

Abril de 2013

Publicação periódica de difusão científica e tecnológica editada pelo Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAMT) e dirigida a profissionais envolvidos com o cultivo e beneficiamento do algodão.

Diretor executivo
Álvaro Salles

Contato
www.imamt.com.br

Email
imamt@
imamt.com.br

Tiragem
2000 exemplares



Plantas de Mentraso (*Ageratum conyzoides*) resistentes a herbicidas inibidores da ALS, em lavoura de algodão, no estado de Mato Grosso.

Resistência de plantas daninhas a herbicidas e resultados do primeiro levantamento em áreas algodoeiras de Mato Grosso

Edson R. de Andrade Junior¹

Anderson Luis Cavenaghi²

Sebastião Carneiro Guimarães³

1. Introdução

O controle de plantas daninhas com herbicidas é amplamente utilizado na agricultura, pois, além de eficiente, é ágil e tem boa relação custo/benefício quando comparado com outros métodos. No entanto, o uso adequado dessa ferramenta exige maiores conhecimentos técnicos para que seja agrônômica e economicamente eficiente, com o mínimo de impacto ao ambiente. A seleção de espécies tolerantes e biótipos resistentes a herbicidas é hoje um dos prin-

cipais problemas relacionados ao uso não racional dessas substâncias.

Biótipos de plantas daninhas resistentes são formados a partir de processos evolutivos em que indivíduos de uma espécie que melhor se adaptam a determinada prática são selecionados e vão aumentando sua população. Assim, como resultado da aplicação de um herbicida, haverá morte dos indivíduos sensíveis e os biótipos resistentes, porventura já existentes, sobreviverão, produzirão sementes e terão sua densida-

(1) Pesquisador do Instituto Mato-grossense do Algodão, Primavera do Leste-MT. Email: edsonjunior@imamt.com.br

(2) Professor Dr., UNIVAG - Centro Universitário, Várzea Grande-MT

(3) Professor Dr., Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT

de aumentada na área. A aplicação consecutiva de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação sobre uma população de plantas daninhas de uma área fará com que haja rápido aumento dos biótipos resistentes, que passarão a predominar. Disso deriva-se o conceito de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas como sendo aqueles que sobrevivem à aplicação de um tratamento herbicida que normalmente apresentaria controle efetivo da espécie. Após um período de tempo, esse aumento dos biótipos resistentes de plantas resistentes passará a comprometer o nível de controle da área e o problema passará a ser perceptível para o agricultor.

Recentemente, na cultura do algodão, pode-se observar o aumento de biótipos resistentes aos herbicidas inibidores da ALS (Acetolactato Sintase), com predominância das espécies de *Euphorbia heterophylla* (leiteiro ou amendoim-bravo) e *Bidens* spp. (picão-preto). Essas plantas sofreram grande pressão de seleção pelo uso constante de herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja, não sendo controladas também na cultura do algodão convencional, na qual os únicos herbicidas latifolicidas seletivos para uso em pós-emergência também apresentam como mecanismo de ação a inibição da enzima ALS.

A resistência de plantas daninhas a herbicidas torna-se uma questão de grande importância, principalmente quando existem poucas alternativas para o manejo dessas plantas, como na cultura do algodão. Assim, o controle desses biótipos torna-se cada vez mais oneroso. O problema pode ainda agravar-se caso haja a ocorrência de resistência múltipla, ou seja, uma planta daninha resistente a dois ou mais mecanismos de ação.

2. Mecanismos de resistência de plantas daninhas a herbicidas

Dentro de uma população de plantas daninhas suscetível a determinado tratamento herbicida, ocorrem biótipos que são naturalmente resistentes. Isso pode acontecer por causas distintas, chamadas de mecanismos

de resistência. Dentre eles, os principais seriam a perda de afinidade ao herbicida pela alteração no sítio de ação; a metabolização do herbicida pela planta; a compartimentalização ou sequestro do herbicida; a baixa absorção e/ou translocação; e a super expressão enzimática.

A perda de afinidade ao herbicida pela alteração no sítio de ação ocorre quando há alterações estruturais nos locais de ação do herbicida na planta daninha, e o mesmo não consegue mais agir de forma eficiente. A resistência pela metabolização do herbicida acontece quando a planta daninha possui a capacidade de transformar a molécula do herbicida em compostos inativos ou de menor toxicidade. A compartimentalização é o mecanismo por meio do qual, após a absorção, a molécula do herbicida é levada a compartimentos onde fica "retida", não ocorrendo a translocação para o local de ação. Normalmente, o compartimento utilizado pela planta para retenção do herbicida é o vacúolo. O mecanismo de resistência baseado na absorção e/ou translocação ocorre quando um desses ou ambos os processos são alterados de forma que a quantidade do herbicida que atinge o local de ação é insuficiente para controlar a planta.

A super expressão da enzima alvo de um herbicida, ou de um complexo enzimático capaz de degradar a molécula desse herbicida, constitui-se também em mecanismos pelos quais uma planta daninha passa a não ser mais controlada por aquele tratamento.

Há biótipos em que a resistência é determinada por um único mecanismo, mas há também aqueles em que a resistência ocorre pela associação de dois ou mais mecanismos.

3. Resistências cruzada e múltipla

Os conceitos de resistência cruzada e resistência múltipla podem ser formulados com base nos mecanismos de resistência que os biótipos possuem e, de uso mais geral e aplicado, com base nos mecanismos de ação dos herbicidas. Nessa última abordagem, considera-se resistência cruzada o fato de um biótipo ter

sido selecionado por um herbicida, com determinado mecanismo de ação, sendo que este mecanismo o fez ficar resistente também a outros herbicidas que têm o mesmo mecanismo de ação. Por exemplo, os biótipos de leiteiro resistentes a imazethapyr, selecionados na cultura da soja, apresentaram também resistência a trifloxysulfuron-sodium e pyritiobac-sodium, usados no algodoeiro, sem que nunca tivessem sido expostos a esses herbicidas. Esses três herbicidas atuam inibindo a ação da enzima ALS.

A resistência múltipla ocorre quando a planta daninha é resistente a dois ou mais herbicidas com diferentes mecanismos de ação. Esse tipo de resistência dificulta seriamente o manejo da planta daninha, pois limita as opções de mecanismos de ação/herbicidas que podem ser utilizados no controle daquele biótipo, podendo inviabilizar o controle químico em certas situações. Como exemplo, pode ser citado um biótipo de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), no sul do Brasil, com resistência a herbicidas inibidores da EPSPS, da ALS e da ACCase.

4. Avaliação de biótipos resistentes nas áreas algodoeiras de Mato Grosso

Atualmente, está sendo realizado pelo Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAmt) e pela Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão (AMPA) o projeto de extensão intitulado "Monitoramento de Plantas Daninhas resistentes a herbicidas e difusão de medidas de controle no estado de Mato Grosso", financiado pelo Instituto Brasileiro do Algodão (IBA) e realizado em parceria com o Cento Universitário UNIVAG e a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

No primeiro ano do projeto, durante a safra 2011-2012, foram realizadas coletas de plantas daninhas com suspeita de resistência nos núcleos de produção Centro (Campo Verde-MT) e Centro-Leste (Primavera do Leste-MT) e, posteriormente, submetidas a uma metodologia de comprovação de resistência utilizando doses recomendadas e o dobro da dose de herbicidas que havia sido utilizado

Tabela 1. Espécies de plantas daninhas em áreas algodoeiras dos núcleos de produção de Campo Verde e Primavera do Leste, estado de Mato Grosso, com biótipos resistentes a herbicidas.

| Planta daninha | Herbicida | Mecanismo de Ação |
|--|--------------------------|----------------------|
| Picão-preto (<i>Bidens subalternans</i>) | Pyritiobac-sodium | Inibidores da ALS |
| Leiteiro (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | Trifloxyssulfuron-sodium | Inibidores da ALS |
| Caruru (<i>Amaranthus deflexus</i> .) | Pyritiobac-sodium | Inibidores da ALS |
| Mentrasito (<i>Ageratum conyzoides</i>) | Trifloxyssulfuron-sodium | Inibidores da ALS |
| Capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) | Clethodim / Tepraloxymid | Inibidores da ACCase |



Figura 1. Plantas de *Euphorbia heterophylla* resistentes a inibidores a ALS em lavoura de algodão em MT.

Figura 2.
Plantas de
Eleusine indica
resistentes a
inibidores a
ACCase em
lavoura de algo-
dão em MT.



Figura 3.
Plantas de *Ama-
ranthus palmeri*
resistentes a
glifosato em
lavoura de algo-
dão nos Estados
Unidos.



nessas áreas. As espécies com biótipos resistentes e os herbicidas/mecanismos de ação utilizados na comprovação estão apresentados na *tabela 1*.

Todas as amostras coletas foram submetidas à aplicação de glyphosate e consideradas susceptíveis a este herbicida.

Na safra 2012-2013 serão coletas amostras nos demais núcleos de produção algodoeira de Mato Grosso.

4.1 Considerações sobre os herbicidas inibidores da ALS e da ACCase

Os herbicidas inibidores da enzima ALS são amplamente utilizados nas principais culturas do Brasil. Na década de 1980, foram amplamente utilizados em soja devido a uma boa seletividade e eficiência para o controle de plantas daninhas. No entanto, a partir do final da década de 1990, iniciaram-se os relatos de biótipos de picão-preto e leiteiro resistentes a herbicidas inibidores da ALS, ocorrendo resistência cruzada em todos os casos. De modo geral, todas as plantas daninhas resistentes a um inibidor da ALS também são resistentes a outros herbicidas inibidores dessa mesma enzima podendo ocorrer variações nos resultados de controle.

Desta forma, já era esperado que as plantas de picão-preto e leiteiro resistentes, selecionados nas áreas de soja, não fossem controlados pelos herbicidas pirytobac-sodium e trifloxysulfuron-sodium, utilizados na cultura do algodão, por se tratarem inibidores da ALS. Na *figura 1* é mostrada uma população de leiteiro resistente a inibidores da ALS numa área sob cultivo de algodoeiro em Mato Grosso.

Para a maioria das plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores da ALS, incluindo picão-preto e leiteiro, o mecanismo de resistência decorre de alterações da enzima em sítios de ligação do herbicida, o que torna a planta insensível a esses herbicidas.

Outro problema observado no monitoramento iniciado na safra 2011-2012 foi a resistência de plantas de capim-pé-de-galinha aos inibidores da ACCase (*figura 2*). Vidal e colaboradores relataram, em 2006, a ocorrência de plantas dessa espécie oriundas do estado de Mato Grosso resistentes a inibidores da ACCase, principalmente para o herbicida sethoxydim. Em 2012, Osuna e colaboradores também verificaram a resistência em plantas de capim-pé-de-galinha oriundas de Lucas do Rio Verde-MT

para herbicidas inibidores da ACCase, com problema no controle para os herbicidas fenoxaprop-p-ethyl, haloxyfop-methyl, sethoxydim e fluazifop-p-butyl. Nessas, a mutação no sítio de ação parece ser o motivo da resistência.

Na cultura do algodão, o uso de plantas transgênicas resistentes a herbicidas pode auxiliar na solução de problemas. Mas deve ser evidente que a diversificação de mecanismos de ação pode prevenir a seleção de plantas resistentes e preservar essa tecnologia. Assim, tecnologias como Roundup Ready e Liberty Link, atualmente em uso, e outras que virão, precisam ser usadas com critério para se evitar problemas como os já existentes nos algodoeiros dos Estados Unidos, onde biótipos de *Amaranthus palmeri* (*figura 3*) já não são mais controlados pelo glyphosate em lavouras de algodão RRFlex (CAVENAGHI e GUIMARÃES, 2011).

Como alerta, pode-se mencionar que já existem em outros países biótipos de capim-pé-de-galinha resistentes a herbicidas como glyphosate, glufosinate-ammonium, paraquat e trifluralin.

No entanto, uma dificuldade observada em campo é a constatação real da resistência de plantas daninhas aos herbicidas, uma vez que falhas de controle podem ocorrer por diferentes causas. Esse fato torna muito relevantes as informações geradas nos trabalhos de levantamento e monitoramento de plantas daninhas resistentes, nos quais se utiliza de metodologia segura para essa qualificação.

5. Suspeita de ocorrência de biótipos daninhas resistentes a herbicidas

A confirmação da resistência de um biótipo a determinado herbicida é feita em condições controladas, com metodologia própria, a partir de suspeitas observadas em nível de campo.

Normalmente, a suspeita de resistência ocorre quando há, em pontos da área aplicada, indivíduos de uma espécie que não foram controlados junto a indivíduos controlados da mesma espécie e/ou de outras espécies suscetíveis. A constatação desse fato é mais fácil quando há uso de herbicidas em pós-emergência.

No entanto, vários fatores concorrem para que um tratamento herbicida não funcione conforme esperado, e esses devem ser descartados quando da suspeição de resistência.

Confira alguns cuidados que devem ser observados na indicação de resistência:

- A.** Geralmente, a resistência ocorre em áreas que recebem aplicações sucessivas de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação. É possível, no entanto, a introdução de sementes de biótipos resistentes vindos de outras áreas da mesma ou de outra propriedade, por meio do vento, das sementes da cultura, do maquinário etc.;
- B.** Verificar o histórico do controle da planta daninha na área, observando, se nos anos anteriores, ela sempre obteve bom controle. O padrão visual de biótipos resistentes é: ocorrência em reboleiras, com alta densidade de plantas no centro, reduzindo-se em direção às extremidades, e escapes em diferentes direções; as reboleiras aparecem todos os anos nos mesmos pontos do talhão;
- C.** Certificar-se se há registro de resistência para biótipos dessa espécie ao mecanismo de ação sob suspeição, principalmente em áreas ou talhões próximos;
- D.** Descartar suspeitas se ocorrerem outras justificativas para a sobra desses indivíduos, como falhas na definição da dose, no manuseio e na aplicação da calda herbicida, uso inadequado de adjuvantes e misturas; falhas na pulverização; efeito guarda chuva; problemas climáticos com chuvas, ventos, alta temperatura e baixa umidade e aplicação fora da época/estádio de crescimento recomendado para o controle da planta daninha.

6. Ações para prevenção e controle de plantas daninhas resistentes

- Realizar rotação e/ou associação de herbicidas com diferentes mecanismos de ação;
- Controlar as plantas remanescentes após as aplicações (a capina ou aplicação localizada de herbicidas deve ser realizada antes que essas plantas produzam sementes);
- Rotação de cultura e uso de culturas resistentes a herbicidas, visando, principalmente, facilitar a rotação de mecanismos de ação nos herbicidas utilizados.

Referências bibliográficas

CAVENAGHI, A.L.; GUIMARÃES, S.C. Ação Complementar. Revista Cultivar Grandes Culturas, nº 148, 2011. p. 32-33.

OSUNA, M.D. et al. Resistance to ACCase Inhibitors in Eleusine indica from Brazil Involves Target Site Mutation. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 675-681, 2012.

VIDAL, R.A. et al. Resistência de Eleusine indica aos inibidores de ACCase. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 24, n. 1, p. 163-171, 2006.



Plantas de caruru (*Amaranthus deflexus*) resistentes a herbicidas inibidores de ALS, em lavoura de algodão, no estado de Mato Grosso

INSTITUIÇÕES PARCEIRAS



APOIO FINANCEIRO



REALIZAÇÃO



INSTITUTO MATO-GROSSENSE DO ALGODÃO