

Capítulo 21

Resistência das plantas daninhas

GAZZIERO, D.L.P.¹; KARAM, D.⁴; ADEGAS, F.S.¹;
VARGAS, L.³; VOLL, E.¹

INTRODUÇÃO

Não é difícil constatar que existe relação direta entre o crescimento das áreas cultivadas com milho e soja no Brasil, o aumento no uso de herbicidas e os problemas com as plantas daninhas. Apesar do aumento do controle químico a interferência das plantas infestantes não tem diminuído. A aplicação de herbicidas tem sido uma prática adotada pelos produtores em substituição ao arado e a grade, o que viabilizou a expansão do plantio direto (GAZZIERO et al., 2009). Desde a década de 1970, quando se iniciou o grande desenvolvimento da agricultura no Brasil, várias espécies de plantas daninhas foram selecionadas devido a aplicação contínua de herbicidas. Algumas espécies como amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), picão-preto (*Bidens* spp.) buva (*Conyza* spp.) e capim amargoso (*Digitaria insularis*) tornaram-se importantes nas populações de plantas daninhas, enquanto outras como capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e carrapicho rasteiro (*Acanthospermum australe*), tornaram-se menos problemáticas. A seleção de espécies tolerantes foi o primeiro processo constatado, e mais tarde a seleção de biótipos resistentes aos herbicidas. Primeiro na soja convencional através dos herbicidas chamados de convencionais, depois no milho e mais tarde através do glifosato. A dinâmica das plantas daninhas ocorre em função das práticas de manejo adotado nas áreas de produção (TECNOLOGIAS..., 2011). A seleção de espécies resistentes está associada a mudanças genéticas na população e ao uso intensivo desses produtos que as selecionam. Portanto, torna-se de fundamental importância a rotação dos mecanismos de ação dos herbicidas utilizados nas áreas de produção.

Em mais de quatro décadas da evolução da indústria agroquímica houve um avanço nas moléculas herbicidas comercializadas. Contudo, os problemas com as plantas daninhas resistentes e mesmo as sensíveis são recorrentes. Nas áreas de produção é comum encontrar, propriedades completamente livres de plantas daninhas ao lado de outras completamente infestadas por estas. Isto é uma indicação de que, embora seja um problema de difícil solução, o manejo das plantas daninhas é uma ação passível de sucesso pelo agricultor.

¹ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Soja; gazziero@cnpso.embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; decio.karam@embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Trigo; vargas@cnpt.embrapa.br

Entretanto quando o manejo destas plantas não é realizado de forma adequada o problema se agrava e conseqüentemente o custo da produção se eleva. Um dos pontos a ser destacado no manejo de plantas daninhas é o conhecimento do banco de sementes visto que está diretamente ligado a reinfestação das áreas de produção.

RESISTÊNCIA

A resistência de plantas daninhas foi primeiramente relatada em 1957 com seleção de plantas de *Commelina diffusa* (trapoeraba) infestantes na cultura da cana de açúcar no Havaí, através do herbicida 2,4D. A partir desta observação, novos casos de resistência foram reportados sendo que, mundialmente existem 433 biótipos incluídos em 236 espécies presentes em 82 culturas e 65 países. Os primeiros casos de resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil, data da década de 80 com a espécie *Euphorbia heterophylla* resistente aos inibidores da enzima acetolactate synthase (ALS). Atualmente já são conhecidas 25 espécies de diversas famílias botânicas com resistência a diferentes herbicidas registrados para uso agrícola no país (HEAP, 2014).

A introdução de moléculas herbicidas no mercado consumidor com diferentes mecanismos de ação (**Tabela 1**) sofreu uma estagnação a partir de meados da década de 80, coerente este fato com a introdução do primeiro cultivar geneticamente modificado com tolerância ao herbicida glifosato.

