

Resistência a defensivos

Adaptadas, espécies infestantes resistem a herbicidas

Pedro Jacob Christoffoleti e Saul Jorge Pinto de Carvalho*

Atualmente, a ocorrência de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas tem sido um dos temas mais discutidos e estudados com relação aos sistemas de produção agrícola. Para esclarecer essa questão, é pertinente apresentar a definição de resistência de plantas daninhas: é “a capacidade inerente e herdável de alguns biótipos, dentro de uma determinada população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição à dose de um herbicida, que normalmente seria letal a uma população normal (suscetível) da mesma espécie” (Christoffoleti; López-Ovejero, 2008). A resistência de plantas daninhas é fruto de um processo seletivo, em que o herbicida atua como o agente de seleção, ou seja, o herbicida elimina os indivíduos suscetíveis de uma população, permitindo que os resistentes produzam sementes e aumentem sua proporção relativa, até o momento em que toda a população é caracterizada como resistente.

Esse conceito se contrapõe à definição de tolerância. Tolerância de plantas daninhas é a característica inata da espécie de sobreviver a aplicações de um determinado herbicida, na dose recomendada, que seria letal às demais espécies, sem alterações marcantes em seu crescimento e seu desenvolvimento. Uma forma prática de se diferenciar resistência de tolerância é a resposta obtida para a seguinte pergunta: há ocorrência de biótipos ou populações



MIRILIO SALA MOREIRA

Buva resistente em área de laranja

da mesma espécie, com comportamento suscetível ao produto em questão? Se a resposta for positiva, ou seja, se houver populações da mesma espécie que são controladas e populações que não são, há elevada possibilidade de se tratar de um caso de resistência. Com resposta negativa, ou seja, se todas as populações conhecidas não forem controladas ou tiverem a mesma forma de resposta à aplicação do herbicida, considera-se uma situação de tolerância.

RESISTÊNCIA

Suscetibilidade, resistência e tolerância de plantas daninhas são respostas biológicas das diferentes espécies de plantas à aplicação de herbicidas, e essas respostas podem ocorrer nos mais diferentes sistemas de produção, entre eles, o modelo de semeadura direta, popularmente conhecido por Sistema de Plantio Direto (SPD). Nesse sistema, as primeiras respostas biológicas observadas foram casos de tolerância de plantas daninhas, principalmente ao herbicida glyphosate. Espécies como a trapoeraba (*Commelina benghalensis*), cordas-de-viola (*Ipomoea*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) e erva-quente (*Spermacoce latifolia*) têm apresentado diferentes níveis de tolerância ao herbicida glyphosate, ocasionando dificuldades de controle. Nessas ocasiões, recomenda-se a adição de herbicidas com mecanismo de ação alternativo à calda do glyphosate, o que tem resultado em efeitos aditivos ou sinérgicos, com conseqüente melhora no controle.

No Brasil, atualmente, há cerca de 20 casos de biótipos de diferentes espécies de plantas daninhas resistentes a herbicidas. No entanto, os principais casos de resistência documentados estão relacionados a culturas mantidas sob sistema convencional de manejo. Em sistema de rotação soja-milho, por exemplo, as principais espécies com ocorrência de resistência são amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), picão-preto (*Bidens pilosa* e *B. subalternans*), capim-marmelada (*Brachiaria*

plantaginea), capim-colchão (*Digitaria ciliaris*), azevém (*Lolium multiflorum*) e, potencialmente, a buva (*Conyza* spp.). A maioria dos casos envolve herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) para picão-preto e amendoim-bravo, ou da acetil coenzima A carboxilase (AC-Case) para capim-marmelada e capim-colchão, em que o glyphosate, muito utilizado em plantio direto, é caracterizado como uma das principais alternativas para controle.

