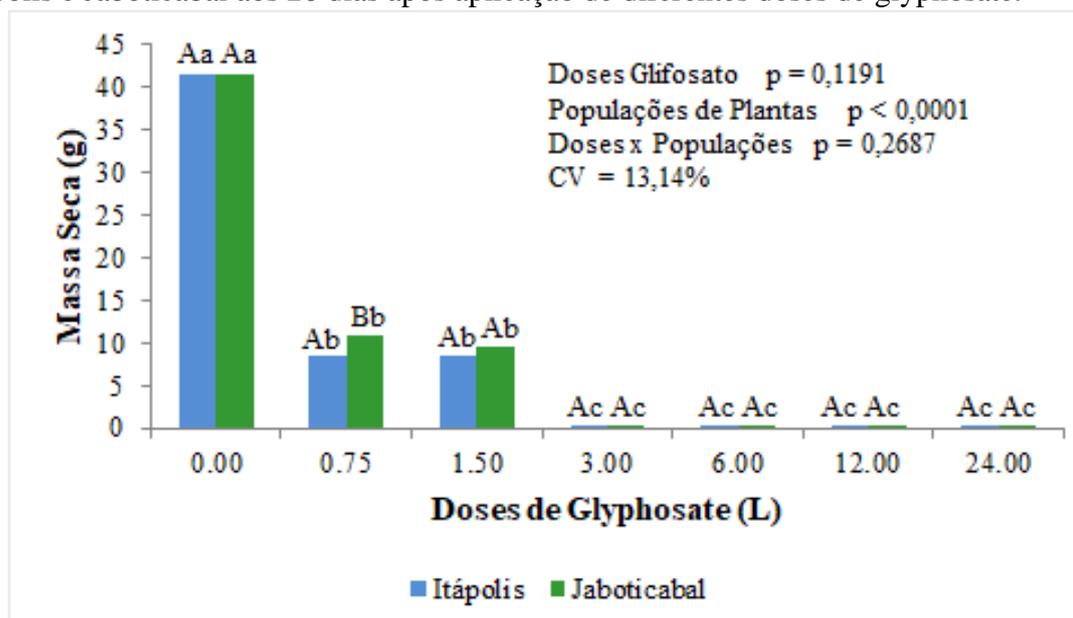
Figura 1. Notas de Controle de *Digitaria insularis* (capim-amargoso) de biótipos oriundos das cidades de Itápolis (A) e Jaboticabal (B) aos 5, 10, 15 e 20 dias após aplicação de diferentes doses de glyphosate.



CV_{5DAA} = 18,75%, CV_{10DAA} = 9,35%, CV_{15DAA} = 7,37% e CV_{20DAA} = 5,64%. Letras maiúsculas comparam as populações de *Digitaria insularis* oriundas das cidades de Itápolis e Jaboticabal/SP e as letras minúsculas, as doses de glyphosate.

O comportamento da massa seca reflete os observados nas notas de controle, aos 20 DAA, pois para essas doses verificou-se a presença de plantas vivas (Figura 2). Nota-se um diferencial da massa seca para as doses 0,75 e 1,5 nos biótipos de Itápolis (considerado suscetível) e o biótipo Jaboticabal (considerado mais resistente). Nota-se que, embora tenha sido verificada diferença para a massa seca para as doses de 0,75 e 1,5 entre os biótipos de Itápolis e de Jaboticabal, ambos foram considerados não resistentes ao glyphosate dentro do período de avaliação experimental.

Figura 2. Massa seca, em gramas, de biótipos de *Digitaria insularis* (capim-amargoso), oriundos de Itápolis e Jaboticabal aos 20 dias após aplicação de diferentes doses de glyphosate.



Letras maiúsculas comparam as massas secas das populações de *Digitaria insularis* oriundas das cidades de Itápolis e Jaboticabal/SP e as letras minúsculas, as doses de glyphosate.

Aos 20 DAA, identificou-se pequena suscetibilidade diferencial das populações ao herbicida glyphosate (Tabela 1), para a população de Jaboticabal - SP, a DL_{50} (quantidade de uma substância química que quando é administrada em uma única dose, produz a morte de 50% da população segundo Braibante e Zappe (2012) foi da ordem de 450,11 g ha⁻¹ e a DL_{80} foi de 563,49 g ha⁻¹. Para a população de Itápolis - SP, a DL_{50} foi da ordem de 240,85 g ha⁻¹ e a DL_{80} foi de 344,97 g ha⁻¹, segundo Rodrigues e Almeida (2018) a dose máxima recomendada para a espécie é 1440,00 g ha⁻¹. No trabalho de Netto, Goveia e Carvalho (2015), onde se avaliou população de capim-amargoso de Machado - MG, verificaram-se valores para a DL_{50} na de ordem 516 g ha⁻¹ e a DL_{80} de 1440 g ha⁻¹, valores estes muito mais expressivos que o do presente estudo.

