

Londrina, PR / Janeiro, 2024

Monitoramento de *Digitaria insularis* (capim-amargoso) resistente a herbicidas nos estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul

Fernando Storniolo Adegas ⁽¹⁾, Dionísio Luiz Pisa Gazziero ⁽¹⁾

⁽¹⁾Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Introdução

Digitaria insularis, popularmente conhecida como capim-amargoso é uma planta arbórea e perene, podendo atingir até 150 cm de altura, que forma touceiras consideráveis a partir de curtos rizomas, os quais juntamente com as abundantes sementes são os responsáveis pela reprodução da espécie, sendo considerada de grande potencial como invasora (Kissmann; Groth, 1997). Esta espécie é originalmente nativa de uma extensa área do continente americano, que vai do sul dos Estados Unidos até a região central da Argentina.

No Brasil, o capim-amargoso é considerado oriundo do bioma Mata Atlântica (Pimenta et al., 2012). No passado populações desta espécie eram muito frequentes em áreas de pastagem degradadas, lavouras perenes, beira de estradas e terrenos baldios, mas pouco comum em áreas cuja exploração usava a movimentação de solo. No entanto, esta espécie passou a ser uma importante infestante das áreas cultivadas sob o sistema de plantio direto, especialmente na região sul do Brasil (Lorenzi, 2000).

Atualmente, das diversas espécies daninhas que infestam as áreas de produção agrícola no Brasil, o capim-amargoso vem ganhando cada vez mais importância. Isto tem ocorrido por algumas peculiaridades da espécie, como o hábito de crescimento, as características de reprodução e de dispersão, além da facilidade de adaptação, tanto para

as diversas condições edafoclimáticas, quanto para os diferentes sistemas de produção adotados no país. Adicionado a estes fatores, o capim-amargoso é uma espécie considerada naturalmente de difícil controle químico, especialmente quando a planta está entouceirada, com os rizomas já formados (Machado et al., 2006), situação que normalmente ocorre na operação de manejo, na dessecação em pré-semeadura da cultura da soja.

Outro aspecto importante é verificar que, se além da dificuldade natural de controle, as populações de capim-amargoso possuem ou não resistência a herbicidas, especialmente ao glifosato, pois em caso positivo, seria ainda mais difícil o manejo no sistema de produção de soja, que foi a razão principal da realização deste monitoramento.

Histórico da resistência

O primeiro caso mundial de resistência de *Digitaria insularis* ao herbicida glifosato foi comprovado e relatado por Adegas e colaboradores no ano de 2005 (Adegas; Gazziero, 2014), na região de Caaguazú, no Paraguai. As primeiras falhas de controle foram observadas pelo engenheiro-agrônomo Ramon Lopes Viveiros na safra 2003/2004, com plantas sobreviventes da aplicação de glifosato, na dose de 1080 g ea ha⁻¹. Na safra seguinte, as falhas de controle aumentaram e ocorreram em doses maiores do herbicida, de até 2160 g ea ha⁻¹, em

plantas com início de formação de rizomas. Sementes destas plantas remanescentes foram coletadas e serviram de base para a realização, no próprio país, do experimento de dose-resposta, que comprovou a existência de biótipos resistentes.

No Brasil, o primeiro caso de biótipos de *Digitaria insularis* resistente ao glifosato também foi comprovado e relatado por Adegas e colaboradores em 2008 (Adegas; Gazziero, 2014), numa propriedade situada entre os municípios de Mercedes e Guaíra, PR, próximo da divisa com o Paraguai. Nesse caso, as primeiras falhas de controle na área foram detectadas na safra 2007/2008, pelo engenheiro-agrônomo da Copagril Laércio Strohhaecker, observando a ocorrência de plantas que sobreviveram a duas aplicações de glifosato em pós-emergência da soja, na dose total de 1980 g ea ha⁻¹. No início do mês de janeiro de 2008, foram coletadas sementes de algumas plantas remanescentes das aplicações do herbicida, para a comprovação ou não da resistência.

Os trabalhos foram desenvolvidos na Embrapa Soja, em Londrina, por meio de um experimento em esquema dose-resposta, cujos resultados mostraram que a aplicação de glifosato, na dose recomendada de controle não resultou na morte de nenhum dos biótipos com suspeita de resistência. No entanto proporcionou o controle total de todos os biótipos susceptíveis ao herbicida, que já foram eficientemente controlados com a metade da dose do herbicida. A dose de glifosato para reduzir o desenvolvimento de 50% da população resistente foi estimada em 1,66375 kg ha⁻¹, e em 0,25752 kg ha⁻¹ para a população suscetível. Isto resultou em um fator de resistência de 6,46, que demonstrou o alto grau de resistência da população inicialmente suspeita.