Tabela 1 - Ano de introdução dos diferentes mecanismos de ação de herbicidas

Mecanismos de ação dos herbicidas	Ano da introdução no mercado
mimetizadores da auxina (auxinas)	1946
inibidores da fotossíntese no fotossistema II - ureias, amidas	1952
inibidores da fotossíntese no fotossistema II - triazinas	1953
inibidores da síntese de lipídios diferentes de inibidores da ACCase - tiocarbamatos (FS I)	1954
inibidores da síntese de carotenóides (alvo desconhecido) - triazoles (FS II)	1955
inibidores da divisão celular - cloroacetamidas (FS II)	1956
inibidores da mitose – carbamatos	1959
inibidores da formação de microtúbulos - dinitroanilidas	1960
inibidores da fotossíntese no fotossistema I - bupiridíliuns	1962
inibidores da fotossíntese no fotossistema II - nitrilas, benzotiadiazinonas	1964
inibidores da enzima protoporfirinogenio oxidase (PROTOX)	1966
inibidores da enzima enol-piruvil-shiquimato-fosfato sintase (EPSPS)	1971
inibidores da enzima acetil-coenzima-A Carboxilase (ACCase)	1975
inibidores da síntese de carotenóides na fitoeno desaturase (PDS) – piridazinonas	1976
inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS)	1980
inibidores da enzima glutamina sintetase (glutamina)	1981
inibidores da enzima 4-hidroxifenilpiruvato dioxigenase (HPPD) - tricetonas	1984

Fonte: Heap (2014)

GLIFOSATO E A RESISTÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

O primeiro caso de resistência ao herbicida glifosato no mundo foi reportado em 1996, com a espécie *Lolium rigidum*. A partir deste ano, o uso contínuo deste herbicida

resultou, até o momento, na seleção de 28 espécies resistentes sendo que os dois últimos casos relatados foram para *Amaranthus quitensis* (caruru) e *Sonchus oleraceus* (serralha) na Argentina e Austrália nos anos de 2013 e 2014, respectivamente. Os biótipos resistentes ao glifosato estão reportados em 229 locais presentes na Argentina, África do Sul, Austrália, Bolívia, Brasil, Canadá, Chile, China, Colômbia, Costa Rica, Espanha, Estados Unidos, França, Grécia, Israel, Itália, Japão, Malásia, México, Nova Zelândia, Paraguai, Polônia, Portugal e República Checa.

Oficialmente no Brasil estão registradas seis espécies com resistência ao glifosato que são: *Conyza bonariensis* (buva), *Conyza canadensis* (buva), *Conyza sumatrensis* (buva), *Lolium multiflorum* (azevém), *Digitaria insularis* (capim-amargoso). O sexto caso de resistência ao glifosato no Brasil foi registrado recentemente, em 2014, com a espécie *Chloris elata* (sinonímia: *Chloris polydactyla*) encontrados nos estados de São Paulo e Paraná (HEAP, 2014). Glifosato é um herbicida importante para a agricultura, e deve ser utilizado conforme a orientação técnica. A entressafra é o período propício para a multiplicação e disseminação de algumas espécies hoje consideradas importantes. A forma como é realizado o manejo de plantas daninhas na entressafra está diretamente correlacionada com as espécies, resistentes ou não, que ocorrem na cultura de verão. É, portanto, nesse momento que o produtor tem a grande oportunidade para realizar o manejo das plantas e reduzir assim o banco de sementes do solo, reduzindo conseqüentemente o nível de infestação nas safras subsequentes.

Atualmente no Brasil cerca de 90% da soja cultivada é geneticamente modificada para a resistência ao glifosato (soja RR), com isso houve um aumento na pressão de seleção e as plantas daninhas tornaram a ser consideradas um dos principais problemas na agricultura do país (CERDEIRA et al., 2011). A rápida evolução na adoção da soja RR ocorreu por diversas razões, dentre as quais a facilidade de uso e a eficácia do glifosato em resolver os problemas que os produtos convencionais já não resolviam. Logo após o lançamento da soja RR, começou a seleção dos biótipos resistentes ao glifosato, não devido a tecnologia em si, mas sim ao uso contínuo sem o manejo adequado. Uma planta é considerada resistente quando não é controlada por um produto na dose normal de campo registrada na bula. Isso não pode ser confundido com a sobrevivência de plantas quando ocorrem aplicações em subdoses ou em aplicações realizadas com tecnologia inadequada. Além da soja, o mercado passou a disponibilizar milho e algodão resistentes ao glifosato, o que aumenta a possibilidade de uso e pressão de seleção dos biótipos tolerantes e resistentes. No mercado consumidor a escolha da tecnologia é livre. Por isso, cresce a responsabilidade da assistência técnica e do agricultor em manejar as áreas de produção e as culturas plantadas com base no planejamento de médio e longo prazo. Cresce também a importância da rotação de culturas, da rotação de tecnologias e da rotação de produtos com diferentes mecanismos de ação.