Barroso *et al.* (2014) relataram também, em trabalho com *Chloris polydactyla*, que as quatro diferentes populações apresentaram graus diferentes de resistência ao glyphosate, pois os biótipos de Matão (SP) foram mais tolerantes quando comparados ao de Palantina (PR) e os biótipos de Jaboticabal (SP) se mostraram com susceptibilidade intermediária em relação aos demais (Matão, Palantina e Palmital).

O fator de resistência (RF) calculado no trabalho foi de 1,87 para I_{50} e de 1,63 para I_{80} , confirma que essa resistência é baixa para os biótipos de Jaboticabal e Itápolis, pois valores acima de 2,0 para RF é que são considerados para populações resistentes, portanto esse baixo fator de resistência deve-se a variabilidade genética ou ambiental e não de resistência. Barroso *et al.*

(2014) obteve RF na ordem 3,76, população de Matão, considerada resistente no seu estudo, o que comprova a baixa suscetibilidade dos biótipos em estudo.

Tabela 1. Parâmetros da equação log-logística utilizada para calcular a concentração de herbicida (g por equivalente de ácido) necessária para 50% de controle (I_{50}) ou 80% de controle (I_{80}) dos biótipos suscetíveis e putativo-resistentes.

Local	R^2	c	d	b	I_{50} (g e.a. ha ⁻¹)	RF	I_{80} (g e.a. ha ⁻¹)	RF
Jaboticabal	0,9999	100,01	450,11	0,012	450,11		563,49	
Itápolis	0,9877	98,38	240,85	0,14	240,85	1,87	344,97	1,63

^a Equação $Y = c + \{(d - c)[1 + (x/g)b]\}$ em que Y é o controle ou o peso fresco acima do solo expresso em percentagem do controle não tratado; C e d são os coeficientes correspondentes às assíntotas inferior e superior; B é a inclinação da linha; G é a taxa de herbicida no ponto de inflexão a meio caminho entre as assíntotas superior e inferior; e x é a taxa de herbicida utilizada.. Os dados são expressos como o erro padrão da média de quatro repetições. ^bAbreviatura: RF, fator de resistência = I_{50} (PR1) / I_{50} (S1) ou I_{80} (PR1) / I_{80} (S1).

Corroboram com a pesquisa, o relatado no trabalho de Carvalho *et al.* (2011), que verificaram que três biótipos (R1, R2 e R3) de capim-amargoso resistentes ao glyphosate apresentaram em ensaios de ácido chiquímico acúmulo de ácido chiquímico no biótipo susceptível em relação aos biótipos resistentes. O biótipo susceptível chegou a acumular 5,7 vezes mais ácido chiquímico que os biótipos R1, R2 e R3, respectivamente, 168 h após o tratamento com 157,50 g a.e. ha⁻¹ de glifosato, concluem os pesquisadores.

As duas populações de capim-amargoso, oriundas das cidades de Jaboticabal e Itápolis foram consideradas com baixa resistência ao herbicida glyphosate, detectou-se suscetibilidade diferencial entre populações de capim-amargoso, o que indica a existência de pressão de seleção pelo herbicida glyphosate. Portanto os níveis de controle obtidos até o momento não caracterizam casos de resistência, de modo que medidas devem ser tomadas para evitar o agravamento da situação.

4 CONCLUSÃO

As duas populações de capim-amargoso, de Jaboticabal e Itápolis/SP, foram consideradas de baixa resistência ao herbicida glyphosate, indicando a existência de pressão de seleção pelo herbicida glyphosate.

REFERÊNCIAS

AMARANTE JUNIOR, O. P. *et al.* Glifosato: Propriedades, toxicidade, usos e legislação. *Química Nova*, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000400014>.

