

Apesar do problema de resistência de capim-pé-de-galinha faça parte da realidade brasileira, nem toda planta sobrevivente é resistente, como ilustrado na foto de capa do folder, que retrata plantas de capim-pé-de-galinha suscetíveis a herbicidas na cultura do milho, na Fazenda Primavera, em Primavera do Leste, MT. Muitas falhas de controle observadas no campo são decorrentes do estágio incorreto da planta no momento da aplicação (Figura 2), dosagem insuficiente para aquela situação e ausência de óleo mineral, para os produtos comerciais que necessitam da adição de óleo mineral a calda. Em alguns casos, o óleo mineral é substituído por outros produtos que, além de não beneficiar, podem interferir negativamente na ação do herbicida (efeito antagônico).

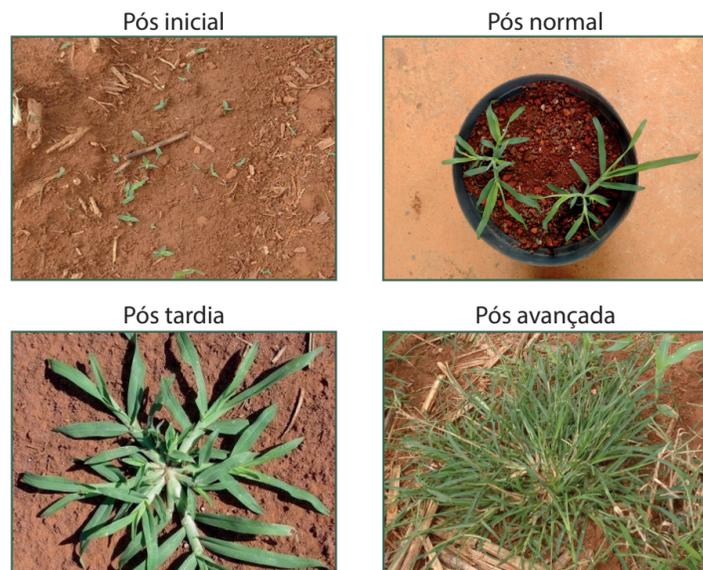


Figura 2: Pós-emergência inicial, normal, tardia e avançada das plantas de capim-pé-de-galinha.

Até o ano de 2019, não existe no mercado graminicidas eficazes para o controle de plantas adultas ou em pós tardia (> 5 perfilhos) de capim-pé-de-galinha. Plantas adultas já florescidas não são controladas pelos herbicidas glifosato e inibidores da ACCase em uma única aplicação. Nessa condição, deve-se fazer aplicação sequencial com as dosagens mais altas recomendadas na bula. Ressalta-se a importância da rotação de mecanismo de ação, mas na impossibilidade disso, realizar a rotação de grupo químico, ou seja, "ciclohexanodiona - DIM" com "ariloxifenoxipropionato - FOP", no caso dos inibidores da ACCase.

As plantas resistentes são de difícil controle e exigem mudanças não apenas na escolha de herbicidas, mas, no manejo da área a médio e longo prazo, visando a adoção das boas práticas agrícolas e não apenas o controle químico como única solução. Por isso, a problemática da resistência deve ser identificada no início, para que outras estratégias de manejo sejam adotadas. Nas áreas agrícolas sem o registro de resistência, o setor produtivo (produtor rural, agrônomos, técnicos, etc.) poderá agir de forma proativa e, com isto, prevenir a introdução ou a seleção dos biótipos resistentes. Para aqueles que são adeptos do uso dos inibidores da

ACCase, como os produtores de feijão, hortaliças e soja, ressalta-se que, rotacionar os grupos químicos "ciclohexanodiona - DIM" e "ariloxifenoxipropionato - FOP" pode ser uma estratégia para minimizar ou retardar a seleção de indivíduos resistentes a esses herbicidas, comparado ao uso exclusivo do mesmo grupo químico. Mas, o correto é diversificar, seja na diversidade de produtos e, ou de práticas agrícolas para o manejo de plantas daninhas.

REFERÊNCIAS

GANESHAIAH, K.N.; UMASHANKER, R. Evolution of reproductive behavior in the genus *Eleusine*, *Euphytica*, v.3, n.2, p.397-404, 1982.

GHAREKHLOO, J.; FERNÁNDEZ-MORENO, P.T.; CRUZ, R.A. DE LA; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, E.; CRUZ-HIPOLITO, H.E.; DOMÍNGUEZ-VALENZUELA, J.A.; DE PRADO, R. Pro-106-Ser mutation and EPSPS overexpression acting together simultaneously in glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica*). *Scientific Reports*, v.7, p.1-10, 2017.

