



COMUNICADO
TÉCNICO

259

Sete Lagoas, MG
Novembro, 2023

Embrapa

Dispersão de plantas daninhas resistentes a glifosato no Brasil: recomendações de manejo

Alexandre Ferreira da Silva
Adriene Caldeira Batista
Ricardo Siqueira da Silva

Dispersão de plantas daninhas resistentes a glifosato no Brasil: recomendações de manejo¹

¹ Alexandre Ferreira da Silva, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Adriene Caldeira Batista, estudante de pós-graduação em Produção Vegetal Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG e Ricardo Siqueira da Silva, professor Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG.

INTRODUÇÃO

A resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser compreendida como um processo evolucionário que ocorre espontaneamente, em que o herbicida é o agente de pressão que favorece a seleção de biótipos resistentes que se encontram em baixa frequência natural. A Sociedade Brasileira da Ciência de Plantas Daninhas (SBCPD) adota o critério de resistência a herbicidas como a capacidade hereditária de uma planta sobreviver e se reproduzir, após exposição a uma dose de herbicida normalmente letal para o biótipo selvagem da planta (Herbicide Resistent Action Committee, 2023). A resistência pode ser classificada em simples, cruzada e múltipla. A resistência simples ocorre quando o biótipo é resistente a um ingrediente ativo; a cruzada, quando é resistente a dois ou mais grupos químicos de um mecanismo de ação; e a múltipla ocorre quando o biótipo é resistente a dois ou mais mecanismos de ação (Herbicide Resistent Action Committee, 2023).

A resistência de plantas daninhas a herbicida é um problema que afeta os principais países produtores de alimentos no planeta. O uso indiscriminado/equivocado de herbicidas tem contribuído para o aumento da frequência de biótipos resistentes, que, muitas vezes, se dispersam rapidamente pelo território. O glifosato se caracteriza como a molécula herbicida mais utilizada no mundo. Trata-se de um herbicida de amplo espectro de ação registrado para o controle em pós-emergência das plantas daninhas. Com o advento da transgenia, na década de 1990, esse herbicida deixou de ser usado apenas na dessecação de pré-semeadura de diversas culturas anuais e passou a ser utilizado na pós-emergência das culturas com genes de resistência ao glifosato (GR). Essa tecnologia promoveu uma drástica mudança na estratégia de manejo de plantas daninhas. O glifosato, por causa do amplo espectro de ação, da eficácia, da seletividade e do baixo preço quando comparado a outros herbicidas, passou a ser amplamente utilizado como única alternativa de

controle. Estima-se que o cultivo da soja e milho GR no Brasil corresponda, respectivamente, a 95% e 80% da área semeada (Adegas et al., 2022).

A tecnologia GR inicialmente teve um impacto significativo na agricultura brasileira, sobretudo para o manejo de plantas daninhas na cultura da soja. Em um primeiro momento, favoreceu o manejo de plantas de difícil controle, reduziu o custo de controle, as perdas de produtividade e simplificou as operações nas lavouras. No entanto, o uso inadequado/excessivo desse herbicida nos sistemas de produção vem favorecendo o aparecimento de biótipos resistentes ao glifosato.

O objetivo deste Comunicado Técnico é apresentar mapas com a percepção de agentes externos sobre a dispersão das principais de plantas daninhas resistentes a glifosato no

Brasil e descrever medidas de controle que podem auxiliar no manejo dessas plantas daninhas.

Cenário atual da resistência a glifosato no Brasil

O primeiro caso de planta daninha resistente a glifosato no Brasil ocorreu em 2003. Desde então, essa reação tem aumentado progressivamente, sendo registrada a presença de biótipos resistentes em diversas regiões do País. No Brasil, há o registro de 12 espécies de plantas daninhas que apresentam biótipos resistentes a glifosato (Heap, 2023). Um relato cronológico do primeiro registro da presença de biótipos resistentes a glifosato é apresentado abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Registro de ocorrência do primeiro relato de resistência da espécie ao glifosato.

Ano	Nome comum	Nome científico	Estado
2003	azevém	<i>Lolium perene</i> spp <i>multiflorum</i>	RS
2005	buva	<i>Conyza bonariensis</i>	RS, SP
2005	buva	<i>Conyza canadensis</i>	SP
2008	capim-amargoso	<i>Digitaria insularis</i>	PR
2010	buva	<i>Conyza sumatrensis</i>	PR
2014	capim-branco	<i>Chloris elata</i>	SP
2015	caruru-palmeri	<i>Amaranthus palmeri</i>	MT
2016	capim-pé-de-galinha	<i>Eleusine indica</i>	PR
2018	caruru	<i>Amaranthus hybridus</i>	RS
2019	leiteiro	<i>Euphorbia heterophylla</i>	PR
2020	capim-arroz	<i>Echinochloa cruz-galli</i> var <i>cruz-galli</i>	RS
2023	picão-preto	<i>Bidens subalternans</i>	PR

Fonte: Adaptado de Heap (2023).

