

RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS NO BRASIL: HISTÓRICO, DISTRIBUIÇÃO, IMPACTO ECONÔMICO, MANEJO E PREVENÇÃO

Leandro Vargas - Pesquisador Embrapa Trigo leandro.vargas@embrapa.br
Fernando Adegas - Pesquisador Embrapa Soja
Dionísio Gazziero - Pesquisador Embrapa Soja
Décio Karam - Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo
Dirceu Agostinetto - Professor Universidade Federal de Pelotas
Wilton Tavares da Silva - Bolsista Embrapa Milho e Sorgo

INTRODUÇÃO

O uso repetido de herbicidas com mesmo mecanismo de ação para controlar plantas daninhas, em um mesmo ciclo da cultura e continuado durante anos, sem a adoção de práticas de manejo para prevenir a resistência, é a principal causa do surgimento e dispersão de populações resistentes a herbicidas no Brasil. A resistência é a capacidade adquirida por uma planta em sobreviver a dose registrada (dose indicada na bula) de um herbicida que, em condições normais, controla os demais integrantes da mesma população. Assim, para ser considerada resistente a um herbicida, a planta necessita ter histórico de sensibilidade, transmitir hereditariamente a resistência e sobreviver à dose de bula do produto indicada para o controle da espécie. A planta é sensível a um herbicida quando o seu crescimento e desenvolvimen-

to são alterados pela ação do produto, sendo que a resposta final é a morte da planta ou completa supressão do crescimento. Já a tolerância é a capacidade que algumas espécies possuem em sobreviver e se reproduzir após o tratamento herbicida, mesmo sofrendo injúrias. A tolerância pode estar relacionada ao estágio de desenvolvimento e às características morfofisiológicas da espécie, como composição da cutícula que altera a absorção do herbicida. Como exemplos de plantas daninhas tolerantes a herbicidas podem ser citados a poaia (*Richardia brasiliensis*), a corda-de-viola (*Ipomoea* sp.), o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e a trapoeraba (*Commelina benghalensis*), todas tolerantes ao glifosato.

HISTÓRICO E DISTRIBUIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS NO BRASIL

No Brasil, a seleção de espécies tolerantes e resistentes iniciou na década de 70, com o uso repetido do herbicida metribuzin para controle de espécies daninhas dicotiledôneas em lavouras de soja. Contudo, já existia nas lavouras o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), espécie classificada como tolerante ao metribuzin, pois esse herbicida evidenciou baixo nível de controle nos estudos de eficácia realizados antes do lançamento comercial de produtos formulados com metribuzin. Com isso, aplicações repetidas de metribuzin selecionaram populações de leiteiro, tornando essa espécie o primeiro caso concreto de tolerância a herbicidas identificado no Brasil e a principal planta daninha a ser combatida nas lavouras de soja na década de 80.

Em meados da década de 80, foi introduzido no Brasil, para controlar especialmente o leiteiro, o herbicida imazaquin. Esse herbicida é altamente específico possuindo como único mecanismo de ação nas plantas a inibição da enzima ALS (*Aceto Lactato Sintase*), interrompendo a síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. Devido à alta especificidade de ação e considerando que a enzima ALS é reconhecida como passível de mutações frequentes, a evolução de resistência a esse mecanismo é rápida. Com a alta frequência de leiteiro nas lavouras o imazaquin passou a ser utilizado amplamente pelos produtores, sendo que durante mais de dez anos foi o principal

herbicida utilizado em áreas cultivadas com soja, juntamente com a trifluralina (para controlar gramíneas) no Brasil. O uso repetido do imazaquin, associado às características da ALS, resultou na seleção de biótipos de leiteiro e de picão-preto resistentes a esse herbicida. Os biótipos foram identificados inicialmente no Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul no início da década de 90. Atualmente, a área infestada com leiteiro e picão-preto resistentes aos inibidores da ALS no Brasil é superior a 10 milhões de hectares (Figura 1). Além dessas espécies resistentes, o imazaquin também selecionou espécies tolerantes, como, por exemplo, o balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*).

O primeiro caso de resistência no Brasil, envolvendo uma gramínea, ocorreu com papuã (*Brachiaria plantaginea*). Os herbicidas inibidores da enzima ACCase (Acetil Coenzima-A Carboxilase), como clethodim, sethoxydim, entre outros, foram usados amplamente na década de 90 para controlar espécies monocotiledôneas, principalmente o papuã. O uso continuado e repetido desses herbicidas selecionou biótipos de papuã resistentes a esse mecanismo de ação. Dessa forma, os problemas se agravaram e as lavouras, especialmente do Sul do Brasil, apresentavam alta infestação de biótipos de leiteiro, picão-preto e papuã resistentes a herbicidas. A situação foi classificada pelos produtores como insustentável devido às dificuldades de controle, a baixa eficiência dos herbicidas disponíveis e ao alto custo. A solução para este problema ocorreu com a introdução da soja transgênica resistente ao herbicida glifosato, conhecida como soja *Roundup Ready* (soja RR). Esses fatos explicam a aceitação e o motivo da adoção imediata pelos produtores desta tecnologia.