HEAP, I. *The International Survey of Herbicide Resistant Weeds*. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/>> Acesso em: 09 jul. 2019.

HRAC-BR (Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas). *Classificação dos herbicidas quanto aos mecanismos de ação*. Disponível em: <<https://www.hrac-br.org/folders-e-livro>> Acesso em: 02 set. 2019.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. *Plantas infestantes e nocivas*. 2ª Ed., São Paulo: BASF Brasileira, 1997. 824p. (Tomo I)

OSUNA, M.D.; GOULART, I.C.G.R.; VIDAL, R.A.; KALSING, A.; RUIZ SANTAELLA, J.P.; DE PRADO, R. Resistance to ACCase inhibitors in *Eleusine indica* from Brazil involves a target site mutation. *Planta Daninha*, v.30, n.3, p.675-681, 2012.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.L.S. *Guia de herbicidas*. 7ª ed., Londrina - PR: Edição dos autores, 2018. 764p.

TAKANO, H.K.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G.B.P.; PADOVESE, J.C. Growth, development and seed production of goosegrass. *Planta Daninha*, v.34, n.2, p.249-257, 2016.

EMPRESAS ASSOCIADAS



HERBICIDE
RESISTANCE
ACTION
COMMITTEE
Brazil

HRAC-BR
Associação Brasileira de Ação a Resistência
de Plantas Daninhas aos Herbicidas
Fazenda São Francisco • Caixa Postal • 921
Paulínia • SP • CEP: 13.140-000
www.hrac-br.org

ELEUSINE INDICA: BIOLOGIA, RESISTÊNCIA E MANEJO

Foto: Núbia Maria Correia

Núbia Maria Correia
Embrapa Ceerrados

Lucas da Silva Araújo
ESALQ / USP

BIOLOGIA E ECOFISIOLOGIA

Eleusine indica, conhecida popularmente como capim-pé-galinha, é uma planta anual, autógama, propagada por sementes, entouceirada e de metabolismo fotossintético C4 (Ganeshaiah e Umashaanker, 1982; Kissmann e Groth, 1997). Uma única planta pode produzir até 120.000 sementes, dos 38 aos 108 dias após a emergência (DAE) de forma contínua, com crescimento inicial mais lento (até os 38 DAE), seguido de rápido crescimento (Takano et al., 2016). As plantas conseguem se desenvolver mesmo em solos compactados e de baixa fertilidade, com bom desenvolvimento em beiras de estradas e terrenos abandonados, de forma similar ao observado no local percorrido pelos pneus do pulverizador na cultura da soja (Figura 1). Quanto ao hábito de crescimento das plantas, este é cespitoso (ereto, formando touceiras) e pode ser afetado pela luz, com crescimento mais prostrado em alta luminosidade e plantas mais eretas, no sombreamento (Kissmann e Groth, 1997).



Figura 1: Desenvolvimento de capim-pé-de-galinha no local percorrido pelos pneus do pulverizador na cultura da soja, em Primavera do Leste, MT.

RESISTÊNCIA

O primeiro relato de resistência de capim-pé-de-galinha no Brasil foi em 2003, aos herbicidas inibidores da Acetil-CoA carboxilase (ACCCase), Grupo A (Heap, 2019; HRAC-BR, 2019). Esses herbicidas pertencem aos grupos químicos ariloxifenoxipropionato (cialofope-butílico, clodinafope-propargil, fenoxaprope-p-etílico, fluazifope-p-butílico, haloxifope-p-metilico, propaquizafope, quizalofope-p-etílico e quizalofope-p-tefurílico) e ciclohexanodiona (cletodim, profoxidim, setoxidim e tepraloxidim), controlam unicamente gramíneas em pós-emergência e são registrados para diferentes culturas, como algodão, feijão, soja e hortaliças, dependen-

do do produto comercial (Rodrigues e Almeida, 2018). Posteriormente, em 2016, foi relatada a resistência de capim-pé-galinha ao herbicida glifosato (Heap, 2019), que pertence ao grupo químico glicina substituída, inibe a enzima enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase (EPSPs), Grupo G, possui amplo espectro de controle de espécies e, no Brasil, é registrado para uso em diversas culturas agrícolas e áreas não agrícolas (Rodrigues e Almeida, 2018; HRAC-BR, 2019).

O principal mecanismo de resistência do capim-pé-de-galinha aos herbicidas mencionados anteriormente refere-se à alterações do sítio de ação, devido à substituição de aminoácidos nas enzimas específicas. Para ACCCase, a principal mutação é a substituição de aspartato por glicina na posição 2078 (Osuna et al., 2012) e, para EPSPs, a troca de prolina por serina na posição 106 (Gherekhloo et al., 2017), o que confere níveis de resistência à atividade enzimática e o acúmulo de chiquimato.