Devido à importância deste tema para o setor produtivo, a partir deste primeiro caso de resistência, a equipe de plantas daninhas da Embrapa Soja iniciou o programa de monitoramento do problema. O objetivo principal foi a verificação da resistência de outras populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glifosato e também aos herbicidas inibidores da Accase, nos estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul, área de abrangência das principais reclamações de problemas de controle químico desta espécie.

Monitoramento da resistência

A partir do ano de 2009, sementes de *Digitaria insularis* de biótipos com suspeita de resistência ao glifosato, passaram a ser coletadas em áreas de produção de soja em municípios do Paraná e do Mato Grosso do Sul. Estas coletas foram realizadas em colaboração com a assistência técnica destes dois estados, especialmente pelas Cooperativas Agrária, Coamo, Cocamar, CVale, Copacol, Coopavel, Integrada, Lar e pela Fundação ABC, além de consultores autônomos e da própria equipe da Embrapa Soja. Ao mesmo tempo foram coletadas sementes de biótipos sabidamente susceptíveis ao glifosato.

Toda semente coletada foi encaminhada para a Embrapa Soja, em Londrina, PR, cujos trabalhos, realizados em casa-de-vegetação, foram divididos em duas etapas. Primeiramente foram conduzidos estudos preliminares para a obtenção das doses discriminatórias dos herbicidas a serem estudados, cujas doses selecionadas para comprovação da resistência foram: glifosato (720 g ea ha⁻¹), clethodim (192 g ia ha⁻¹) e haloxifope (120 g ea ha⁻¹). Cada experimento foi composto por uma bateria de oito a doze populações com suspeita de resistência e mais uma população sabidamente suscetível, utilizada como testemunha.

As sementes foram realizadas em vasos plásticos de 300 cm³, com aproximadamente 15 sementes vaso⁻¹, sendo realizado posteriormente um desbaste onde foram deixados entre uma a duas plantas vaso⁻¹. Os experimentos foram realizados no delineamento inteiramente casualizado, contendo os três herbicidas nas doses discriminatórias selecionadas, mais uma testemunha sem aplicação, com oito repetições. Os herbicidas foram aplicados quando as plantas se encontravam no estágio de quatro a cinco folhas e dois a três perfilhos. As aplicações foram realizadas com pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com bico XR 110.02, na pressão de trabalho de 2,15 kg cm⁻² e consumo de calda de 180 L ha⁻¹.

As avaliações de controle foram realizadas pelo método, visual aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), por meio da escala porcentual, onde zero (0%) representou nenhum controle e 100% representou controle total (ALAM, 1974). As populações foram consideradas resistentes quando cinco ou mais repetições resultaram em controle médio abaixo de 60%. Acima deste nível de controle as populações foram consideradas susceptíveis ou tolerantes aos herbicidas estudados.

A segunda etapa do estudo foi a verificação do fator de resistência das populações comprovadas como resistentes aos herbicidas. Para tal, foi selecionado um grupo destas populações, que foi submetido a experimentos no formato de dose-resposta, no delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis repetições. Os tratamentos foram compostos pela aplicação do herbicida em nove doses, sendo a normal recomendada (a discriminatória), mais as proporções de 0, 1/4, 1/2, 2/1, 4/1, 8/1, 16/1 e 36/1 desta dose, sempre comparando com uma população suscetível.

A metodologia de aplicação foi a mesma dos experimentos para a comprovação geral de resistência, sendo as avaliações realizadas por dois métodos: avaliação de controle visual, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), por meio da escala percentual, onde zero (0%) representou nenhum controle e 100% representou controle total (ALAM, 1974); e pela produção de biomassa seca total das plantas (g vaso^{-1}), com as plantas sendo coletadas, parte aérea e raízes, aos 28 DAA, colocadas a secar em estufa de circulação forçada de ar a $70^\circ \pm 1^\circ \text{C}$, até atingir peso constante e posteriormente pesadas em balança de precisão.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. A dose para controle de 50% das populações (DL50) foi obtida pelo programa R (Ritz et al., 2015), sendo o fator de resistência calculado pelo coeficiente entre os DL50 das populações resistente e a suscetível.

Resultados

No período de 2009 a 2023, foram estudadas 932 populações de *Digitaria insularis* com suspeita de resistência a herbicidas. Deste total, 799 amostras foram coletadas no estado do Paraná. As 133 restantes vieram do Mato Grosso do Sul. Dos 399 municípios paranaenses, 343 tiveram amostras enviadas para o monitoramento, que perfaz um total de 86% dos municípios do estado. Em relação ao Mato Grosso do Sul, que possui um total de 79 municípios, 25 destes tiveram amostras estudadas, o que dá um total de 32% dos municípios existentes.