Buva (*Conyza* spp.)

Além de biótipos das três espécies resistentes ao *glifosato*, também já foram identificados biótipos de *Conyza sumatrensis* com resistência múltipla a glicina e aos inibidores da ALS. Normalmente as 3 espécies de buva são encontradas juntas no campo o que dificulta muitas vezes o controle desta espécie. É importante salientar que a buva, é uma planta anual herbácea, que se reproduz por sementes pequenas produzidas em grandes proporções, as quais se disseminam com muita facilidade pelo vento e por máquinas. É uma planta de entressafra e como tal deve ser controlada neste período. Biotipos de buva resistentes não são controlados por um produto, mas sim por um conjunto de ações, que

envolvem palhada, épocas de aplicação e diferentes compostos químicos. As aplicações dos herbicidas nos biótipos resistentes devem ser feitas preferencialmente em plantas com 5 a 10 cm, pois esta infestante rebrota com muita facilidade. Quanto maior a planta maior será a dificuldade de controle químico. Culturas de entressafra que produzam uma boa palhada para cobertura do solo ajudam no controle, retardando sua germinação e desenvolvimento.

As áreas em que se utiliza a cultura do milho safrinha (cultivado logo após a colheita da soja) apresentam maior risco de infestação de buva. Sendo assim, é preciso fazer um bom controle dessas plantas no milho e fazer uso do manejo pós-colheita com a aplicação de herbicidas dessecantes visando a redução da infestação e redução da produção de sementes da planta daninha.

Herbicidas com efeito residual têm sido utilizados pelos produtores no programa de manejo visando reduzir a emergência de novas plantas. Herbicidas para uso em pós-emergência da cultura não tem apresentado bons resultados, o que reforça a necessidade de um controle total antes da semeadura da soja. Para evitar o problema com a buva, muitos agricultores voltaram a fazer a capina manual, cuja contribuição também merece ser destacada em função da alta eficiência técnica de seu resultado. Em algumas áreas ainda foi utilizado equipamentos como a roçadeira e a grade pesada que já estavam em desuso há muitos anos. Entretanto, além de não controlar a buva de forma adequada, a grade contribui para a desestruturação do solo conseqüentemente eleva os riscos de erosão. Portanto, esta é uma prática desaconselhada para o manejo de plantas daninhas. Contudo, o uso de roçadeiras, cerca de 10 dias após as primeiras aplicações, tem proporcionado bons resultados.

Capim amargoso (*Digitaria insularis*)

Com a adoção da semeadura direta, o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) encontrou condições para se espalhar pelas áreas de produção de grãos, passando de uma espécie considerada de importância marginal na soja, para uma das plantas daninhas que atualmente causam maior preocupação no Brasil. Trata-se de uma espécie de planta perene que apresenta reprodução por sementes e rizomas. A planta forma touceiras de difícil controle, floresce praticamente o ano todo e tem alto potencial de produção de sementes viáveis, que se dispersam com muita facilidade pelo vento e por máquinas.

Os principais fluxos de germinação-emergência desta espécie coincidem com os períodos de primavera-verão e estão correlacionados com o período de chuva. Seu controle deve ocorrer nas fases iniciais de seu desenvolvimento, preferencialmente até os 35 a 45 dias após a emergência ou até quando as plantas daninhas apresentarem no máximo quatro afilhos. Resultados de pesquisa conduzida em áreas de lavoura comercial indicaram que as perdas médias de produtividade da cultura da soja em razão da interferência por *Digitaria insularis* chegam a 23% na presença de 1 a 3 plantas por m² e a 44% quando a densidade destas plantas está de 4 a 8 plantas m² (GAZZIERO et al., 2012). Quanto ao controle químico dos biótipos resistentes, utiliza-se herbicidas em pré-emergência, glifosato associado aos gramínicidas pós-emergentes do grupo ACCase e em alguns casos o uso de dessecantes de contato para melhorar a plantabilidade da cultura. O intervalo entre a aplicação dos gramínicidas na dose de rótulo e o plantio do milho pode variar de no mínimo 7 até 20 dias, dependendo do produto e condições climáticas após a aplicação. Mas, é importante ressaltar que boa parte das plantas de capim-amargoso não são resistentes ao glifosato e as falhas de controle ocorrem pela falta de uso da dose correta.

Azevem (*Lolium multiflorum*)

O azevém (*Lolium multiflorum*) resistente ao *glyphosate* dispersou-se rapidamente nos estado do Rio Grande do Sul (FRAGA et al., 2012), Santa Catarina e regiões frias do Paraná. Biótipos de azevém com resistência múltipla, ao glifosato e herbicidas inibidores da enzima Acetyl-CoA Carboxylase (ACCCase) e ao glifosato e inibidores da Acetolactato Sintase (ALS) já foram identificados. O controle ineficiente de azevém resistentes resulta em perdas de rendimento que variaram de 45% a 70%, dependendo da complexidade do caso (VARGAS et al., 2013).

A seleção de azevém resistente ao *glyphosate*, aos inibidores da ALS e da ACCCase representa grande impacto econômico e técnico para a agricultura brasileira. O herbicida glifosato apresenta custo baixo para o produtor e alta eficácia de controle, razão pela qual seu uso é intensivo. As moléculas iodosulfuron e nicosulfuron, herbicidas inibidores da enzima ALS, são usados na cultura do trigo e do milho, respectivamente e, devido à resistência observada desta espécie a esse grupo de herbicidas, esses produtos perderam a eficiência. Da mesma forma, os herbicidas inibidores da ACCCase perderam eficiência. Assim, nas situações de resistência simples ou múltipla há um aumento no custo do controle de plantas daninhas principalmente pela necessidade do uso de herbicidas com mecanismos de ação alternativos.

CONCLUSÕES

Plantas daninhas são elementos da natureza e é preciso aprender a conviver com elas, manejando-as adequadamente. Quando se fala em manejar estas espécies, a primeira opção que vem à cabeça do agricultor é o controle químico, por ser prático e rápido para ser executado. Entretanto, existem outras alternativas que devem ser utilizadas para compor o manejo integrado. Cabe destacar a integração com o controle manual, mecânico e principalmente com o cultural, a exemplo do uso nas áreas de produção de braquiária consorciada ou não com milho, trigo e aveia. Herbicidas devem ser considerados como uma das alternativas de controle e não a única. A resistência de plantas daninhas pode ser prevenida ou resolvida com práticas de manejo.

REFERÊNCIAS

- CERDEIRA, A. L.; GAZZIERO, D. L. P.; DUKE, S.; MATALLO, M. B. Agricultural impacts of Glyphosate-Resistant Soybean Cultivation in South America. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 59, p. 5799-5807, 2011.
- GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, A. S.; VOLL, E. Plantio direto no Brasil e o glyphosate In: VELINI, E. D.; MESCHÉDE, D. K.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B. **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 191-209.
- GAZZIERO, D. L. P.; VOLL, E.; FORNAROLLI, D.; VARGAS, L.; ADEGAS, F. S. Efeitos da convivência do capim-amargoso na produtividade da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. **A ciência das plantas daninhas na era da biotecnologia**: anais. Campo Grande: SBCPD, 2012. 1 CD-ROM.
- FRAGA, D. S.; VARGAS, L.; MARIANI, F.; AGOSTINETTO, D.; RUBIN, R. S.; PERBONI, L. T. Distribuição geográfica de azevém resistente a herbicidas inibidores da enzima ACCCase e da EPSPs no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS

DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. **A ciência das plantas daninhas na era da biotecnologia:** anais. Campo Grande: SBCPD, 2012. 1 CD-ROM.

HEAP, I. **The International survey of herbicide resistant weeds.** Disponível em: <<http://www.weedscience.org>>. Acesso em: 01 jul. 2014.

TECNOLOGIAS de produção de soja: região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 15).

VARGAS, L.; AGOSTINETO, D.; GAZZIERO, D. ; KARAM, D. Resistência de plantas daninhas no Brasil: histórico, custo e o desafio do manejo no futuro. In: RIOS, A. (Ed). **Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables.** Montevideo: INIA, 2013. p. 111-118. (INIA. Serie Técnica, 204).