Em 2017, houve o primeiro relato de resistência múltipla no Brasil do capim-pé-de-galinha aos herbicidas glifosato e inibidores da ACCCase (fenoxaprope-p-etílico e haloxifope-p-metilico) (Heap, 2019). Estudos em andamento, em 2019, indicam que o mecanismo de resistência dessas plantas também é alteração dos sítios de ação. Resistência múltipla é a capacidade do indivíduo de sobreviver à aplicação de herbicidas com dois ou mais mecanismos de ação diferentes. A pressão de seleção é maior à medida que o uso desses herbicidas aumenta nas áreas agrícolas, até a seleção do biótipo com resistência múltipla na população. Os prejuízos para a agricultura são imensos, pois a dificuldade de manejo é maior e mais cara.

MANEJO DA RESISTÊNCIA

O controle em pós-emergência do capim-pé-de-galinha resistente fica muito comprometido com a perda da ação dos inibidores da EPSPs e ACCCase, em decorrência da ausência de outros herbicidas eficazes para plantas com até 4 perfilhos. O amônio glufosinato é uma opção de manejo em pós-emergência, seletivo para algodão e milho transgênicos tolerantes a esse herbicida, e também na pré-semeadura de culturas (na dessecação), porém, é eficaz para plantas pequenas (sem perfilhar), na dosagem indicada de bula e com adição de adjuvante à calda.

As estratégias de manejo de capim-pé-galinha resistente nas áreas deverão ser integradas. Para tal, o controle químico terá que ser complementado com práticas culturais ou mecânicas, sobretudo no período de outono-inverno, que incluem o cultivo de culturas de cobertura ou de segunda safra (safrinha) ou operações de aração e gradagem, no caso do preparo convencional. Assim, evita-se o pleno desenvolvimento das plantas de capim-pé-galinha, o que beneficiará o seu controle antes da instalação da cultura de verão.

Se nenhum manejo for adotado na entressafra, a dessecação na pré-semeadura das culturas deverá ser feita com duas ou três aplicações para o manejo dos indivíduos resistentes aos inibidores da EPSPs e, ou da ACCCase. Nesse caso, a primeira dessecação será feita com herbicidas sistêmicos (inibidor da EPSPs), usado para o controle de outras espécies e efeito supressor do capim-pé-de-galinha resistente, associado aos inibidores de ACCCase, preferencialmente rotacionados entre FOPs (ariloxifenoxipropionatos) e DIMs (ciclohexanodionas), seguida de complementação com herbicidas imóveis (de contato), como inibidor do fotossis-

tema I (FS I, Grupo D), inibidor do FS I + inibidor do FS II (Grupos D e C2) ou inibidor da glutamina sintetase (Grupo H), todas antes da semeadura. Após a instalação da cultura outra aplicação de herbicida eficaz para capim-pé-de-galinha e seletivo para a cultura de interesse poderá ser necessária. Já no preparo convencional, o controle das plantas adultas antes da semeadura será feito de forma mecânica, com aração ou gradagem, combinado ao controle químico antes e, ou após a instalação da cultura.

Seja no plantio direto ou preparo convencional, é importante retomar o uso de herbicidas gramínicas em pré-emergência, os residuais, para inibição dos novos fluxos de emergência de capim-pé-de-galinha, escolhidos em função da seletividade para as culturas. De forma geral, as principais culturas de grãos (soja, milho e feijão), fibras (algodão) e energia (cana-de-açúcar) possuem pelo menos um gramínica residual seletivo e eficaz para o capim-pé-de-galinha (Tabela 1).

Tabela 1. Ingredientes ativos registrados para o controle de capim-pé-galinha, assim como exemplos de culturas que podem ser usados, época de aplicação, grupo químico e mecanismo de ação/grupo.