Em nenhuma das populações de *Digitaria insularis* foi constatada a resistência aos herbicidas inibidores da ACCase estudados, o clethodim e o haloxifop, que além do glifosato são os herbicidas mais utilizados no controle desta infestante. Portanto todas as 932 populações foram consideradas suscetíveis ou tolerantes a este grupo de herbicidas.

Para o glifosato o resultado foi muito diferente, pois 718 das 932 populações estudadas foram identificadas como resistentes a este herbicida, o que representa 77% do total das amostras. Dos municípios paranaenses, 52% tiveram comprovação de resistência, enquanto que todas as populações do Mato Grosso do Sul foram identificadas como resistentes ao glifosato (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado do monitoramento de populações de *Digitaria insularis*, nos estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul, com suspeita de resistência a herbicidas. Londrina, PR, 2023.

PARÂMETROS	Paraná	Mato Grosso do Sul	TOTAL
Municípios no estado	399	79	478
Municípios monitorados	343 (86%)	25 (32%)	368 (77%)
Populações estudadas	799	133	932
Média de amostras por município	2,0	1,7	1,95
Populações resistentes ¹	585 (74%)	133 (100%)	718 (77%)
Município com resistência ¹	177 (52%)	25 (100%)	202 (55%)

¹ Resistente ao glifosato.

Este resultado é explicado pelo fato de que as áreas onde foram coletadas as sementes vêm sendo cultivadas com cultivares de soja resistentes ao glifosato há pelo menos quatro anos, com forte pressão de utilização do herbicida. Isso resultou na seleção e posterior dispersão de populações tolerantes e resistentes ao glifosato, principal razão das reclamações por parte dos produtores da diminuição da eficácia de controle de *Digitaria insularis*.

É importante ressaltar que os principais municípios produtores de soja destes dois estados, tiveram populações de *Digitaria insularis* estudadas neste monitoramento, como ilustrado na Figura 1.

Para a segunda fase do trabalho, foram selecionadas 26 populações de *Digitaria insularis* resistentes ao glifosato, de diferentes municípios, sendo 23 do estado do Paraná e três do Mato Grosso do Sul (Figura 2).

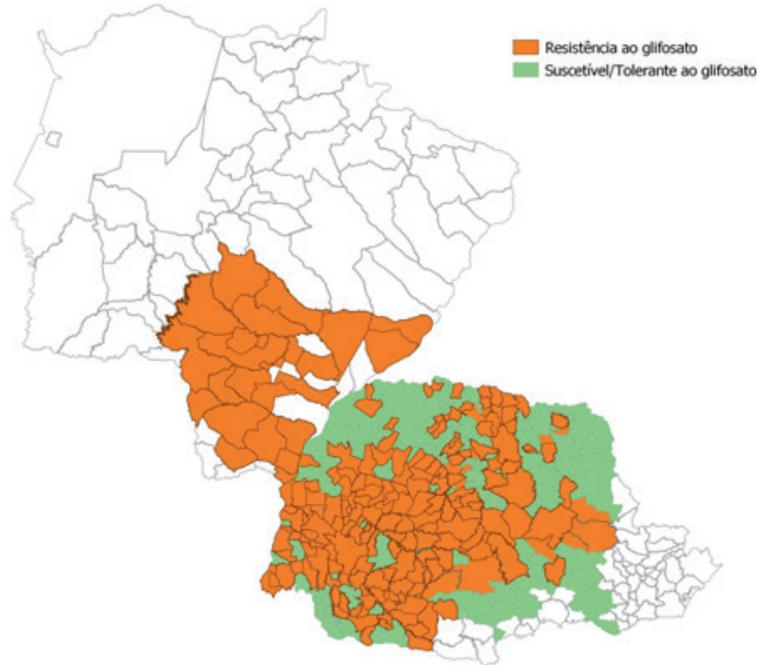


Figura 1. Municípios dos estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul com o resultado do monitoramento de resistência de *Digitaria insularis* ao herbicida glifosato.