Dentre essas espécies, buva (*Conyza* spp.), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e caruru (*Amaranthus hybridus*) encontram-se mais dispersas por todo o território nacional. Azevém (*Lolium perene* spp. *multiflorum*) é encontrada amplamente dispersa pela região Sul. Já capim-arroz (*Echinochloa cruz-galli* var *cruz-galli*), em áreas de

rizicultura na metade sul do Rio Grande do Sul. Elas podem ser classificadas como as espécies que têm ocasionado maiores dificuldades de controle aos produtores. Ao se comparar os estados onde foi realizado o primeiro relato com mapas de percepção, realizados com especialistas de cada região, percebe-se ampla dispersão desses biótipos (Figura 1).

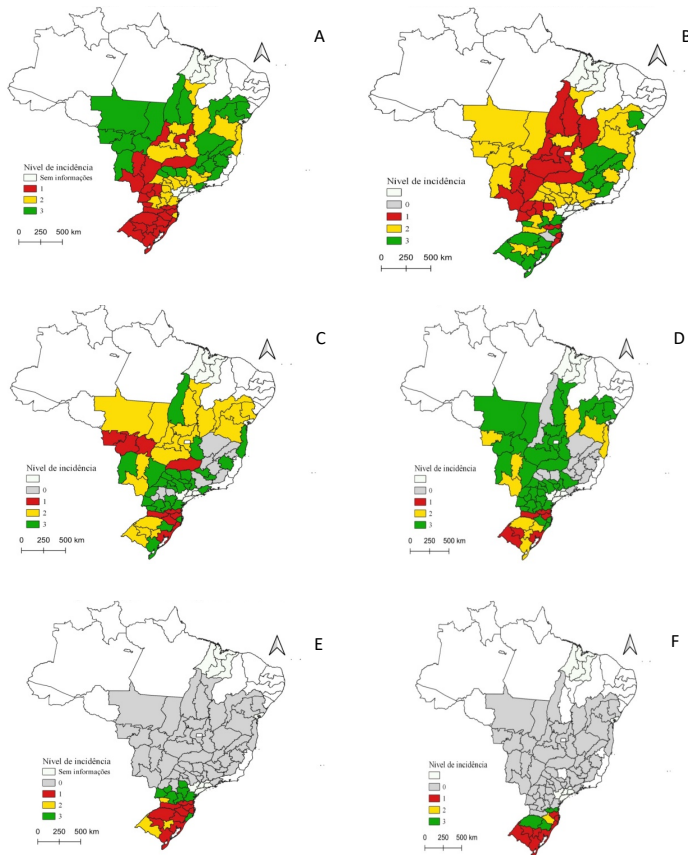


Figura 1. Mapas da percepção da presença de buva (*Conyza* spp.) (A); capim-amargoso (*Digitaria insularis*) (B); capim-de-galinha (*Eleusine indica*) (C), caruru (*Amaranthus hybridus*) (D); azevém (*Lolium perene* spp. *multiflorum*) (E); capim-arroz (*Echinochloa cruz-galli* var *cruz-galli*) (F) resistentes a glifosato. Cores: branca (sem informação); cinza (não ocorrência); vermelha (alta frequência), amarela (média frequência) e verde (alta frequência).

O aumento da frequência de biótipos resistentes a herbicidas tem ocasionado severos prejuízos à agricultura brasileira. A ocorrência de biótipos com resistência múltipla tem sido cada vez mais comum de serem observada. Todas as espécies listadas, exceto o capim-branco, apresentam resistência ao glifosato (produto que atua no bloqueio da enzima EPSPs) e a outro mecanismo de ação. Esse fato, associado muitas vezes à presença de outras espécies de plantas daninhas com resistência, tem tornado o manejo delas cada vez mais complexo e oneroso. Estima-se que a área infestada por plantas daninhas resistentes a herbicidas seja de, aproximadamente, 20 milhões de hectares, e que elas ocasionem prejuízos econômicos no sistema de produção da soja em torno de R\$ 9 bilhões/ano (Adegas et al., 2017).

Estratégias de manejo

Para enfrentar o desafio das plantas daninhas resistentes a glifosato, é necessária a adoção de estratégias integradas de controle. Essas estratégias incluem o uso de medidas preventivas para evitar a entrada dessas plantas na propriedade, o emprego de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, a adoção de práticas de controle cultural e mecânico, além do uso de novas tecnologias.