O cultivo da soja RR foi aprovado no Brasil em 2005. Contudo, sua história no país envolve introdução irregular, inicialmente no Rio Grande do Sul, entre os anos 2000 e 2005. Nesses cinco anos, a soja RR foi cultivada sem acompanhamento técnico e definição de práticas de manejo adequadas para proteção dessa tecnologia. O controle de plantas daninhas na cultura da soja passou a ser executado quase que exclusivamente com glifosato. Neste contexto, repetiu-se com o glifosato os mesmos erros cometidos com o metribuzin nas décadas de 1970 e 1980 e com os inibidores da ALS e da ACCase nas décadas de 1980 e 1990. O uso repetido e continuado do glifosato gerou grande pressão de seleção sobre as plantas daninhas, que resultou na seleção de espécies tolerantes, como leiteiro (*Euphorbia heterophylla*),

poaia (*Richardia brasiliensis*), corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), trapoeraba (*Commelina* spp.) e espécies resistentes, como azevém (*Lolium multiflorum*), buva (*Conyza bonariensis*, *C. canadensis*, *C. sumatrensis*) e capim-amargoso (*Digitaria insularis*) (Figuras 2, 3 e 4).

A seleção de azevém resistente ao glifosato, no ano de 2003, criou necessidade do uso de outro mecanismo de ação para controle dessa espécie. Os herbicidas inibidores da ACCase tornaram-se então a principal opção para manejo dessa daninha antes da semeadura das culturas de soja e milho e na pós-emergência da soja. Paralelamente, na cultura do milho e do trigo os herbicidas inibidores da ALS apresentavam-se como solução para controle seletivo de azevém. Novamente em resposta ao uso repetido e continuado de herbicidas com mesmo mecanismo de ação, foram selecionados biótipos de azevém resistentes aos inibidores da ALS em 2010 e da ACCase em 2011. Esses casos representam os primeiros relatos de resistência múltipla (glifosato + ALS e glifosato + ACCase) identificados no Brasil. Estudos indicam que em 2015 a área infestada com azevém resistente ao glifosato é superior a 4 milhões de hectares (Figura 5). Já, a área infestada com azevém resistente aos inibidores da ALS e ACCase é maior que 1200 e 1000 hectares, respectivamente (Figuras 6 e 7).

No Paraná, ocorreu a seleção de buva resistente ao glifosato e inibidores da enzima ALS. Após a identificação de buva resistente ao glifosato, o controle das diferentes espécies de *Conyza* passou a ser realizado, de forma generalizada, com herbicidas inibidores da enzima ALS, especialmente clorimuron, resultando na seleção, em 2011, de biótipos de buva com resistência múltipla ao glifosato + ALS. Ainda no Paraná, foi identificado o primeiro caso de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glifosato, na safra 2007/08. A partir desse primeiro relato de amargoso resistente ao glifosato, outros casos de resistência desta espécie daninha foram comprovados em diversas regiões do Brasil, evidenciando que populações de capim-amargoso resistente ao glifosato disseminaram-se principalmente no Estado do Paraná e nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do país, conforme pode ser observado na Figura 4.

Como alternativa ao glifosato, o controle químico do capim-amargoso pode ser realizado tanto em pré quanto em pós-emergência das plantas. Os herbicidas pré-emergentes são normalmente eficientes para o controle da espécie, mas alguns deles podem sofrer

interferência das características do solo, das condições climáticas e da cobertura morta (palhada). Além disso, as sementes do capim-amargoso germinam praticamente durante todo o ano, dificultando posicionamento temporal de herbicidas pré-emergentes no sistema de manejo da espécie. Os grupos de mecanismo de ação, aos quais estão inseridos os herbicidas pré-emergentes, que controlam com eficiência o capim-amargoso, são os inibidores da divisão celular, os inibidores do fotossistema II, os inibidores da síntese de carotenoides, os inibidores da ALS e os inibidores da Protox.

Para o controle em pós-emergência do capim-amargoso, os herbicidas alternativos ao glifosato pertencem ao grupo dos inibidores da ACCase, dos inibidores da GS, dos inibidores do fotossistema I e dos inibidores da síntese de carotenoides. A maior restrição para essa modalidade de aplicação é o estágio de desenvolvimento das plantas do capim-amargoso no momento do controle, onde o nível de eficiência diminui consideravelmente com o maior desenvolvimento das plantas.

O último caso impactante relacionado à resistência, ocorrido em junho de 2015, foi o relato da introdução de *Amaranthus palmeri* resistente ao glifosato no Brasil. Esta planta daninha, atualmente, é a que causa maior preocupação, considerando a experiência negativa e impactante de manejo nos EUA e Argentina. Atualmente, de forma geral, a área infestada com plantas daninhas resistentes no Brasil é estimada em mais de 20 milhões de hectares (Figura 8).

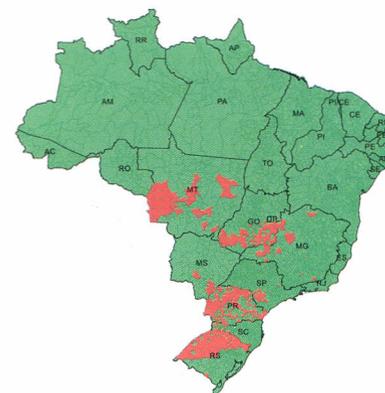


Figura 1 – Região, em vermelho, infestada com *E. heterophylla* e *B. pilosa*, resistentes aos inibidores da ALS no Brasil. Embrapa, 2015



Figura 2 – Região, em vermelho, infestada com *Lolium multiflorum*, resistente ao glifosato no Brasil. Embrapa, 2015

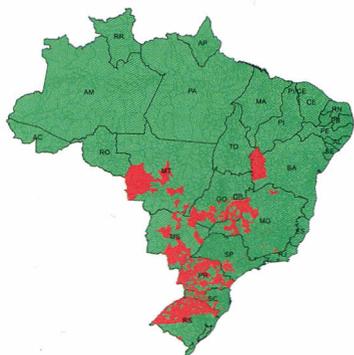


Figura 3 – Região, em vermelho, infestada com *Conyza* spp resistentes ao glifosato no Brasil. Embrapa, 2015

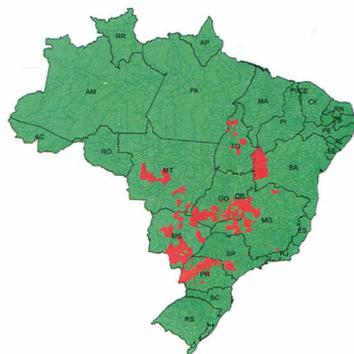


Figura 4 – Região, em vermelho, infestada com *Digitaria insularis*, resistente ao glifosato no Brasil. Embrapa, 2015

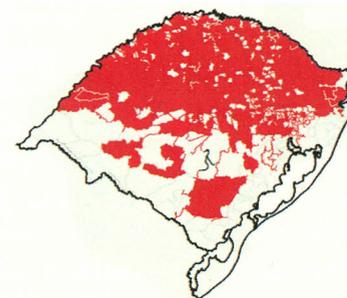


Figura 5 – Região, em vermelho, infestada com azevém (*Lolium multiflorum*), resistente ao glifosato no Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, 2015

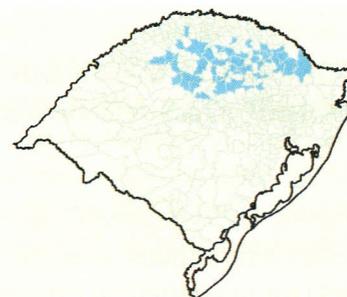


Figura 6 – Região, em azul, infestada com azevém (*Lolium multiflorum*), resistente aos inibidores da ALS no Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, 2015

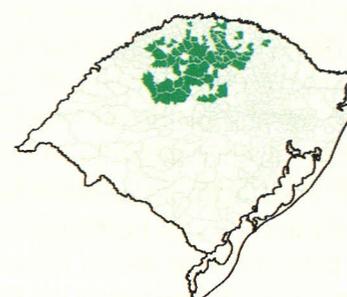


Figura 7 – Região, em verde, infestada com azevém (*Lolium multiflorum*), resistente aos inibidores da ACCase no Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, 2015

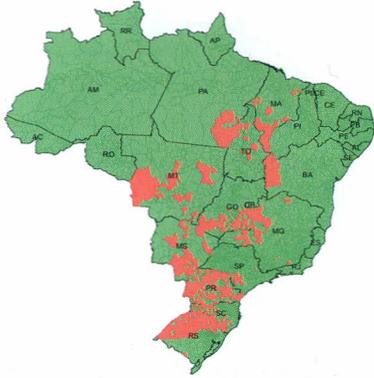


Figura 8 – Região, em vermelho, infestada com plantas daninhas resistentes no Brasil. Embrapa, 2015

IMPACTO ECONÔMICO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS NO BRASIL

Os principais custos da resistência relacionam-se à necessidade do uso de herbicidas alternativos e às perdas de produtividade devido à competição das plantas daninhas resistentes remanescentes na lavoura.

O custo com herbicidas alternativos é variável de acordo com a opção adotada pelo produtor, uma vez que, na maioria das vezes, existe mais do que uma possibilidade de produto para uso no manejo das populações resistentes. Como exemplo, em um cenário de ausência de resistência, o custo de controle poderia ser restrito a uma aplicação de glifosato na dessecação e duas aplicações na pós-emergência, resultando em custo total com herbicida de R\$90,00 (custo de R\$30,00 por aplicação) por hectare, aproximadamente US\$ 32 no ciclo da cultura. Em um cenário de infestação de azevém resistente ao glifosato, haverá a necessidade do uso de um herbicida graminicida alternativo associado ao glifosato para controle dessa invasora. Com isso, o custo do tratamento de dessecação aumenta de R\$30,00 para R\$80,00 (sendo R\$30,00 o custo do glifosato e R\$50,00 o custo do graminicida/adjuvante) e o custo total de controle aumentaria de R\$90,00 para

R\$140,00, ou aproximadamente US\$ 50. Nesse caso ocorre aumento no custo com herbicida de aproximadamente 57%, conforme ilustrado na Figura 9.

Outro cenário prático, para o Sul do Brasil, é a ocorrência de buva e azevém com resistência múltipla na mesma área. Nesse caso as opções restringem-se na dessecação, apenas ao herbicida 2,4-D para controle da buva, e paraquate para o controle do azevém (Tabelas 1, 2 e 3). Já para aplicação pós-emergente seletiva, os herbicidas pré-emergentes flumizyn, trifluralina e atrazina são as opções. O custo total do controle, nesta situação, pode variar entre R\$122,00 e R\$204,00, aproximadamente US\$ 73. Os valores são considerados elevados, ao redor de 129% maiores quando comparado ao cenário de ausência de resistência, conforme Figura 10. Em áreas infestadas com amargoso (*Digitária insularis*), a alternativa de controle passa a ser o uso de graminicidas específicos, principalmente os inibidores da ACCase, tanto em dessecação como em pós-emergência da cultura, podendo ser intercalados na dessecação, com herbicidas de contato, como o paraquate. De maneira geral, tem-se utilizado entre 2 e 4 aplicações de graminicidas, o que aumentaria o custo de controle por hectare em até quatro vezes, ou seja, de R\$ 90,00 (sem resistência) ou US\$ 32, para valores entre R\$ 225,00 e R\$ 350,00, média de US\$ 107, que pode ser observado na Figura 11.

Em um cenário de infestação conjunta de capim-amargoso e buva, o que tem acontecido em regiões do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás, o custo de controle pode ter um acréscimo de até cinco vezes, ou seja, pode chegar ao extremo de R\$ 446,00 por hectare, aproximadamente US\$ 160, conforme ilustrado na Figura 12. Portanto, pode-se afirmar que no Brasil a resistência pode até quintuplicar o custo de controle. Além disso, vale destacar que alguns dos tratamentos herbicidas alternativos mencionados não apresentam alta eficiência de controle, podendo resultar em perdas de produção por competição, diminuindo ainda mais a rentabilidade do produtor.

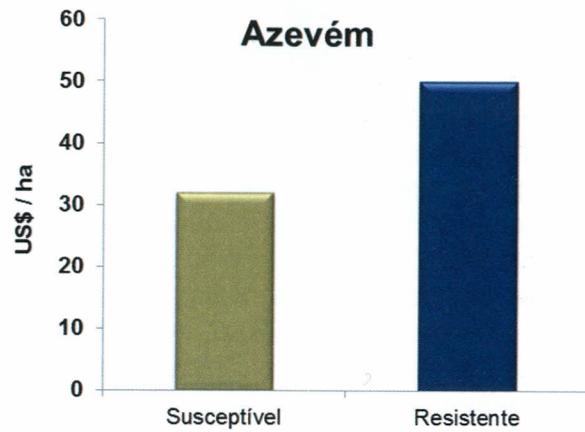


Figura 9 – Estimativa de custo do controle, em dólar, de áreas com população de azevém, susceptível e resistente ao glifosato

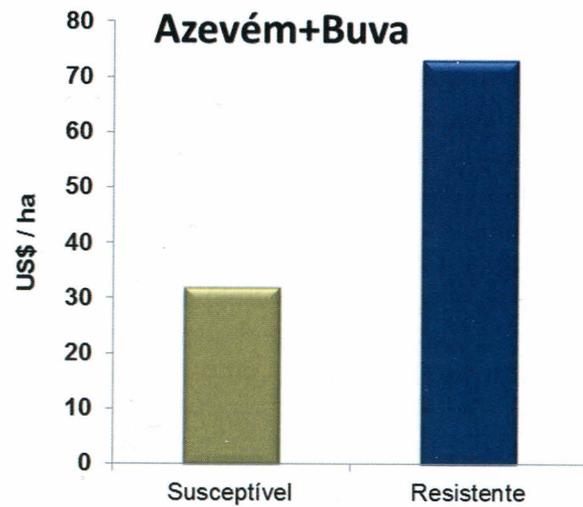


Figura 10 – Estimativa de custo do controle, em dólar, de áreas com população de azevém+buva, susceptível e resistente ao glifosato

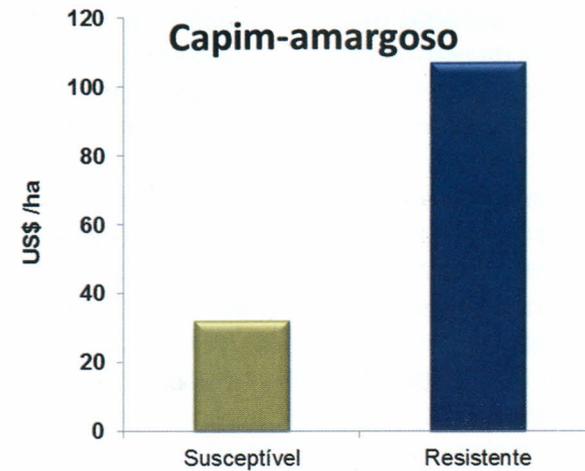


Figura 11 – Estimativa de custo do controle, em dólar, de áreas com população de capim-amargoso, susceptível e resistente ao glifosato

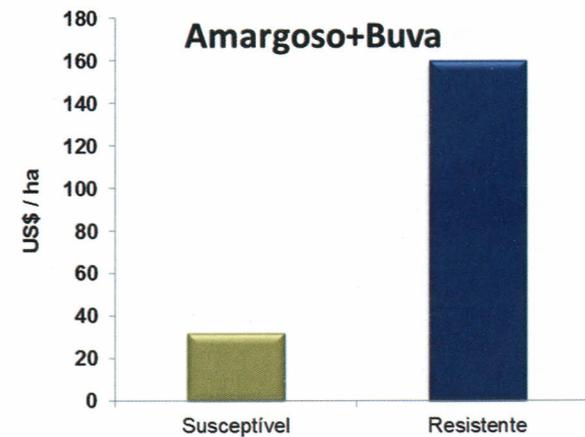


Figura 12 – Estimativa de custo do controle, em dólar, de áreas com população de capim-amargoso+buva, susceptível e resistente ao glifosato

As perdas causadas pela competição são variáveis com a habilidade competitiva da planta daninha e da cultura, o número de plantas por área, o estágio vegetativo das culturas e das plantas daninhas, fertilidade do solo, e disponibilidade de água, entre outros fatores passíveis de competição entre as culturas e as plantas daninhas. Trabalhos realizados por Gazziero *et al.* (2010) indicam que níveis de infestação de buva de 16 a 18 plantas/m², em lavouras de soja, podem causar perdas de rendimento da cultura de 1.174 kg/ha a 1.469 kg/ha, respectivamente, podendo chegar a até 48% do rendimento comparado com a testemunha sem a presença de buva. Além de perdas no rendimento com a presença de plantas daninhas ocorrem prejuízos na qualidade do produto colhido como aumento de impurezas e umidade do grão, que interferem na classificação comercial e custo de secagem, refletindo em menor ganho econômico.

Tabela 1 – Herbicidas graminicidas e totais que controlam azevém resistente e sensível ao glifosato. Embrapa 2015

Mecanismo de Ação	Grupo químico	Ingrediente Ativo	Nome Comum
----- HERBICIDAS GRAMINICIDAS -----			
Inibidores da ACCase	Ariloxifenoxi-propionatos (fop's)	Fluazifop-p	Fusilade
		Haloxifop-r	Verdict R, Gallant
		Propaquizafop	Shogun
		Fenoxaprop	Furore, Podium
		Clodinafop	Topik
	Ciclohexanodionas (dim's)	Clethodim	Select
Inibidores da ALS	Sulfonilureia	Sethoxydim	Poast
		Iodosulfuron	Hussar
	Sulfonamida	pyroxulam	Tricea
----- HERBICIDAS NÃO SELETIVOS -----			
Inibidores do FS I	Bipiridílios	Paraquat	Gramoxone
Inibidores da GS	Ácido fosfinico	Amônio-glufosinato	Finale

ALS: Acetolactato sintase; ACCase: Acetyl-CoA carboxylase; FS I: Fotossistema I; GS: Glutamina sintetase

De forma geral, baseando-se em literatura, avaliações em lavouras comerciais e em relatos de produtores, a buva pode reduzir até 65% do rendimento da soja e o capim amargoso até 50%. Já o azevém pode reduzir a produção de trigo em até 70% e o nabo em até 30%.

Analisando apenas os dois principais Estados produtores de soja do Sul do Brasil, pode-se calcular que o Rio Grande do Sul, considerando-se a área de cultivo da oleaginosa como sendo de 4 milhões de hectares e a indicação que 85% da área apresenta problemas de buva e azevém, os prejuízos advindos da resistência, com a necessidade de uso de herbicidas adicionais, estão entre R\$112 e R\$928 milhões por safra de soja. Adicionando-se a esses valores as perdas de rendimento devido à competição das plantas daninhas com as culturas, estimada entre 10 e 20% da produção, os custos da resistência no Rio Grande do Sul podem ultrapassar R\$4 bilhões, apenas em uma safra da cultura da soja.

No Paraná, com uma área de cultivo de soja ao redor de 5 milhões de hectares e a indicação que 40% dessa área apresenta algum problema de planta daninha resistente, principalmente buva e capim-amargoso, o custo adicional de controle se situa entre R\$ 64 e R\$ 712 milhões, que aumenta quando acrescentadas as perdas pela competição com as plantas daninhas. O custo total da resistência no Paraná pode atingir R\$ 2 bilhões.

Esses custos, obviamente, são suportados pelos produtores e pelo ambiente que recebe maior quantidade de agrotóxicos.

Tabela 2 – Herbicidas que controlam buva resistente e sensível ao glifosato. Embrapa, 2015

Mecanismo de ação	Grupo químico	Ingrediente ativo	Nome comercial
-----CONTROLE NO INVERNO-----			
Inibidor da ALS	Sulfonilureia	iodosulfurom	Hussar
		metsulfuron	Ally
Mimetizador de auxinas	Ácido ariloxialcanoico	2,4-D	Aminol 806, Capri, DMA 806 BR, Herbi D-480
-----NA DESSECAÇÃO PRÉ-SEMEADURA-----			
Inibido do FS I	Bipiridílios	paraquate	Gramoxone
		dicloreto de paraquate + diurom	Gramocil
Inibidor da GS	Homoalanina substituída	amônio-glufosinato	Finale
Inibidor de PROTOX	pyrimidinedione	Saflufenacil	Heat, Kixor
Mimetizador de auxinas	Ácido ariloxialcanoico	2,4-D	Aminol 806, Capri, DMA 806 BR, Herbi D-480, U46 D-Fluid 2,4-D
-----NA PRÉ-EMERGÊNCIA EM SOJA-----			
Inibidor da ALS	Triazolopirimidina	diclosulam	Spider 840 WG
Inibidor de PROTOX	Triazolona	sulfentrazone	Boral 500 SC
	Ftalimidas	flumioxazin	Flumizyn 500
-----NA PÓS-EMERGÊNCIA DA SOJA-----			
Inibidor da ALS	Triazolopirimidina	diclosulam	Spider 840 WG
		cloransulam	Pacto
	Sulfonilureia	clorimuron	Classic

– EPSPs: *enolpyruvylshikimate-3-phosphate* sintase; ALS: Acetolactato sintase; ACCase: Acetyl-CoA carboxylase; FSI: Fotossistema I; GS: Glutamina sintetase, PROTOX: protoporfirinogem oxidase.

– Para definição da dose e da melhor alternativa a ser utilizada, consulte um Eng. Agrônomo.

Tabela 3 – Mecanismos herbicidas com biótipos resistentes e mecanismos alternativos de acordo com o tipo de resistência. Embrapa, 2015

TIPO RESISTÊNCIA/MECANISMO	MECANISMO ALTERNATIVO
EPSPs (glifosato)	ALS, ACCase, FSI, GS
ALS	EPSPs, ACCase, FSI, GS
ACCase	EPSPs, ALS, FSI, GS
EPSPs + ALS	ACCase, FSI, GS
EPSPs + ACCase	ALS, FSI, GS
EPSPs + ALS + ACCase	FSI, GS

EPSPs: *enolpyruvylshikimate-3-phosphate* sintase; ALS: Acetolactato sintase; ACCase: Acetyl-CoA carboxylase; FSI: Fotossistema I; GS: Glutamina sintetase

MANEJO E PREVENÇÃO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS NO BRASIL

Para o futuro as perspectivas são de que as principais culturas (soja, milho, algodão) sejam geneticamente modificadas para resistência a diferentes herbicidas e inclusive ao glifosato. Neste contexto, a sucessão e rotação de culturas resistentes aos herbicidas será uma realidade nas lavouras brasileiras. Existe a necessidade do convencimento do produtor de que o uso contínuo e repetido de culturas resistentes ao glifosato poderá, em poucos anos, inviabilizar o controle de plantas daninhas com uso dessa molécula, devido ao grande número de espécies resistentes. Segundo o cientista e estudioso da área de resistência a herbicida, Dr. Stephen Powles, “a evolução da resistência de populações ao glifosato é uma ameaça iminente em áreas onde há dominância de culturas resistentes ao glifosato, intensa pressão de seleção e baixa diversidade”. Isso indica claramente que outras espécies daninhas resistentes ao glifosato surgirão nos próximos anos. Contudo, quando isso vai ocorrer e quantas serão as espécies está relacionado com a forma de uso do glifosato nas culturas resistentes a esse herbicida. O uso de práticas, para diminuir a pressão de seleção, como

alternância de mecanismos, é importante para proteger e prolongar o período de uso dos herbicidas.

Para evitar o agravamento da seleção de espécies tolerantes e resistentes e para prolongar o tempo de utilização eficiente da tecnologia das culturas resistentes ao glifosato, recomenda-se a adoção das seguintes práticas:

- a) arrancar e destruir plantas suspeitas de resistência;
- b) não usar consecutivamente herbicidas com o mesmo mecanismo de ação em uma área;
- c) fazer rotação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação;
- d) realizar aplicações sequenciais de herbicidas com diferentes mecanismos de ação;
- e) fazer rotação de culturas;
- f) monitorar a população de plantas daninhas e o início do aparecimento da resistência;
- g) evitar que plantas resistentes ou suspeitas produzam sementes;
- h) usar práticas para esgotar o banco de sementes.

MANEJO E CONTROLE DE AZEVÉM COM RESISTÊNCIA MÚLTIPLA

Com o advento da resistência múltipla impõem-se a necessidade de associar e alternar herbicidas com diferentes mecanismos de ação e de acordo com o tipo de resistência presente na área. O azevém com resistência simples ao herbicida glifosato e resistência múltipla ao glifosato+ALS e glifosato+ACCcase exigem indicações diferenciadas de manejo. O azevém é uma espécie de inverno e ocorre simultaneamente nas culturas de inverno como trigo. Os herbicidas disponíveis para controle do azevém em trigo são inibidores da enzima ALS (*iodosulfuron* e o *pyroxsulam*) e inibidor da ACCcase (*clodinafop*), para os quais existem biótipos resistentes. Contudo, não existe relato de resistência aos dois mecanismos na mesma planta de azevém. Assim, deve-se usar inibidor da ALS ou da ACCcase, de acordo com a resistência do azevém (Tabela 1).

O manejo (dessecação) do azevém antes da semeadura da cultura de verão (soja ou milho) deve ser realizado de 15 a 20 dias antes da semeadura, de forma a permitir o controle em tempo suficiente para evitar os efeitos negativos da competição e da alelopatia. No caso de azevém resistente ao glifosato pode-se utilizar na área os herbicidas inibidores da ALS ou da ACCcase (Tabela 1). Já nos casos de resistência múltipla, ou seja, ao glifosato e aos inibidores da ALS, somente os inibidores da ACCcase serão eficientes. Por outro lado, nos casos de resistência múltipla, que envolva o glifosato e os inibidores da ACCcase, somente os inibidores da ALS serão eficientes. Na dessecação de azevém podem ser utilizados herbicidas de contato como, por exemplo, paraquate e glufosinato, atentando-se para o estágio vegetativo, pois esses herbicidas controlam eficientemente plantas jovens de azevém, preferencialmente ainda não perfilhadas. Vale salientar que mesmo utilizando-se um graminicida para controle do azevém na pré-semeadura (dessecação), a necessidade de utilização de glifosato para controlar as espécies dicotiledôneas (folhas largas) permanece.

Assim, a resistência do azevém aos herbicidas glifosato, glifosato associado a um inibidor da ALS ou da ACCcase faz com que os produtores necessitem acrescentar mais um herbicida na lista de aplicações ou a alterar o manejo da vegetação nestas áreas, utilizando métodos de manejo e controle, muitas vezes menos eficientes e com maior custo de implantação. Esses fatos ilustram o custo da resistência para o produtor.

MANEJO E CONTROLE DE BUVA COM RESISTÊNCIA MÚLTIPLA

A buva é uma espécie anual, nativa da América do Sul, e uma planta chega a produzir mais de 200 mil sementes. As sementes da buva germinam durante o outono/inverno, as plantas desenvolvem-se durante a primavera/verão e encerram o ciclo no outono. A germinação é aumentada na presença da luz e em condições de campo as sementes só germinam se estiverem próximas da superfície do solo. A baixa dormência faz com que ocorram vários fluxos germinativos, dependendo das condições de clima.

O glifosato vem sendo usado na dessecação pré-semeadura de culturas, com controle eficiente da buva em diferentes estádios de desenvolvimento, há mais de 20 anos. Contudo, o surgimento de biótipos de buva resistentes ao glifosato inviabilizou o uso desse herbicida como única forma de controle. As recomendações de controle da buva são no sentido de que as áreas sejam manejadas de forma que os biótipos resistentes não produzam sementes evitando abastecimento do banco de sementes. O uso de controle manual, aplicações localizadas de herbicidas e a instalação de culturas para cobertura do solo são alternativas importantes. O cultivo da área com trigo, centeio ou aveia diminui o número de plantas de buva quando comparado com áreas não cultivadas, deixadas em pousio. A implantação de culturas que permitam a colheita de grãos, como trigo ou espécies que possam ser utilizadas somente para cobertura do solo, como aveia, ervilhaca ou nabo forrageiro, entre outras, são boas alternativas. A *Brachiaria ruziziensis* também é uma boa opção para regiões mais quentes como Paraná ou Brasil Central, e o seu uso pode ser feito no sistema lavoura-pecuária, junto com o milho safrinha ou mesmo apenas para ocupação de área e formação de cobertura morta.

O controle dos biótipos resistentes, com herbicidas, é mais eficiente quando realizado durante o inverno, já que a buva é mais sensível a esses produtos em estádios iniciais de desenvolvimento. O controle da buva tem sido obtido com 2,4-D ou clorimurum associados ao glifosato (Tabela 2). As aplicações sequenciais têm apresentado excelente resultado. Nesse caso, a primeira aplicação é realizada com glifosato associado ao 2,4-D ou ao clorimurum e após 10 a 15 dias realiza-se a aplicação de paraquate, ou paraquate+diurom, ou amônio-glufosinato, ou saflufenacil, sendo que a semeadura deve ocorrer um a dois dias depois dessa aplicação (Tabela 2). Aplicações sequenciais usando somente produtos de contato como amônio-glufosinato, ou paraquate + diurom apresentam alta eficiência, desde que usados em plantas pequenas. Nestes casos, pode ser usado o mesmo produto na primeira e na segunda aplicação ou alternar produtos.

O uso de herbicidas pré-emergentes como o flumioxazin, o diclosulam e o sulfentrazone (Tabela 2), apresentam controle de buva proveniente do banco de sementes do solo. Esses herbicidas, quando utilizados na pré-emergência da soja (semear/aplicar ou aplicar/semear), proporcionam controle residual de 20 dias ou mais, dependendo

das condições de solo e clima. Na pós-emergência da soja, o clorimurum e o cloransulam são as alternativas com eficiência intermediária (abaixo de 80% de controle) e podem resultar em fitotoxicidade na soja, dependente da dose herbicida e do adjuvante utilizado.

De forma geral, o manejo dos biótipos resistentes, tanto azevém como a buva, deve ser feito antes da implantação da cultura (por permitir uso de herbicidas não seletivos), com uso de herbicidas com mecanismos alternativos, não repetindo mecanismos de ação em um mesmo ano (Tabela 3), evitando uso dos produtos para os quais os biótipos possuem resistência.

MANEJO E CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO RESISTENTE AO GLIFOSATO

O capim-amargoso (*Digitaria insularis*) é uma gramínea perene adaptada a diferentes ambientes agrícolas. A reprodução é realizada por sementes e pequenos rizomas, com a formação de touceiras. Resultados de pesquisa (GAZZIERO *et. al.*, 2015) mostraram que a competição do capim-amargoso com a soja reduziu a produtividade da cultura de 3392 kg ha⁻¹ para 1885 kg ha⁻¹, na presença 4 a 8 plantas m⁻², ou seja, perdas equivalentes a 44% ou (25 sacos por hectare).

Esta planta daninha pode ser controlada antes da emergência da soja, através da aplicação de herbicidas pré-emergentes como a trifluralina e o metolachlor. Na pós-emergência, esta infestante tem maior sensibilidade para ser controlada quando estiver com até 3 a 4 perfilhos. Nesta situação, o controle pode ser feito com o uso da maioria de graminicidas pós-emergentes (inibidores da ACCase), nas doses normais de bula.

O grande desafio que os agricultores enfrentam é o manejo das plantas adultas, quando já estão entouceiradas. Nestas condições, as aplicações de graminicidas inibidores da ACCase, nas doses de bula, não têm apresentado controle satisfatório, com ocorrência de rebrotes. Resultados de pesquisas têm indicado a necessidade de doses superiores às utilizadas em pós-emergência da cultura, observando-se que nem todos os produtos herbicidas desse grupo encontram-se registrados ou cadastrados nos estados para essa modalidade

de aplicação. Uma segunda aplicação ou até mesmo uma terceira aplicação poderão ser necessárias. Ou seja, normalmente não se consegue eliminar plantas adultas resistentes ao glifosato com aplicação única, sendo importante o planejamento de aplicações sequenciais. Caso no planejamento de controle esteja prevista uma aplicação em pós-emergência da cultura, não se pode em hipótese nenhuma utilizar dose superior à prevista em rótulo, que é menor do que a registrada para uso na entressafra.

Algumas práticas ajudam, no controle do capim-amargoso, como não deixar áreas em pousio. A palhada das culturas de entressafra, especialmente as de trigo e aveia no Sul e as braquiárias no Centro-Oeste, tem proporcionado resultados importantes. A aplicação de herbicidas em plantas roçadas mecanicamente ou pela barra de corte da colhedora de soja só deve ser feita quando as plantas apresentarem bom desenvolvimento vegetativo, com rebrota de aproximadamente 30 cm de altura, e em condições climáticas adequadas. A altura de roçagem deve ser preferencialmente em torno de 10 cm. O controle em áreas infestadas conjuntamente com buva e capim-amargoso pode envolver o uso de latifolicidas (como o 2,4-D) e graminicidas. Dependendo das condições de trabalho, clima, idade da planta, tamanho das touceiras e dose dos produtos, essa combinação pode resultar em problemas de incompatibilidade e a redução da eficiência dos graminicidas (inibidores da ACCase). Quanto ao uso de glifosato nos programas de controle do capim-amargoso, é importante a utilização da dose recomendada no rótulo.

REFERÊNCIAS

GAZZIERO, D. L. P. *et al.* Interferência da buva em áreas cultivadas com soja. **In:** XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Centro de Convenções, Ribeirão Preto, SP, 2010.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; FORNAROLLI, D. A.; LÓPES OVEJERO, R. F. **Capim-amargoso resistente ao glifosato**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 1 folder

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 05 jul. 2015.

POWLES, S. B. Evolved glifosato-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. **Pest Management Science**, v. 64, p. 360-365, 2008.