- BARROSO, A. A. M. **Caracterização genética e foliar de capim-amargoso resistente ao herbicida glyphosate e eficácia de seu controle com associação de herbicidas**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.111606/D.11.2014.tde-20032014-163356>.
- BORGES FILHO, L. E. **O Desenvolvimento do Plantio Direto no Brasil: A conjunção de interesses entre agricultores, indústria e o 60 estado**. 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Faculdade de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. **A química dos agrotóxicos**. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.
- CARVALHO, L. de, CRUZ-HIPOLITO, H., GONZÁLEZ-TORRALVA, F., COSTA, P.A.A.da, CHRISTOFFOLETI, P., PRADO, R. de Detection of Sourgrass (*Digitaria insularis*) Biotypes Resistant to Glyphosate in Brazil. **Weed Science**, v. 59, n. 2, p. 171-176, 2011. <https://doi.org/10.1614/WS-D-10-00113.1>.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CARVALHO, J. C. (eds.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2.ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas. HRAC-BR, 2004. p.3-22.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C.B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994. <https://doi.org/10.1590/S0100-83581994000100003>
- CHRISTOFFOLETI, P. J. *et al.* Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da EPSPs. In: VELINI, E. D.; MESCHEDÉ, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE M. L. B. (Ed.). **Glyphosate**, Botucatu: FEPAF, 2009. p. 309-356.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuronethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, set. 2009. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000300016>
- EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. Report of the 3rd and 4th meeting of EWRC. Committee of Methods. **Proceedings...** In: Weed Research. Weed Research, v. 4, p. 88, 1964.
- FREITAS, R. do S. O glifosato nosso de cada dia nos dai hoje. **Revista Eco**, v. 21, p. 116, 2006. Disponível em: <http://www.eco21.com.br/edicoes/edicoes.asp?edi%E7%E3o=116>. Acessado em: 24 aio 2016.
- HEAP, I. M. (2011) **International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Disponível em: <http://www.weedscience.com>. Acesso em 14 jul. 2021.
- KISSMANN, K. G. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2003. Disponível: http://www.hrac-br.com.br/arquivos/texto_reisitencia_herbicidas.doc. Acessado em: 25 de maio de 2016.

KNEZEVIC, S. Z.; STREIBIG, J. C.; RITZ, C. Utilizing R software package for dose-response studies: the concept and data analysis. **Weed Technol.** v. 21, p. 840–848, 2007.

<https://doi.org/10.1614/WT-06-161.1>

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas.** 4 ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2008. 672p.

MACHADO, A. F. L. *et al.* Análise de crescimento de *Digitaria insularis* (L.) Fedde. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000400004>

NETTO, A. G.; GOVEIA, Y. D.; CARVALHO, S. J. P. de Monitoring the occurrence of glyphosate-resistant sourgrass biotypes in the south region of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 1, p. 38-46, 2015. <https://doi.org/10.7824/rbh.v14i1.400>

POWLES, S. B.; YU, Q. Evolution in Action: Plants Resistant to Herbicides. **Annual Review of Plant Biology**, v. 61, p. 317-347, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1992.tb01879.x>

PROCÓPIO, S. O. *et al.* **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150 p.

PROCÓPIO, S. O. *et al.* Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 193-197, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000100024>

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas.** 7. ed. Londrina: Grafmake, 2018.

SHANER, D. L. Role of translocation as a mechanism of resistance to glyphosate. **Weed Science**, Lawrence, v. 57, n. 1, p. 118-123, 2009. <https://doi.org/10.1614/WS-08-050.1>

SHAW, D.; ARNOLD, J. Weed Control from Herbicide Combinations with Glyphosate. **Weed Technology**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2002. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2002\)016\[001:WCFHCW\]2.0CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2002)016[001:WCFHCW]2.0CO;2).

SIMÕES, P. S.; CARBONARI, C. A.; NASCENTES, R. F.; STASIEVSKI, A.; VELINI, E. D. Selectivity of herbicides inhibitors of photosystem II for sugarcane cultivars. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 34, n. 4, p. 803-814, 2016.

TSUIOSHI, Y.; CASTRO, P. R. de C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. *Informações Agronômicas*, n. 119, set. 2007. **Encarte Técnico.** International Plant Nutrition Institute (IPNI), 32 p.

VICTÓRIA FILHO, R. Estratégias de manejo de plantas daninhas. In: ZAMBOLIM, L; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. (eds.) **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários.** Viçosa: UFV, p. 317-371, 2003.

YAMASHITA, O. M.; GUIMARÃES, S. C. Resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Revista Varia Scientia Agrárias.** v. 03, n. 01, p. 189-215, 2013. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/variascientiaagraria/article/view/5643>. Acesso em: 23 out2022. Acesso em: 20 out. 2022.