Apl.	Ingredientes Ativos	Culturas (exemplos)	Grupo químico	Mecanismo de Ação	Grupo
	Ametrina	Cana-de-açúcar, milho	Triazinas	Inibe o fotossistema II	C1
	Amicarbazona	Cana-de-açúcar, milho	Triazolinonas	Inibe o fotossistema II	C1
	Atrazina	Cana-de-açúcar, milho, sorgo	Triazinas	Inibe o fotossistema II	C1
	Clomazona	Algodão, arroz, cana-de-açúcar	Isoxazolidinonas	Inibe a DOXP-sintase	F4
	Indaziflam	Café, cana-de-açúcar, citros	Alquilazinas	Inibe a síntese de parede celular	L
	Isoxaflutol	Cana-de-açúcar, milho	Isoxazoles	Inibe a síntese de caroteno	F2
	Metribuzim	Cana-de-açúcar, soja	Triazinonas	Inibe o fotossistema II	C1
	Oxadiazona	Alho, arroz, cebola, cana-de-açúcar	Oxadiazoles	Inibe a Prottox	E
	Oxifluorfem	Algodão, café, cana-de-açúcar, cebola, citros etc.	Difeniléteres	Inibe a Prottox	E
	Pendimethalina ¹	Algodão, cana-de-açúcar, feijão, soja	Dinitroanilinas	Inibe a formação de microtúbulos	K1
	S-metolaclo-ro	Algodão, cana-de-açúcar, feijão, milho, soja	Cloroacetamidas	Inibe a síntese de ácidos graxos de cadeia longa	K3
	Sulfentrazone	Cana-de-açúcar, soja	Triazolinones	Inibe a Prottox	E
	Tebuthiuron	Cana-de-açúcar	Ureias substituídas	Inibe o fotossistema II	C2
	Trifluralina ¹	Algodão, cana-de-açúcar, feijão, soja	Dinitroanilinas	Inibe a formação de microtúbulos	K1

Apl.	Ingredientes Ativos	Culturas (exemplos)	Grupo químico	Mecanismo de Ação	Grupo
PÓS (< 4 perf.)	Amônio glufosinato	Dessecação ¹ , algodão e milho tolerantes	Ácidos fosfínicos	Inibe a glutamina sintetase	H
	Nicossulfurom	Milho	Sulfonilureias	Inibe a ALS	B
	Prometrina	Algodão	Triazinas	Inibe o fotossistema II	C1
	Propanil	Arroz	Amidas	Inibe o fotossistema II	C2
PÓS (até 4 perf.)	Cialofope-butílico	Arroz	Ariloxifenoxipropionatos	Inibe a ACCCase	A
	Cletodim	Algodão, feijão, soja	Ciclohexanodionas	Inibe a ACCCase	A
	Fenoxaprope-p-etílico	Feijão, soja	Ariloxifenoxipropionatos	Inibe a ACCCase	A
	Fluazifope-p-butílico	Algodão, feijão, soja	Ariloxifenoxipropionatos	Inibe a ACCCase	A
	Glifosato	Dessecação ² , soja, milho e algodão tolerantes	Glicinas	Inibe a EPSPs	G
	Haloxifope-p-metilico	Algodão, feijão, soja	Ariloxifenoxipropionatos	Inibe a ACCCase	A
	Paraquate	Dessecação ²	Bipiridiliuns	Inibe o fotossistema I	D
	Profoxidim	Arroz	Ciclohexanodionas	Inibe a ACCCase	A
	Propaquizafope	Algodão, soja	Ariloxifenoxipropionatos	Inibe a ACCCase	A
	Quizalofope-p-etílico	Algodão, amendoim, batata, feijão, soja, etc.	Ariloxifenoxipropionatos	Inibe a ACCCase	A
Setoxidim	Algodão, feijão, soja, fumo, gladiolo, milho	Ciclohexanodionas	Inibe a ACCCase	A	
Tepraloxidim	Algodão, feijão, soja	Ciclohexanodionas	Inibe a ACCCase	A	

¹ Aplicação em PRÉ e PPI.

² Aplicação antes da semeadura das culturas no sistema de plantio direto.

*Apl. - aplicação, s/ - sem, perf.- perfilhos.

Fonte: Rodrigues e Almeida (2018), HRAC-BR (2019).

O banco de sementes do solo também deve ser manejado e a melhor forma de fazê-lo é evitar que as plantas daninhas produzam sementes e, assim, impedir a adição de novos diásporos (fruto e semente) ao solo. Embora o capim-pé-de-galinha comporte-se como planta anual nas condições brasileiras é importante que o manejo tenha como propósito não apenas evitar a interferência da planta daninha com a cultura, mas, também, impedir que as plantas produzam sementes e aumente o banco de sementes resistentes no solo.

Nas áreas irrigadas, o maior problema é na cultura de milho para produção de sementes (milho semente). Isto, devido à sensibilidade das linhagens e o crescimento/fechamento desuniforme das plantas, especialmente das linhagens masculinas, em alguns casos. As linhagens de milho para produção de sementes híbridas são mais sensíveis a herbicidas, restando para a maioria delas, apenas atrazina (inibidor do FS II, Grupo C1), que é eficaz para o capim-pé-de-galinha, mas em pré-emergência e dependendo da dosagem aplicada. Somado a esse fato, tem-se o crescimento das plantas que não favorece o pleno fechamento do dossel (controle cultural). Logo, não ocorre o sombreamento e o capim-pé-de-galinha cresce e se multiplica com facilidade nos locais, aumentando o banco de sementes.