ALTERAÇÕES

Com o advento do plantio direto, os solos das áreas produtivas vêm sendo mantidos sob palhada durante grande parte do ano, o que provoca modificações na comunidade infestante, principalmente nas decorrentes dos efeitos físicos promovidos pela palhada. A manutenção da palha sobre o solo provoca menor amplitude térmica, redução significativa da incidência de luz nas camadas superficiais do solo e impedimento físico à germinação-emergência (Christoffoleti et al., 2007). Esses efeitos promovem a mudança nas espécies da comunidade infestante, selecionando espécies mais adaptadas a germinar sob palha, com destaque para dicotiledôneas de sementes grandes.

A maioria das espécies de plantas daninhas da família Poaceae (gramíneas) que infestam áreas agrícolas brasileiras

têm características tipicamente tropicais, com crescimento rápido, grande acúmulo de massa e elevada eficiência fotossintética (ciclo C4). Resultados experimentais têm demonstrado que as sementes de espécies tropicais de Poaceae não recebem os estímulos necessários ao processo germinativo quando são expostas à germinação sob condição de palhada. Trabalhando com o capim-branco (*Chloris polydactyla*), Carvalho et al. (2005) observaram que essa espécie apresentou elevada exigência por luz e temperatura para ocorrência da germinação-emergência (Tabela 1). Em condições de escuro, de temperaturas constantes ou sob camadas de solo com mais de 1 cm, não foi observada resposta biológica das sementes.

Assim, considera-se que a manutenção da palha sobre o solo, em áreas sob plantio direto, poderá reduzir substancialmente a problemática de espécies de Poaceae, com casos de biótipos resistentes a herbicidas. Com relação ao capim-marmelada, por exemplo, Theisen; Vidal (1999) observaram que a manutenção de palha sobre a superfície do solo afetou as etapas do ciclo de vida da espécie daninha, em que a germinação das sementes e a emergência de plântulas foram as fases mais sensíveis à presença de resíduos sobre o solo. A manutenção de 0 a 10,5 t.ha⁻¹ de resíduos

TABELA 1 | QUANTIDADE DE SEMENTES DE CAPIM-BRANCO (*CHLORIS POLYDACTYLA*) GERMINADAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE LUZ E TEMPERATURA; PIRACICABA, SP, 2005

Luz	Temperatura*	
	25°C Constante	Alternância 20°C/30°C
Escuro absoluto	0,00 A a	0,50 A c
Flash de 2 s ao Sol	0,00 A a	0,50 A c
Fotoperíodo 8/16h	5,75 B a	65,75 A b
Luz contínua	6,25 B a	79,50 A a

*Médias, seguidas por letras maiúsculas iguais na linha ou letras minúsculas iguais na coluna, não diferem segundo teste de Tukey, com 5% de significância

Fonte: Carvalho et al., 2005

de aveia-preta sobre o solo resultou em 4,5 e 0,08% de germinação do banco de sementes, respectivamente, e sua maior concentração foi observada nas camadas superficiais do solo.

Adicionalmente, vale destacar que as sementes de plantas daninhas que estão no solo podem permanecer viáveis por muitos anos. Dessa forma, quando ocorre degradação da palha ou de medidas agrônomicas recorrentes no SPD que promovam alguma movimentação do solo ou remoção da camada de palha, como a semeadura, por exemplo, tem-se a possibilidade de reestabelecimento do problema da resistência. Nesse caso, as plantas têm germinação concentrada nas linhas, o que eleva o índice de competição e compromete ainda mais o manejo. Logo, medidas devem ser tomadas visando à redução da competição, ao rápido controle e, sempre que possível, à restrição à movimentação da palha.

TOLERÂNCIA

Por apresentarem sementes grandes e elevada capacidade de germinar sob palhada, as cordas-de-viola são particularmente indesejadas no SPD. São consideradas espécies com tolerância a diversos herbicidas, com destaque para o glyphosate, muito utilizado nesse sistema de cultivo. A presença de cordas-de-viola nas áreas produtivas, além de reduzir a produção por competirem com a cultura agrícola pelos recursos de crescimento, ainda dificultam a colheita mecânica por provocarem paradas sistemáticas para limpeza das máquinas.