Medidas preventivas

As práticas de manejo preventivas têm por objetivo evitar a dispersão de plantas daninhas resistentes para áreas ainda não infestadas. O manejo preventivo é a principal estratégia de manejo. O controle sempre será mais oneroso. Existem várias medidas passíveis de serem adotadas, tais como manter áreas contínuas das lavouras livres da presença de plantas daninhas para que elas não produzam sementes e repovoe a lavoura; colocar animais comprados em quarentena; utilizar adubos orgânicos somente depois de fermentados; não realizar a colheita em talhão infestado e não entrar com a colheitadeira em áreas livres de infestação sem antes promover a limpeza da máquina; limpar cuidadosamente máquinas e implementos agrícolas de terceiros antes de entrar em área própria.

O transporte de máquinas agrícolas, principalmente, de colheitadeiras, é o principal agente de dispersão de plantas daninhas resistentes a herbicidas. O grande número de operações terceirizadas e o compartilhamento de maquinário entre produtores têm contribuído para a rápida disseminação de biótipos resistentes por todo o território nacional. Esse fato explica o rápido aparecimento de biótipos resistentes a glifosato em áreas de abertura agrícola onde se esperava baixa pressão de seleção.

Medidas de controle cultural

Dentre as práticas de controle mais efetivas para o manejo da resistência, pode-se citar a rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura. A rotação de culturas é uma prática que contribui para a redução da população de plantas daninhas resistentes, em razão do uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e de mudanças no microambiente. Esses fatores tendem a evitar a predominância de espécies mais adaptadas. Pesquisas apontam que sistemas de produção que envolvem a rotação de cultura apresentam maior diversidade de espécies infestantes do que em monocultivo (Silva et al., 2023). A adoção de plantas de cobertura também apresenta grande eficácia no controle de espécies resistentes a glifosato. O uso de braquiária demonstra ser eficiente na supressão de espécies de difícil controle (Marochi et al., 2018). Estudos demonstram a eficácia da braquiária na supressão de buva em ambiente do Cerrado. A supressão durante o desenvolvimento da forrageira pode ocorrer em virtude da produção de compostos alelopáticos e da competição pelos recursos do meio com a planta daninha. Após a dessecação da forrageira manejada adequadamente, forma-se uma densa camada de palha que pode interferir na germinação das espécies infestantes por diferentes fatores: barreira física impedindo/dificultando a germinação de espécies que possuem sementes pequenas; redução da taxa de

germinação de sementes fotoblásticas positivas por causa do sombreamento do solo; redução da oscilação de temperatura e umidade do solo, prejudicando a germinação de espécies infestantes que necessitam de oscilação de temperatura e/ou umidade para estimular a sua germinação; e aumento da atividade de macro e microrganismos que podem se alimentar das sementes das plantas daninhas. Assim como a braquiária, é possível utilizar outras espécies de plantas de cobertura, porém é necessária atenção aos seguintes critérios: a) respeito à adaptabilidade da espécie de cobertura para sua região e época de semeadura; b) objetivo principal da utilização da planta de cobertura; e c) disponibilidade de sementes.

Medidas de controle mecânico

O controle mecânico em áreas de culturas anuais em semeadura direta é uma prática relevante quando se percebem falhas de controle localizadas. O produtor pode realizar a capina dessas plantas antes da sua produção de sementes. As plantas eliminadas devem ser retiradas da área para evitar o risco de enraizamento. Depois de retiradas, elas podem ser queimadas ou enterradas em valas profundas.

Medidas de controle químico

É importante a conscientização do produtor de que o controle químico deve ser compreendido como mais uma alternativa de controle e não como a única prática. O uso inadequado dos herbicidas tem ocasionado a seleção de biótipos resistentes. Alguns destes biótipos podem ser chamados popularmente de superplantas daninhas, pois são biótipos resistentes a uma ampla gama de herbicidas

com diferentes mecanismos de ação. No Brasil, por exemplo, existe um biótipo de buva (*Conyza sumatrensis*) caracterizado como resistente a seis diferentes mecanismos de ação (Heap, 2023).

Dessa forma, é importante o produtor rotacionar o uso de ingrediente ativos em seu sistema de produção e integrar o controle químico a outras práticas de manejo para minimizar o risco do aparecimento de biótipos resistentes a herbicidas nas áreas (Tabela 2).

Tabela 2. Avaliação do risco de desenvolvimento de resistência por espécie-alvo.