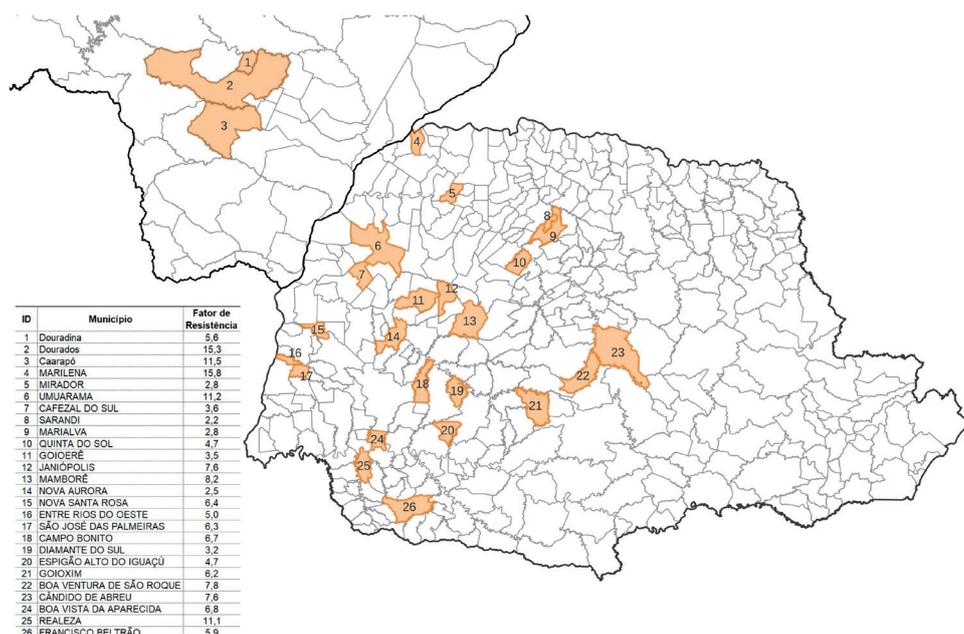


Figura 2. Municípios dos estados do Paraná e do Mato Grosso do Sul com o resultado do estudo do fator de resistência de populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glifosato.

A dose estimada de glifosato para reduzir o desenvolvimento de 50% da população suscetível foi de 118,18 g ea ha⁻¹, enquanto que para as populações resistentes a média estimada de dose foi de 1.141,3 g ea ha⁻¹. A partir destes resultados, foram obtidos os fatores de resistência de cada população estudada, que se situou entre 2,2 a 15,8, sendo a média de 9,66, considerada como elevado grau de resistência.

Considerações finais

Foi comprovada a resistência ao glifosato de populações de *Digitaria insularis* no Paraná e no Mato Grosso do Sul e a sua ampla distribuição nos diversos municípios destes estados. A principal razão para este resultado foi a alta frequência de utilização do glifosato, com forte pressão de seleção de biótipos de *Digitaria insularis* resistentes a este herbicida, que já estavam naturalmente presentes nas áreas.

Pelas características de dispersão, adaptação e dificuldade natural de controle da *Digitaria insularis*, aliado ao aparecimento e disseminação de casos de resistência ao glifosato, como mostrados neste trabalho, os problemas de infestação e controle desta espécie tem se agravado em grande parte da região produtora de soja no Brasil. Tal fato torna-se um dos principais desafios técnicos no manejo de plantas daninhas da soja, sendo importante maiores investimentos em programas de monitoramento e pesquisa para o manejo desta importante espécie daninha nos diferentes sistemas de cultivo do nosso país.

Referências

- ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P. Resistência de *Digitaria insularis* aos herbicidas inibidores da EPSPs. In: AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. (ed.). **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Pelotas: UFPel, 2014. p. 304-313.
- ALAM - ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1997. tomo I, 825 p.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 720 p.
- MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, M. S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.
- PIMENTA, K. M.; DÓREA, M. C.; OLIVEIRA, R. P. Panicoideae (Poaceae) em remanescentes florestais do sul da Bahia: aspectos taxonômicos e ecológicos. **Rodriguésia**, v. 63, n. 4, p. 933-955, 2012.
- RITZ, C.; BATY, F.; STREIBIG, J. C.; GERHARD, D. Dose-response analysis using R. **PLoS One**, v.10, n. 12, e0146021, 2015.

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n, acesso Orlando Amaral
Caixa Postal 4006 CEP: 86085-981- Distrito de Warta - Londrina, PR
www.embrapa.br | www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Adeney de Freitas Bueno*

Secretária-executiva: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros França Neto, Leandro Eugênio Cardamone Diniz, Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Comunicado Técnico 109

ISSN 2176-2899

Janeiro, 2024

Edição executiva: *Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Revisão de texto: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Normalização: *Valéria de Fátima Cardoso*
(CRB-9/1188)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Marisa Yuri Horikawa*

Publicação digital: PDF



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA



Todos os direitos reservados à Embrapa.