

SELEÇÃO DE PLANTAS DANINHAS TOLERANTES E RESISTENTES AO GLYPHOSATE

Leandro Vargas¹, Dionisio Gazziero²

¹Eng.-Agr^o., D. S., Pesquisador da Embrapa Trigo. Caixa Postal 451. Passo Fundo, RS.

vargas@cnpt.embrapa.br

²Eng.-Agr^o., D. S., Pesquisador da Embrapa Soja. gazziero@cnpso.embrapa.br

Introdução

A tecnologia da soja transgênica, que permite o uso do glyphosate em pós-emergência da soja sem afetar a cultura, significou para os produtores a oportunidade de controlar as plantas daninhas de forma fácil, eficiente e com relativo baixo custo. Existem alguns casos em que o custo com herbicida foi reduzido em mais de 70%, viabilizando o cultivo da soja em alguns anos como em 2005. Para a comunidade científica, essa tecnologia apresentou-se como uma importante alternativa para incrementar o manejo das plantas daninhas, principalmente de espécies resistentes aos inibidores da ALS, como o leiteiro e o picão-preto resistentes ao imazaquin (Scepter), já que o glyphosate possui mecanismo de ação diferente daqueles que vinham sendo utilizados para controlar as plantas daninhas seletivamente na cultura da soja. Dessa forma, a tecnologia da soja transgênica foi aceita e recomendada pela comunidade científica e adotada rapidamente pelos produtores. Entretanto, tanto os produtores como os técnicos foram surpreendidos com a rápida seleção de espécies daninhas em resposta ao uso repetido do glyphosate. Essa situação não foi prevista já que o modo de ação do glyphosate é considerado de baixo risco para seleção de espécies tolerantes e/ou resistentes e não houve monitoramento, devido a forma com que a tecnologia foi introduzida no mercado, ou seja, enquanto muitas lavouras eram conduzidas com soja transgênicas no Rio Grande do Sul os órgãos de pesquisa aguardavam a liberação oficial para poder iniciar as pesquisas. Isso provocou dissonância entre a pesquisa e a realidade nas lavouras.

Uma visão global indica que, apesar dos argumentos e da classificação do glyphosate como um produto de baixo risco para seleção de espécies daninhas resistentes, hoje já existem 12 dessas espécies resistentes a esse herbicida no mundo, com oito delas identificadas nos últimos quatro anos. O primeiro caso ocorreu com azevém (*Lolium rigidum*) na Austrália, em 1996, e depois surgiram diversos outros casos de biótipos resistentes como *capim-pé-de-galinha* (*Eleusine indica*), *carurú* (*Amaranthus palmeri*; *Amaranthus rudis*), *losna* (*Ambrosia artemisiifolia*), *buva* (*Conyza canadensis* e *Conyza Bonariensis*), *azevém* (*Lolium multiflorum*), *sorgo-de-alepo* (*Sorghum alepense*) e *tanchagem* (*Plantago lanceolata*). Dentre as espécies que manifestaram resistência ao glyphosate, a *buva* (*Conyza canadensis*) apresenta

grande importância em algumas regiões do mundo, como nos Estados Unidos, onde o biótipo resistente ocorre em grande parte do chamado “cinturão do milho”, e também no Brasil, onde a resistência ao glyphosate já foi confirmada tanto em populações de *Conyza bonariensis* como de *Conyza canadensis*. Sabe-se que a buva aparece com grande frequência na maioria das regiões de soja e milho em nosso país, o que aumenta ainda mais a preocupação em relação a este problema.

No Brasil o glyphosate vem sendo utilizado há mais de 30 anos pelos agricultores, principalmente no plantio direto, e em pomares para controle da vegetação na linha das culturas. A tecnologia da soja resistente ao glyphosate fez com que o uso desse herbicida fosse ampliado. Atualmente, são realizadas de duas a três aplicações de glyphosate por ciclo da soja (uma antes da semeadura e uma ou duas após na emergência da soja). Além disso, essa tecnologia permitiu reduzir ou eliminar a necessidade da aplicação de outros herbicidas, para o manejo de diferentes espécies de plantas daninhas o que contribui para o aumento da pressão de seleção e aparecimento de biótipos resistentes.

A seleção de espécies tolerantes e/ou resistentes não é novidade e já aconteceu na agricultura do Rio Grande do Sul. Serve como exemplo de seleção de espécie tolerante o caso do herbicida metribuzin (nome comercial Sencor; Lexone), muito usado na década de 80. Como esse herbicida não apresenta controle satisfatório do leiteiro, selecionou esta espécie nas lavouras onde era utilizado. Na década de 80, era essa a principal planta daninha a ser eliminada nas lavouras. O problema com o leiteiro foi resolvido quando foi lançado no mercado da soja uma nova molécula herbicida, chamada imazaquin (nome comercial Scepter). O imazaquin foi então utilizado amplamente pelo produtores, sendo durante vários anos o herbicida mais utilizado em áreas cultivadas com soja. Entretanto, o uso repetido do imazaquin resultou, em meados da década de 90, no surgimento das primeiras espécies daninhas resistentes identificadas no Brasil, o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e o picão-preto (*Bidens pilosa*). Além dessas e de outras espécies resistentes identificadas, o imazaquin também selecionou plantas tolerantes, como o balãozinho (*Cardiospermum halicacabum*).

A experiência vivida com os herbicidas metribuzin e imazaquin apresenta características semelhantes ao que está acontecendo com o glyphosate, ou seja, os aspectos sobre a dinâmica de populações das plantas daninhas e a possibilidade da seleção de espécies tolerantes e/ou resistentes não foram considerados. A seleção de espécies daninhas resistente inviabilizou o uso do imazaquin em diversas lavouras.

Sabe-se que os herbicidas provocam mudanças no tipo e proporção de espécies de plantas daninhas que compõem a população da lavoura. Isso se explica pelo fato do herbicida não controlar igualmente as espécies existentes na área, com isso algumas acabam sendo beneficiadas e se multiplicam. Nessas situações, plantas de baixa ocorrência na área podem se tornar um grave problema para o produtor. Dessa forma, deve-se evitar o uso contínuo e repetido do mesmo herbicida, ou de herbicidas com mesmo mecanismo de ação, do contrário a seleção de

espécies resistentes e/ou tolerantes é inevitável e apenas uma questão de tempo. O tempo para seleção de espécies tolerantes e/ou resistentes varia de dois anos (caso dos herbicidas inibidores da ALS) a até mais de 20 anos (caso do glyphosate), mas o importante é que vai acontecer.

O número de plantas daninhas resistentes ao glyphosate está aumentando rapidamente em áreas cultivadas com soja transgênica em países como os Estados Unidos. No Brasil, foram identificadas três espécies resistentes (buva, azevém e capim-amargoso) e quatro tolerantes (leiteiro, corriola, trapoeraba e poaia) e a identificação de outras espécies dependerá do modo que o glyphosate será utilizado nos próximos anos.

Situação atual no Rio Grande do Sul

A soja transgênica está presente em praticamente toda a área cultivada com soja no Rio Grande do Sul. O glyphosate é usado de forma repetida (antes da semeadura e na pós-emergência da soja) e, com raras exceções, como único produto e método de controle, impondo grande pressão de seleção de espécies tolerantes e/ou resistentes. O resultado é evidente em diversas lavouras havendo seleção das plantas daninhas tolerantes como a corda-de-viola (*Ipomoea* sp.), o leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), a poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) e a trapoeraba (*Commelina* sp.), e seleção de espécies resistentes como o azevém e a buva. Os dois primeiros casos de resistência ao glyphosate no Brasil foram identificados no Rio Grande do Sul (azevém em 2003 e buva em 2005). Casos de biótipos de buva e azevém resistentes ao glyphosate também foram identificados no Paraná assim como de buva no estado de São Paulo. O uso continuado e repetido é considerado a principal causa para seleção de espécies tolerantes e/ou resistentes.

A Embrapa Trigo, a Fundacep e a Universidade de Passo Fundo estão monitorando os casos de resistência e tolerância que ocorrem no Rio Grande do Sul. Na safra de soja de 2006/2007 foram avaliados na Embrapa Trigo 39 casos de suspeita de resistência, sendo 19 casos de suspeita de resistência em leiteiro; 5 casos de suspeita em buva e 15 casos de suspeita em azevém. Todas as amostras (casos) de azevém e buva foram positivos para resistência, ou seja, as amostras enviadas para teste eram de plantas resistentes ao glyphosate. Já os testes com leiteiro foram todos negativos, indicando que os casos avaliados se tratavam de falhas de controle e não resistência.

O impacto da seleção de espécies está, principalmente, no custo de produção, já que o produtor terá que utilizar outros herbicidas na área, normalmente com custo superior ao do glyphosate e com menor eficiência, resultando em maior gasto com herbicida, menor controle e perdas na produção. Assim, o produtor que desejar usar a tecnologia da soja transgênica por maior tempo deverá adotar medidas de prevenção e controle de plantas daninhas tolerantes e resistentes.

Situação atual no Paraná e Região Central do Brasil

O histórico das áreas de produção da “soja RR”, resistente ao glyphosate, no estado do Paraná é um pouco mais recente do que as do Rio Grande do Sul. Mas, os problemas com plantas daninhas resistentes são semelhantes. O mesmo histórico de uso continuado dos herbicidas metribuzim e imazaquin, também resultou na seleção de biótipos tolerantes e resistentes. Da mesma forma que o uso continuado de graminicidas inibidores da ACCase resultou na seleção de espécies resistentes aos produtos com este mecanismo de ação. A resistência das plantas daninhas aos herbicidas da soja convencional cresceu rapidamente não só pelo uso continuado dos mesmos produtos, mas também devido a outros fatores que devem ser destacados dada a importância. Assim como no Rio Grande do Sul, no Paraná, a maioria das propriedades são pequenas e utilizam máquinas alugadas, o que contribuiu para a disseminação. Parte do estado tem inverno relativamente quente e com distribuição de chuva no período, permitindo que algumas espécies, como picão-preto e amendoim-bravo, tenham até 3 ou 4 gerações por ano. Adicionalmente, no final dos anos 90 o milho safrinha passou a ser cultivado com grande frequência e como era considerada uma cultura de risco, pelo menos 80% das áreas não utilizavam herbicidas. O restante utilizava dose abaixo da recomendada. Isto contribuiu para o rápido aumento do banco de sementes, e tornou difícil o controle no verão seguinte, assim como acontece nas áreas deixadas em pousio. O problema se agravou com o tempo, e a pressão do banco de sementes associado aos problemas com plantas resistentes estimulou o cultivo da soja RR. Uma das grandes preocupações com essa tecnologia era a seleção de plantas tolerantes ao glyphosate, como a trapoeraba e a corda-de-viola. Porém, a resistência de plantas daninhas a esse herbicida acabou sendo um dos fatores mais preocupantes. Inicialmente foram identificados biótipos de azevém resistentes ao glyphosate na região central do estado, que possui clima semelhante ao do Rio Grande do Sul. Mais tarde surgiram biótipos de buva resistentes na região oeste do estado, cujo clima é mais ameno, e recentemente foram identificados biótipos de capim-amargoso também resistente ao glyphosate, na mesma região. Nos três casos, trata-se de espécies que vegetam antes do cultivo da soja, mas se não forem bem controladas podem se tornar um problema também para a cultura. Tanto a buva como o amargoso, possuem sementes pequenas facilmente carregadas pelo vento, o que pode facilitar a rápida disseminação.

No Brasil Central ainda não foram oficializados casos de resistência de plantas daninhas resistentes ao glyphosate, mas sabe-se que buva e capim-amargoso compõem a lista das espécies mais importantes da região, o que no mínimo serve como um alerta para justificar a adoção de técnicas que envolvem a prevenção e o controle de plantas resistentes.

O que fazer?

A maior motivação para adoção de práticas de prevenção e manejo da resistência por parte do produtor resulta da resposta da seguinte pergunta: Na impossibilidade de uso do glyphosate qual herbicida será utilizado? Seja qual for a resposta, o mais provável é que será um herbicida menos eficiente, com maior custo e maior impacto ambiental.

A decisão está nas “mãos” do produtor. Porém, cabe a assistência técnica apresentar alternativas de manejo para que o produtor decida levando em consideração as suas preferências. Contudo, é importante salientar que para evitar o agravamento da seleção de espécies tolerantes e/ou resistentes, e prolongar o tempo de utilização eficiente da tecnologia das culturas resistentes ao glyphosate, o produtor deve adotar medidas de manejo para prevenir a seleção de espécies resistentes e/ou tolerantes, pois o custo para combater é maior. Dentre várias práticas de manejo as principais indicadas são:

a) Não usar mais do que duas vezes herbicidas com o mesmo mecanismo de ação na mesma área.

Em casos onde a seleção de espécies resistentes e/ou tolerantes ocorrer, deve ser implantado um sistema de rotação de mecanismos de ação herbicida, eficazes sobre as espécies problema.

b) Monitorar e destruir plantas suspeitas de resistência.

Após a aplicação do herbicida as plantas que sobreviverem devem ser arrancadas, capinadas, roçadas, ou seja, controladas de alguma forma evitando que essas plantas produzam sementes e se disseminem na área.

c) Fazer rotação de culturas.

A rotação de culturas oportuniza a utilização de um número maior de mecanismos de ação herbicidas.

Manejo e controle das espécies resistentes ao glyphosate

O primeiro caso de resistência ao glyphosate no Brasil foi o do azevém, identificado em Vacaria-RS. Posteriormente, outros casos de azevém resistente foram confirmados nos municípios gaúchos de Lagoa Vermelha, Capão Bonito, Sananduva, Ciríaco, Tapejara, Bento Gonçalves, Caxias, Flores da Cunha, Marau, Passo Fundo, Carazinho, Ernestina, Tio Hugo, Tapera, Espumoso, Ibirubá e Tupanciretã, evidenciando que a dispersão está ocorrendo rapidamente no Rio Grande do Sul. Também foi identificado azevém resistente ao glyphosate em São Joaquim, em Santa Catarina. No caso do azevém, o trânsito de animais e o comércio de sementes são considerados os principais fatores que favorecem a dispersão a longas distâncias.

São muitos os casos de falhas no controle do azevém antes da semeadura do

milho e da soja. O controle dos biótipos de azevém resistentes ao glyphosate, de forma geral, é obtido com uso dos herbicidas graminicidas “fops” e “dims” (Tabela 1). Na cultura do milho, as triazinas e o nicosulfuron, entre outros, são boas alternativas de controle do azevém. É importante o planejamento do controle antes da semeadura (15 a 20 dias antes da semeadura da soja) de forma a permitir o controle do azevém em tempo suficiente para evitar os efeitos negativos da competição e da alelopatia sobre a cultura. Além disso, em caso de uso de graminicidas, deve-se levar em consideração que alguns deles possuem efeito residual e podem afetar culturas como o milho, o trigo e a cevada.

A identificação de capim-amargoso resistente ao glyphosate é recente e os estudos das instituições de oficiais de pesquisa estão em fase de execução. Porém, a experiência tem mostrado que alguns graminicidas pos-emergentes inibidores da ACCase são eficientes no controle desta espécie.

Tabela 1 - Herbicidas graminicidas e não-seletivos que controlam azevém resistente e sensível ao glyphosate.

Mecanismo de Ação	Grupo químico	Ingrediente Ativo	Nome Comum
-----HEBICIDAS GRAMINICIDAS -----			
Inibidores da ACCase	Ariloxifenoxi- propionatos (fop's)	Fluazifop-p	Fusilade
		Haloxifyop-r	Verdict R, Gallant
		Propaquizafop	Shogun
		Fenoxaprop	Furore, Podium
		Diclofop	Iloxan
	Ciclohexanodionas (dim's)	Clethodim	Select
		Sethoxydim	Poast
-----HEBICIDAS NÃO SELETIVOS -----			
Inibidores do FS I	Bipiridílios	Paraquat	Gramoxone
Inibidores da GS	Ácido fosfínico	Amônio-glufosinato	Finale

As recomendações de manejo de buva são no sentido de evitar que os biótipos resistentes produzam sementes. A buva é uma espécie anual e uma planta chega a produzir mais de 200 mil sementes.

O controle manual, aplicações localizadas de herbicidas e a instalação de culturas para cobertura do solo no inverno são algumas alternativas. A pesquisa evidencia que o controle dos biótipos resistentes é mais eficiente quando realizado durante o inverno, já que a buva é mais sensível aos herbicidas em estádios iniciais de desenvolvimento. Na Tabela 2 constam herbicidas utilizados para controle de buva no inverno, na dessecação

pré-semeadura e na pós-emergência.

Tabela 2- Herbicidas que controlam buva resistente e sensível ao glyphosate.

Mecanismo de Ação	Grupo químico	Ingrediente Ativo	Nome Comum
-----CONTROLE NO INVERNO-----			
Inibidor da ALS	Sulfoniluréia	Iodosulfuron - methyl	Hussar
		Metsulfuron - methyl	Ally
Mimetizador de auxinas	Ácido ariloxialcanóico	2,4-D	Aminol 806, Capri, DMA 806 BR, Herbi D-480, U46 D-Fluid 2,4-D
----- NA DESSECAÇÃO PRÉ-SEMEADURA -----			
Inibidores do FS I	Bipiridílios	Diquat	Reglone
		Paraquat	Gramoxone
		Paraquat + Diuron	Gramocil
Inibidores da GS	Ácido fosfínico	Amônio-glufosinato	Finale
Mimetizador de auxinas	Ácido ariloxialcanóico	2,4-D	Aminol 806, Capri, DMA 806 BR, Herbi D-480, U46 D-Fluid 2,4-D
----- PRÉ-EMERGÊNCIA EM SOJA -----			
Inibidor da ALS	Sulfonanilidas	diclosulam	Spider 840 WG
Inibidor de PROTOX	Triazolinona	sulfentrazone	Boral 500 SC
-----NA PÓS-EMERGÊNCIA DA SOJA -----			
Inibidor da ALS	Sulfoniluréia	Chlorimuron-ethyl	Classic, clorimuron Master Nortox, Conquest, Smart, Twister
	Sulfonanilidas	cloransulam-methyl	Pacto

- Para definição da dose consulte um Eng. Agrônomo.
- A utilização de aplicações sequenciais com o segundo herbicida sendo o paraquat ou paraquat + diuron tem proporcionado controle eficiente.

Cabe salientar que o herbicida metsulfuron-metill apresenta residual no solo que deve ser considerado antes da semeadura de culturas sucessivas. A recomendação é que esse herbicida seja aplicado 60 dias antes da semeadura do milho ou da soja. Na dessecação, pré-semeadura do milho ou da soja, geralmente as plantas de buva estão em estádios avançados de desenvolvimento e apresentam maior tolerância aos herbicidas. Nesse caso, o controle eficiente da buva tem sido obtido com 2,4-D (1,5 a 2,0 L ha⁻¹ de produto comercial) e chlorimuron (60 a 80 g ha⁻¹ de produto comercial) associados ao glyphosate (3 L ha⁻¹ de produto comercial formulação 36% de equivalente ácido) (Tabela 2). As aplicações sequenciais têm apresentado excelentes resultados. Nesse caso, o glyphosate associado ao 2,4 D ou ao chlorimuron é aplicado 15 a 20 dias

antes da segunda aplicação. A segunda aplicação, utilizando-se paraquat ($2,0 \text{ L ha}^{-1}$ de produto comercial) ou paraquat + diuron ($1,5$ a $2,0 \text{ L ha}^{-1}$ de produto comercial), deverá ser realizada 1 a 2 dias antes da semeadura (Tabela 2). Aplicação seqüencial de amônio-glufosinato, paraquat ou de paraquat + diuron também apresentam alta eficiência.

O uso de herbicidas pré-emergentes, como o sulfentrazone (Boral) e o diclosulam (Spider) são alternativas eficientes para manejo das plantas daninhas. Esses herbicidas quando utilizados na pré-emergência da soja (semear/aplicar e aplicar/semear) de forma geral apresentam controle eficiente das espécies tolerantes e/ou resistentes ao glyphosate provenientes do banco de sementes do solo.

A tecnologia da “soja RR” possibilita o uso de um produto eficiente e é uma importante alternativa para o manejo de plantas daninhas. Mas, como qualquer outro herbicida, o glyphosate deve ser utilizado com base nas recomendações que permitam evitar a manifestação de biótipos daninhas resistentes.