Em áreas de plantio direto, o manejo das cordas-de-viola é imperativo para a obtenção de elevada produtividade e pode ser feito na condição de dessecação pré-semeadura da cultura, adicionando-se produtos auxiliares à calda do herbicida glyphosate, como o carfentrazone, por exemplo. Há, ainda, alternativas de manejo em pós e pré-emergência, inclusive com aplicação de herbicidas sobre a palha. No entanto, deve-se observar se as

características do produto permitem tal forma de aplicação (baixa volatilidade, ausência de fotodecomposição, índices reduzidos de sorção – baixo K_{ow}). Entre os casos de resistência, as espécies que têm melhores características adaptativas às condições de plantio direto são o amendoim-bravo e a buva. Ambas têm facilidade para atravessar a palha e se estabelecer nas áreas agrícolas, mesmo em plantio direto. Até o presente momento, foram relatados casos de biótipos de amendoim-bravo resistentes aos herbicidas inibidores da ALS e Protox e de buva resistentes ao glyphosate (Moreira et al., 2007).

O amendoim-bravo é uma espécie de difícil manejo, principalmente devido ao restrito número de herbicidas alternativos. Quando há ocorrência de um biótipo resistente aos inibidores da ALS e Protox, podem-se utilizar herbicidas com mecanismo de ação do tipo inibidor do fotossistema II, fotossistema I (paraquat), mimetizadores de auxina (2,4-D) e, em especial, inibidores da EPSPs (glyphosate). As espécies de buva também são consideradas de difícil manejo e alta produção de sementes pequenas, que têm facilidade de dispersão por longas distâncias quando transportadas pelo vento. Por se tratar de um caso de resistência ao glyphosate, o número de herbicidas alternativos para manejo dos biótipos é maior quando comparado ao amendoim-bravo. Nesse caso, podem-se utilizar herbicidas inibidores da ALS, Protox, fotossistema I e II, mimetizadores de auxina e inibidores da glutamina sintetase (glufosinato de amônio).

Atualmente, o SPD é uma realidade em grande parte das áreas agrícolas brasileiras, com expressivo potencial de expansão, fundamentado nos fortes pontos positivos que o sistema possui. Em termos de manejo de plantas daninhas, tem sido observada a mudança da flora infestante, progredindo para predominância de espécies dicotiledôneas, sobretudo aquelas com sementes de

maior tamanho. Essa mudança na flora também se expressa sobre as espécies tolerantes ou sobre aquelas que possuem biótipos resistentes a herbicidas, em que se destaca a seleção da corda-de-viola, do amendoim-bravo e da buva como espécies mais adaptadas à nova condição de manejo, o que acarreta a exigência de maiores cuidados quanto à escolha de herbicidas e a adoção de medidas culturais de manejo e de gestão do sistema.

** Pedro Jacob Christoffoleti é professor do Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ (pjchrist@esalq.usp.br) e Saul Jorge Pinto de Carvalho é professor do Instituto Federal do Sul de Minas, Campus Machado (sjpearvalho@yahoo.com.br).*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Influência da luz, temperatura e profundidade da semente no solo sobre a germinação e emergência do capim-branco (*Chloris polydactyla*). *Boletim Informativo - SBPCD*. v. 12, n. 2, p. 11-15, 2005.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). *Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas*. 3. ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2008. p. 9-34.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; HIDALGO, E.; SILVA, J. E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. *Crop Protection*. v. 26, p. 383-389, 2007.
- MOREIRA, M. S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*. v. 25, p. 157-164, 2007.
- THEISEN, G.; VIDAL, R. A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia preta nas etapas do ciclo de vida do capim-marmelada. *Planta Daninha*. v. 17, p. 189-196, 1999.