Opções de manejo	Baixo	Moderado	Alto
Mistura ou rotação de herbicidas	> Dois modos de ação	Dois modos de ação	Um modo de ação
Formas de controle de plantas daninhas	Cultural, mecânico e químico	Cultural e químico	Somente químico
Uso de igual modo de ação por ciclo	Uma vez	Mais de uma vez	Muitas vezes
Sistema de cultivo	Rotação plena	Rotação limitada	Sem rotação
Resistência relativa ao modo de ação	Desconhecida	Limitada	Comum
Nível de infestação	Baixo	Moderado	Alto
Controle nos 3 anos passados	Bom	Decrescente	Baixo

Fonte: Adaptado de Herbicide Resistant Action Committee (2023).

Novas tecnologias de controle

Novas tecnologias têm sido constantemente disponibilizadas para produtores. Dentre elas, podem ser citadas: a) desenvolvimento da robótica agrícola: robôs e veículos autônomos estão sendo desenvolvidos para identificar e remover plantas daninhas de forma precisa e eficiente; b) tecnologia

de aplicação direcionada: equipamentos de pulverização de precisão que podem aplicar herbicidas somente nas plantas daninhas, minimizando a quantidade de produtos químicos usados e reduzindo os impactos ambientais; c) uso de sensores, drones e sistemas de GPS que permite a detecção precoce e o mapeamento de áreas infestadas por plantas daninhas, o que possibilita a aplicação direcionada de herbicidas apenas em áreas infestadas; d) uso de laser: uma abordagem promissora que está sendo desenvolvida para diminuir

a dependência de herbicidas químicos. Essa técnica é também conhecida como capina a laser, e envolve o uso de feixes de alta energia para eliminar as plantas daninhas de forma precisa; e) edição genômica de plantas: a tecnologia CRISPR-Cas9 pode ser usada para desativação de genes de resistência, aumento da sensibilidade a um herbicida específico, modificação de vias metabólicas e introdução de genes supressores. Ela ainda se encontra em processo de maturação.

CONCLUSÃO

O caminho para retardar o surgimento de novos casos de resistência ao glifosato e a dispersão desses biótipos exige esforço conjunto entre todas as partes interessadas. A estratégia de manejo deve ser estabelecida dentro dos princípios do manejo integrado de plantas daninhas (MIPD), que pode ser definido como a seleção e a integração de diferentes métodos de controle adequados à realidade local, buscando resultados favoráveis dos pontos de vista agrônomo, econômico, ecológico e social. É necessário o envolvimento de toda a cadeia produtiva. Aos pesquisadores, cabe buscar soluções inovadoras para minimizar a dependência do glifosato e de outras moléculas herbicidas; aos órgãos de extensão rural, fomentar a adoção de boas práticas agrícolas; e às empresas privadas, cabe fomentar o uso racional de agrotóxicos. São necessárias campanhas de educação

e sensibilização para capacitar os agricultores a adotarem práticas de manejo de plantas daninhas mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F. S.; CORREIA, N. M.; SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; GAZZIERO, D. L. P.; DALAZEN, G. Glyphosate-resistant (GR) soybean and corn in Brazil: past, present, and future. **Advances in Weed Science**, v. 40, e0202200102, 2022. DOI: <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2022;40:seventy-five004>.

ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D.; SILVA, A. F. da; AGOSTINETTO, D. **Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 11 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 132). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/162704/1/CT132-OL.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.

HEAP, I. **The International Herbicide-Resistant Weed Database**. Disponível em: <http://www.weedscience.org/>. Acesso em: 31 ago. 2023.

HERBICIDE RESISTENT ACTION COMMITTEE. **Guideline to the management of herbicide resistance**.

Disponível em: <https://hracglobal.com/files/Management-of-Herbicide-Resistance.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.

MAROCHI, A.; FERREIRA, A.; TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; OVEJERO, R. F. L. Managing glyphosate-resistant weeds with cover crop associated with herbicide rotation and mixture. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 4, p. 381-394, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-70542018424017918>.

SILVA, A. F. da; PADRÃO, V. A.; CONCENÇO, G.; GONTIJO NETO, M. **Efeitos da rotação de cultura na dinâmica de plantas daninhas**: um estudo em sistemas agrícolas. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2023. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 254).

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoeswww.embrapa.br/fale-conosco/sac**1ª edição**

Publicação digital (2023): PDF

Comitê Local de Publicações

Presidente

Maria Marta Pastina

Secretária-Executiva

Elena Charlotte Landau

Membros

*Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso**Campanha, Roberto dos Santos Trindade e**Maria Cristina Dias Paes*

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB-6/2749)

Tratamento das ilustrações

Márcio Augusto Pereira do Nascimento

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Márcio Augusto Pereira do Nascimento

Foto da capa

Alexandre Ferreira da SilvaMINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA