

## Atividade residual do pyriithiobac-sodium no controle de plantas daninhas do algodoeiro

Guilherme Braga Pereira Braz; Rubem Silvério de Oliveira Jr.; Jamil Constantin; Jethro Barros Osipe; Hudson Kagueyama Takano; Eliezer Antonio Gheno

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Avenida Colombo, 5790. CEP: 87020-900 Maringá-PR, guilhermebrag@gmail.com; jethrosipe@gmail.com; rubem.oliveirajr@gmail.com; constantin@teracom.com.br; hudsontakano@gmail.com; eliezergheno@hotmail.com.

**Resumo:** A utilização de herbicidas em pós-emergência consiste em um dos principais métodos de controle de plantas daninhas no algodoeiro, porém poucas informações existem na literatura sobre a atividade residual destes produtos no controle de plantas daninhas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a atividade residual de pyriithiobac-sodium sobre as principais espécies infestantes do algodoeiro. Foram conduzidos seis experimentos (número de espécies avaliadas) em casa-de-vegetação. Cada experimento foi instalado em arranjo fatorial (3 x 4) + 1, sendo três épocas de aplicação do herbicida antes da semeadura (20, 10 e 0 DAS) e quatro doses de pyriithiobac-sodium (28, 56, 84 e 112 g ha<sup>-1</sup>), além de um tratamento adicional (Testemunha sem herbicida). Em todos os experimentos foram realizadas avaliações de porcentagem de controle e estágio das plantas daninhas aos 7 e 28 dias após a emergência. O biótipo de *Bidens pilosa* resistente aos herbicidas inibidores da ALS não apresentou sensibilidade ao pyriithiobac-sodium aplicado no solo. A atividade residual deste herbicida causou restrição no desenvolvimento vegetativo das demais espécies. As espécies com maior sensibilidade a atividade residual do pyriithiobac-sodium, em ordem decrescente, foram: *Alternanthera tenella*, *Amaranthus lividus*, *Amaranthus hybridus*, *Euphorbia heterophylla* e *Tridax procumbens*.

**Palavras chave:** Amaranthaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae.

## Residual activity of pyriithiobac-sodium in control of cotton weeds

**Abstract:** The use of post-emergence herbicides is one of the main methods of weed control in cotton, but little is known about the effect of residual activity of these products to control weeds. The objective of this study was to evaluate the residual activity of pyriithiobac-sodium in the most important weed species in cotton. Six experiments were conducted (number of weeds) in greenhouse. The experiment was installed in a factorial arrangement (3 x 4) + 1 consisting of three times of applications of the herbicide - before sowing (20, 10 and 0 DBS) and four doses of pyriithiobac-sodium (28, 56, 84 and 112 g ha<sup>-1</sup>), plus an additional treatment (control without herbicide). In all experiments the percentage of control and the stage of the weeds at 7 and 28 days after emergence were evaluated. The biotype of *Bidens pilosa* resistant to ALS inhibitors showed no sensitivity to pyriithiobac-sodium applied to the soil. Residual activity of this herbicide caused restriction in the vegetative growth of other weed species. The species that demonstrated high sensibility to the residual activity of pyriithiobac-sodium in descending order were: *Alternanthera tenella*, *Amaranthus lividus*, *Amaranthus hybridus*, *Euphorbia heterophylla* and *Tridax procumbens*.

**Key words:** Amaranthaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae.

## Introdução

O algodoeiro apresenta elevada importância no cenário econômico mundial, sendo a principal cultura produtora de fibra para a indústria têxtil. Os maiores produtores mundiais desta cultura são China, Estados Unidos, Índia, Paquistão e Brasil (USDA 2009). Atualmente, o sistema de produção do algodoeiro no Brasil é extremamente tecnificado, sendo esta cultura explorada em grandes áreas, principalmente nos Estados de Mato Grosso e Bahia (BRAZ et al. 2012).

O sucesso da produção do algodoeiro está relacionado ao controle dos fatores bióticos que incidem durante o ciclo, sendo a interferência imposta pela presença de plantas daninhas uma das mais danosas para o rendimento desta cultura (DAN et al. 2011). A competição entre a comunidade infestante e as plantas de algodoeiro por água, luz, nutrientes e espaço físico, faz com que a produtividade desta cultura possa ter 90% de redução, quando não se adota nenhum método de controle durante o ciclo do algodoeiro (SALGADO et al. 2002).

O período crítico de prevenção da interferência das plantas daninhas na cultura do algodoeiro varia conforme a cultivar e os ajustes utilizados na semeadura, mas trabalhos têm demonstrado que ele se inicia por volta de seis dias após a emergência (SALGADO et al. 2002). Esta elevada sensibilidade apresentada pelo algodoeiro à interferência das plantas daninhas é explicada por aspectos morfofisiológicos desta espécie, destacando-se o metabolismo fotossintético tipo C3, crescimento inicial lento e largo espaçamento entre as linhas de cultivo, fazendo com que o algodoeiro apresente baixa capacidade de competição (KEELING et al. 2011).

Para assegurar a produtividade e a qualidade da fibra produzida pelo algodoeiro é fundamental a adoção de estratégias de controle da comunidade infestante, sendo na atualidade, o método químico o mais empregado no Brasil, por meio da utilização de herbicidas, principalmente os aplicados em pós-emergência da cultura. A utilização dos herbicidas em pós-emergência no

algodoeiro exige bom conhecimento teórico e prático acerca da seletividade de cada produto, pois a aplicação de tratamentos que apresentam baixa seletividade faz com que o benefício do manejo da comunidade infestante seja menor do que a redução no rendimento provocada pela fitotoxidez causada pelo produto. Entre os herbicidas registrados para o controle de dicotiledôneas no algodoeiro encontra-se o pyriithiobac-sodium cujo mecanismo de ação inibe a enzima acetolactato sintetase (ALS).

O pyriithiobac-sodium pertence ao grupo químico dos ácidos pirimidiniloxibenzóicos, sendo classificado como ácido fraco, com pKa de 2,34, o que indica que ele seja encontrado predominantemente em sua forma aniônica na maioria dos solos. Este herbicida apresenta baixa absorção nos colóides do solo, sendo seu coeficiente de partição (Kd) entre 0,22 e 0,59 L kg<sup>-1</sup>, o que sugere que o pyriithiobac-sodium pode mover-se facilmente no perfil do solo (BASKARAN e KENNEDY 1999).

Embora seja utilizado em pós-emergência (42 a 140 g ha<sup>-1</sup>), o pyriithiobac-sodium também apresenta atividade residual no solo. Estudos demonstraram meia-vida de 62 dias no campo e 43 dias em casa-de-vegetação (WEBSTER e SHAW 1997), e sua persistência em determinadas classes texturais de solo pode chegar a 120 dias (VELETZA et al. 2005). Em solos do Brasil, a persistência da atividade residual deste herbicida, avaliada por meio de bioindicadores, pode chegar a até 210 dias após sua aplicação (GUERRA et al. 2011a).

A longa persistência deste herbicida no solo pode se constituir em sério problema, incluindo a intoxicação de culturas semeadas em sucessão, conhecido como efeito *carryover* e o risco de contaminação do lençol freático. Por outro lado, é possível aproveitar a atividade residual que o pyriithiobac-sodium apresenta no solo, por meio de um novo posicionamento na modalidade de aplicação deste herbicida, em pré-emergência, ou ainda acrescentar controle residual em aplicações deste herbicida em pós-emergência (GUERRA et al. 2011b).

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade residual do

pyrithiobac-sodium no solo em relação ao controle de espécies de plantas daninhas importantes que infestam as lavouras de algodoeiro.

### Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação no Centro de Treinamento em Irrigação (CTI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) (23°24'12"S e 51°56'24"W e altitude de 560 m). O período de condução dos ensaios foi de 16/10/2010 a 07/12/2010.

O solo utilizado foi peneirado e colocado em vasos plásticos com capacidade para 3 dm<sup>3</sup>, os quais foram considerados como unidades experimentais, com as seguintes características físico-químicas: pH em H<sub>2</sub>O = 6,3; 7,90 g dm<sup>-3</sup> C; 510 g kg<sup>-1</sup> de areia; 20 g kg<sup>-1</sup> de silte e 470 g kg<sup>-1</sup> de argila.

Seis espécies foram avaliadas simultaneamente neste estudo, instalando-se um experimento para cada espécie. As plantas daninhas avaliadas foram: caruru-roxo (*Amaranthus hybridus*), caruru-rasteiro (*Amaranthus lividus*), apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), erva-de-touro (*Tridax procumbens*), picão-preto (*Bidens pilosa*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*). Os biótipos de *B. pilosa* e de *E. heterophylla* avaliados apresentavam resistência aos herbicidas inibidores da ALS.

O critério utilizado na escolha das espécies na condução dos experimentos foi de acordo com a importância relativa que cada espécie

apresenta como infestante do algodoeiro, sendo desconsideradas as plantas daninhas liliopsida (monocotiledôneas) em função do pyrithiobac-sodium apresentar maior espectro de controle sobre plantas daninhas magnoliopsida (dicotiledôneas).

O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (3 x 4) + 1, com quatro repetições. Nestes experimentos os tratamentos foram constituídos pela combinação de intervalos de tempo entre semeadura das plantas daninhas (20, 10 e 0 dias antes da semeadura das espécies - DAS) e aplicação de quatro doses do herbicida pyrithiobac-sodium (28, 56, 84 e 112 g ha<sup>-1</sup>), acrescidos de testemunha sem aplicação.

A semeadura das espécies avaliadas foi realizada simultaneamente para todos os três períodos de aplicação, no dia 20/10/2010, posicionando as sementes a 1-2 cm de profundidade em cada vaso. Nesta operação foram distribuídas quantidades de sementes iguais em todos os vasos, que variaram em função da germinação de cada espécie. Em todas as aplicações de herbicidas foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante à base de CO<sub>2</sub>, equipado com barra munida de três pontas tipo jato leque XR-110.02, espaçadas de 50 cm entre si, sob pressão de 2,0 kgf cm<sup>-2</sup>. Estas condições de aplicação proporcionaram o equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. As condições climáticas no momento das aplicações estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Condições edafoclimáticas no momento das aplicações de pyrithiobac-sodium em pré-emergência das plantas daninhas. Maringá-PR, 2010.

	1ª Aplicação (20 DAS)	2ª Aplicação (10 DAS)	3ª Aplicação (0 DAS)
Umidade relativa (%)	92	70	65
Temperatura (°C)	21	21	25
Velocidade do vento (km h <sup>-1</sup> )	0,5	6	3
Solo	Úmido	Úmido	Úmido

A partir da data de aplicação do herbicida nas duas primeiras épocas (20 e 10 DAS), os vasos foram irrigados por sistema de irrigação automático, aplicando lâmina equivalente a

10 mm de água, a cada cinco dias. Para a última aplicação (0 DAS), a semeadura foi realizada após a aplicação. Após a semeadura das espécies os vasos foram irrigados diariamente

com lâminas variando de 5 a 10 mm, e mantidos livres de outras plantas daninhas.

A emergência de cada planta daninha foi considerada quando mais de 50% das repetições da testemunha de cada espécie possuía plantas emergidas. Durante a condução dos experimentos foram avaliadas as porcentagens de controle das plantas daninhas, sendo estas avaliações realizadas aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE). Nesta avaliação tomaram-se como padrão de comparação (0% de controle) as plantas emergidas na testemunha sem herbicida. Foram consideradas as injúrias visuais, número de plantas e porte destas para atribuir a nota de controle nos tratamentos com presença de herbicida, sendo que 100% correspondeu à morte de todas as plantas presentes na unidade experimental. Além disso, foi avaliado também o estágio das plantas daninhas (número de folhas completamente desenvolvidas) aos 7 e 28 DAE.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando foram observados efeitos significativos entre os fatores testados ou entre os níveis de cada fator, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. A comparação entre os tratamentos e a testemunha sem herbicida foi realizada pelo teste Dunnett ( $p \leq 5\%$ ).

## Resultados e discussão

### Caruru-roxo (*Amaranthus hybridus*)

Os resultados de controle inicial de *Amaranthus hybridus* em função do período entre aplicação do pyriithobac-sodium no solo e semeadura estão apresentados na Tabela 2. Nota-se que, para todas as épocas de aplicação, o controle de *A. hybridus* foi maior com a utilização de doses mais elevadas de pyriithobac-sodium, indicando maior atividade residual do herbicida na solução do solo. A persistência dos herbicidas no solo sofre influência tanto de fatores relacionados à sua composição, quanto de fatores externos (ambientais), entre eles a temperatura e umidade, características físico-químicas do solo e presença de matéria orgânica (INOUE et al. 2011). Os herbicidas que possuem atividade residual apresentam maior persistência na solução do solo com a utilização de doses mais elevadas.

Aos 28 DAE do *A. hybridus* os níveis de controle proporcionados pelos tratamentos apresentaram aumento médio em todos os tratamentos de 10% em comparação aos observados na primeira avaliação. Os níveis de controle observados nesta avaliação demonstram que o efeito supressivo do pyriithobac-sodium sobre *A. hybridus* é satisfatório, porém inferior ao desempenhado por herbicidas (diuron, pendimethalin, trifluralin, oxyfluorfen e S-metolachlor) registrados para a aplicação em pré-emergência no algodoeiro para o controle desta espécie (RAIMONDI et al. 2010). Cita-se que o controle exercido pela atividade residual do pyriithobac-sodium sobre *A. hybridus* é satisfatório, por este ser um benefício adicional para o manejo de plantas daninhas no algodoeiro, já que o objetivo principal ao se adotar este herbicida é o controle em pós-emergência.

Quando observamos a média de controle proporcionada pelas doses do herbicida nas três épocas de aplicação, as maiores doses de pyriithobac-sodium tiveram maior estabilidade (menor variação) no controle de *Amaranthus hybridus*. O fato é explicado em razão do tempo que o herbicida leva para ser dissipado que estar diretamente ligada a quantidade de princípio ativo aplicada; onde menores doses tendem a ter efeito menos pronunciado no controle, por haver menor concentração de herbicida na solução do solo (SANTOS et al. 2006). Este comportamento está relacionado ao parâmetro químico dos pesticidas denominado tempo de meia-vida que consiste no período de tempo necessário para que determinado herbicida atinja 50% da sua concentração inicial no solo (OLIVEIRA JR. e REGITANO, 2009).

Outra vantagem da atividade residual do pyriithobac-sodium no controle de plantas daninhas é que, em cultivar transgênica de algodoeiro (RR<sup>®</sup> ou LL<sup>®</sup>), haverá o controle de novos fluxos de plantas daninhas, já que em lavouras onde se aplica o glyphosate ou o amonio-glufosinate isoladamente não há esta possibilidade, uma vez que tais herbicidas não apresentam atividade residual no solo (KOGER et al. 2007).

A paralisação no crescimento inicial de plantas que receberam a aplicação de herbicidas inibidores de ALS (pós-emergência), ou que

foram submetidas a crescimento em solo com resíduos destes produtos (em pré-emergência), caracteriza-se como um dos sintomas causados por herbicidas com este mecanismo de ação (MONQUERO et al. 2011). Neste contexto, em trabalhos com herbicidas inibidores de ALS é interessante avaliar o seu efeito sobre o desenvolvimento da planta-alvo, verificando se o

produto é capaz de afetar essa característica. O estágio em que as plantas de *A. hybridus* se encontravam nas avaliações realizadas aos 7 e 28 DAE, em função da atividade residual do pyriithiobac-sodium, estão apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 2** - Porcentagem de controle de *A. hybridus* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium no solo. Maringá-PR, 2010.

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	7 DAE - Controle (%)					
	20 DAS <sup>1</sup>		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	56,25	Ab*	60,75	Ab*	57,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	67,00	Aa*	55,00	Bb*	52,50	Ba*
pyriithiobac-sodium (84)	57,75	Aab*	56,25	Ab*	52,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	66,75	ABa*	75,00	Aa*	60,00	Ba*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha <sup>-1</sup> )	28 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	72,00	Aa*	70,00	ABab*	60,00	Bb*
pyriithiobac-sodium (56)	70,75	Aa*	60,00	Ab*	65,00	Aab*
pyriithiobac-sodium (84)	73,25	Aa*	63,25	Aab*	68,75	Aab*
pyriithiobac-sodium (112)	73,75	Aa*	74,50	Aa*	74,00	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
	7 - DAE			28 - DAE		
CV (%)	10,17			10,19		
DMS testemunha	11,52			13,28		
DMS linha	9,66			11,13		
DMS coluna	10,64			12,27		

<sup>1</sup>Dias antes da semeadura (DAS); \*Diferem da testemunha pelo teste Dunnett (p≤0,05); Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 3** - Estádio das plantas de *A. hybridus* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium no solo. Maringá-PR, 2010.

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	7 DAE			28 DAE		
	20 DAS <sup>1</sup>	10 DAS	0 DAS	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	F.c.**	F.c.	F.c.	2 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (56)	F.c.	F.c.	F.c.	2 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (84)	F.c.	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (112)	F.c.	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	F.c.
Testemunha sem herbicida	1 p.f.*			2 p.f.		

<sup>1</sup>Dias antes da semeadura (DAS); \* par(es) de folha(as); \*\* folha cotiledonar.

Aos 7 DAE, nota-se que as plantas submetidas a crescimento em solo com presença do pyriithiobac-sodium apresentaram paralisação no desenvolvimento, uma vez que as plantas estavam em estágio de folha cotiledonar e a testemunha já apresentava-se com um par de folhas verdadeiras. O retardamento no desenvolvimento das plantas de *A. hybridus* imposto pela atividade residual de pyriithiobac-sodium pode reduzir o potencial de competição desta planta daninha com o algodoeiro, facilitando posteriormente o controle em jato dirigido, em função do porte reduzido. Na última avaliação de estágio, verifica-se que o desenvolvimento das plantas de *A. hybridus* permaneceu comprometido em comparação com a testemunha. Doses de pyriithiobac-sodium iguais ou superiores a 84 g ha<sup>-1</sup> foram mais eficientes na paralisação do desenvolvimento desta espécie.

#### Caruru-rasteiro (*Amaranthus lividus*)

Na Tabela 4 estão apresentados os dados de controle inicial de *Amaranthus lividus* em função da atividade residual do pyriithiobac-sodium. Verifica-se que o controle não foi

influenciado pela dose de pyriithiobac-sodium quando o herbicida foi aplicado no dia 20 e 10 dias antes da semeadura (DAS) de *A. lividus*. Nos tratamentos aplicados na primeira época (20 DAS), o incremento de dose de pyriithiobac-sodium proporcionou controle residual mais efetivo.

O pyriithiobac-sodium, em doses iguais ou inferiores a 56 g ha<sup>-1</sup>, apresentou redução nos níveis de controle quando houve maior período entre a semeadura da planta daninha e a aplicação do herbicida. Ao comparar os níveis de controle aos 7 DAE, das duas espécies do gênero *Amaranthus*, verifica-se que *A. hybridus* apresentou menor suscetibilidade ao crescimento em solo com resíduos de pyriithiobac-sodium, se comparado a *A. lividus*. A tolerância diferencial de espécies pertencentes a este gênero já foi comprovada na literatura para herbicidas aplicados no algodoeiro (RAIMONDI et al. 2010), demonstrando que o posicionamento de herbicidas deve ser diferenciado, sendo realizado de acordo com a suscetibilidade de cada espécie.

**Tabela 4** - Porcentagem de controle de *A. lividus* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium no solo. Maringá-PR, 2010.

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	7 DAE - Controle (%)		
	20 DAS <sup>1</sup>	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	83,50 Bab*	86,25 ABa*	89,50 Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	81,50 Bb*	80,25 Ba*	91,50 Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	87,50 Aab*	83,25 Aa*	88,00 Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	90,50 Aa*	83,25 Ba*	89,00 ABa*
Testemunha sem herbicida	0,00		
Dose (g ha <sup>-1</sup> )	28 DAE - Controle (%)		
	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	75,25 Aa*	67,50 Aa*	76,75 Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	75,50 ABa*	65,00 Ba*	80,75 Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	80,75 Aa*	70,75 Aa*	67,50 Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	77,75 Aa*	75,75 Aa*	68,75 Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00		
	7 - DAE		28 - DAE
CV (%)	4,67		11,45
DMS testemunha	7,62		15,95
DMS linha	6,40		13,39
DMS coluna	7,05		14,75

<sup>1</sup>Dias antes da semeadura (DAS); \* Diferem da testemunha pelo teste Dunnett (p≤0,05); Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os percentuais de controle observados na avaliação de 28 DAE tiveram decréscimo quando comparados com os obtidos na primeira avaliação de controle. Esta redução é ocasionada pela menor disponibilidade que o herbicida apresenta naturalmente na solução do solo em função de processos como hidrólise, adsorção, oxidação-redução, biodegradação e lixiviação (KRAEMER et al. 2009). Ao observar os níveis de controle de *A. lividus*, verifica-se que o incremento na dose de pyriithiobac-sodium não resultou em aumento no controle da planta daninha. Estes resultados permitem inferir que, em áreas onde a comunidade infestante apresenta maior ocorrência de *A. lividus* entre as espécies de plantas daninhas, a utilização de doses mais elevadas de pyriithiobac-sodium visando à obtenção de controle residual não seria interessante, pois resultaria apenas em aumento no custo de produção pela aquisição de um maior volume do herbicida, já que os níveis de controle permaneceriam semelhantes.

O controle de *A. lividus* exercido pela atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo,

na média de todas as épocas de aplicação e doses deste herbicida foi de 73%. Este valor demonstra a eficiência do pyriithiobac-sodium no controle de espécies de *Amaranthus* em aplicações em pré-emergência. Além da eficiência no controle residual destas espécies, o pyriithiobac-sodium aplicado em pós-emergência isolado ou em associações com outros herbicidas, também exerce controle eficiente sobre plantas daninhas deste gênero (BURKE e WILCUT, 2004).

A atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo causou retardamento no desenvolvimento das plantas de *A. lividus*, aos 7 DAE (Tabela 5). Esta paralisação temporária no desenvolvimento das plantas de *A. lividus* não foi influenciada pela época ou dose de aplicação. A persistência deste efeito nas plantas de caruru-rasteiro, causado pela atividade residual do pyriithiobac-sodium, possibilita que a espécie cultivada tenha vantagem na competição em relação à planta daninha, já que estas se encontram sob estresse devido à fitointoxicação pelo herbicida.

**Tabela 5** - Estádio das plantas de *A. lividus* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium no solo. Maringá-PR, 2010.

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	7 DAE			28 DAE		
	20 DAS <sup>1</sup>	10 DAS	0 DAS	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	F.c.**	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (56)	F.c.	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (84)	F.c.	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (112)	F.c.	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
Testemunha sem herbicida		1 p.f.			2 p.f.	

<sup>1</sup>Dias antes da semeadura (DAS); \* par(es) de folha(as); \*\* folha cotiledonar.

Na avaliação posterior, realizada aos 28 DAE, as plantas de *A. lividus* continuaram com o desenvolvimento comprometido. Neste período, observava-se que as plantas da testemunha sem herbicida apresentavam um par de folhas a mais, em comparação com as que tiveram crescimento mediante a presença do pyriithiobac-sodium no solo. Estes resultados são semelhantes aos observados para *A. hybridus*, sendo que até as menores doses (28 g ha<sup>-1</sup>) causaram diferenciação no desenvolvimento destas plantas em relação à testemunha sem herbicida.

#### Apaga-fogo (*Alternanthera tenella*)

Entre as três espécies da família Amaranthaceae avaliada neste trabalho, *A. tenella* foi a que apresentou maior suscetibilidade à presença de pyriithiobac-sodium no solo (Tabela 6). O controle residual imposto pela aplicação de doses de pyriithiobac-sodium a partir de 56 g ha<sup>-1</sup> foi maior que 92%. A época em que o herbicida foi aplicado teve pouca influência no controle desta planta daninha, quando se utilizou doses iguais ou superiores a 56 g ha<sup>-1</sup>.

A eficácia apresentada pelo pyriithiobac-sodium no controle em pré-emergência de *A. tenella* consiste em grande benefício para o manejo de plantas daninhas no algodoeiro, pois esta espécie apresenta o ciclo C4 da plantas que apresentam o ciclo C3 (CANOSSA et al. 2007). Além disso, em estádios mais avançados de desenvolvimento, *A. tenella* apresenta grande dificuldade de controle, sendo que a capacidade

de alastrar-se por enraizamento a partir de nós em contato com o solo a torna uma planta daninha extremamente agressiva. Por estas características de agressividade, a aplicação de herbicidas em pré-emergência consiste na melhor opção visando ao controle de *A. tenella*, pois permite que a planta não se estabeleça como infestante nas lavouras (CANOSSA et al. 2007).

**Tabela 6** - Porcentagem de controle de *A. tenella* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium no solo. Maringá-PR, 2010

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	7 DAE - Controle (%)					
	20 DAS <sup>1</sup>		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	83,25	ABa*	99,50	Aa*	76,25	Ba*
pyriithiobac-sodium (56)	100,00	Aa*	97,75	Aa*	98,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	100,00	Aa*	100,00	Aa*	98,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	100,00	Aa*	92,50	Aa*	99,50	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha <sup>-1</sup> )	28 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	89,00	Aa*	97,00	Aa*	66,25	Bb*
pyriithiobac-sodium (56)	97,00	Aa*	84,50	Aa*	93,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	97,00	Aa*	87,00	Aa*	90,75	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	93,25	Aa*	92,75	Aa*	92,75	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
	7 - DAE			28 - DAE		
CV (%)	15,26			11,71		
DMS testemunha	27,36			19,80		
DMS linha	22,94			16,60		
DMS coluna	25,28			18,29		

<sup>1</sup>Dias antes da semeadura (DAS); \* Diferem da testemunha pelo teste Dunnett (p≤0,05); Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A eficácia apresentada pelo pyriithiobac-sodium no controle em pré-emergência de *A. tenella* consiste em grande benefício para o manejo de plantas daninhas no algodoeiro, pois esta espécie apresenta o ciclo C4 da fotossíntese, sendo muito competitiva com as plantas que apresentam o ciclo C3 (CANOSSA et al. 2007). Além disso, em estádios mais avançados de desenvolvimento, *A. tenella* apresenta grande dificuldade de controle, sendo que a capacidade de alastrar-se por enraizamento a partir de nós em contato com o solo a torna uma planta daninha extremamente agressiva. Por estas características de agressividade, a aplicação de herbicidas em pré-

emergência consiste na melhor opção visando ao controle de *A. tenella*, pois permite que a planta não se estabeleça como infestante nas lavouras (CANOSSA et al. 2007).

A avaliação de controle final, realizada aos 28 DAE das plantas de *A. tenella*, comprovou a elevada sensibilidade desta espécie daninha à atividade residual do pyriithiobac-sodium (Tabela 6). A utilização de doses a partir de 56 g ha<sup>-1</sup> do pyriithiobac-sodium fez com que a época de aplicação não tivesse efeito no controle final de *A. tenella*, alcançando a mesma eficiência em todos os tratamentos. Isto demonstra que, para esta

espécie, a dose utilizada foi mais importante do que o período de tempo entre a aplicação e a semeadura.

Os elevados níveis de controle observados pela aplicação do pyriithiobac-sodium em pré-emergência, demonstram a importância deste herbicida no manejo de *A. tenella* no algodoeiro. A existência de alternativas herbicidas para o controle desta espécie em sua fase inicial de desenvolvimento é importante, já que esta espécie apresenta ciclo perene, o que faz com que o manejo desta planta daninha em estádios

avançados seja mais complexo.

Aos 7 DAE, as plantas de *A. tenella* que tiveram seu desenvolvimento em solo sem a presença de pyriithiobac-sodium possuíam dois pares de folhas, ao passo que em todos os outros tratamentos, no qual o herbicida foi aplicado previamente, as plantas encontravam-se com folhas cotiledonares (Tabela 7). Estes resultados demonstram a capacidade do pyriithiobac-sodium de cessar temporariamente o desenvolvimento desta planta daninha, até mesmo com a utilização de doses consideradas baixas (28 g ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 7** - Estádio das plantas de *A. tenella* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium no solo. Maringá-PR, 2010.

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	7 DAE			28 DAE		
	20 DAS <sup>1</sup>	10 DAS	0 DAS	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	F.c.**	F.c.	F.c.	2 p.f.	2 p.f.	2 p.f.
pyriithiobac-sodium (56)	F.c.	F.c.	F.c.	2 p.f.	2 p.f.	2 p.f.
pyriithiobac-sodium (84)	F.c.	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (112)	F.c.	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	3 f.***
Testemunha sem herbicida		2 p.f.			3 p.f.	

<sup>1</sup>Dias antes da semeadura (DAS); \* par(es) de folha(as); \*\* folha cotiledonar; \*\*\* folha(s).

Na avaliação final de estádio (28 DAE), a paralisação no desenvolvimento das plantas de *A. tenella* em função da atividade residual do pyriithiobac-sodium persistiu em todos os tratamentos, com destaque para as doses a partir de 84 g ha<sup>-1</sup>. Nesta avaliação as plantas que se desenvolveram em solos com pyriithiobac-sodium em doses a partir de 84 g ha<sup>-1</sup>, ficaram com dois pares de folhas a menos, em comparação com as da testemunha sem herbicida. Estes resultados demonstram que a atividade residual do pyriithiobac-sodium pode reduzir o potencial competitivo desta planta daninha no algodoeiro, já que a velocidade de desenvolvimento da planta daninha está relacionado com o potencial de competição com a cultura (BIANCHI et al. 2006).

#### **Erva-de-touro (*Tridax procumbens*)**

Os melhores resultados de controle inicial de *T. procumbens* pela atividade residual do pyriithiobac-sodium foram observados com a aplicação do herbicida no mesmo dia da semeadura da planta daninha (Tabela 8). Nota-se que houve redução no controle desta espécie nas

aplicações realizadas mais previamente (20 DAS).

Na avaliação de controle final (28 DAE), as aplicações realizadas antecedendo a semeadura (20 e 10 DAS) apresentaram baixíssimo controle de *T. procumbens* (Tabela 8). Esta queda no controle pode ser explicada pela redução na concentração de pyriithiobac-sodium na solução do solo, fazendo com que a quantidade de princípio ativo presente não seja capaz de impor elevados níveis de controle.

Mesmo com os baixos níveis de controle nas duas primeiras épocas de aplicação (20 e 10 DAS), observa-se que quando o pyriithiobac-sodium foi aplicado no dia da semeadura da planta daninha, todas as doses deste herbicida apresentaram eficiência no controle. A existência de opções herbicidas eficientes no controle pré-emergente de *T. procumbens* é importante, visto que esta espécie se constitui em planta daninha de difícil controle em pós-emergência dentro de lavouras de algodoeiro.

A avaliação do estágio das plantas de *T. procumbens* apresentou o mesmo comportamento observado nas avaliações de controle, verificando-se paralisação no desenvolvimento desta planta daninha com a aplicação do pyriithiobac-sodium no dia da semeadura desta espécie (Tabela 9).

Aos 28 DAE, diferentemente de outras espécies previamente avaliadas neste trabalho, o residual existente nas aplicações de pyriithiobac-

sodium realizadas 20 e 10 dias antes da semeadura, não foi capaz de causar retardamento no ciclo das plantas de *T. procumbens*. O residual imposto por todas as doses de pyriithiobac-sodium, aplicadas no dia da semeadura da planta daninha, causaram o mesmo efeito de retardamento no ciclo de *T. procumbens*.

**Tabela 8** - Porcentagem de controle de *T. procumbens* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium no solo. Maringá-PR, 2010.

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	7 DAE - Controle (%)					
	20 DAS <sup>1</sup>		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	0,00	Cb	56,25	Ba*	91,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	73,75	Aa*	82,00	Aa*	96,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	62,00	Ba*	74,50	ABa*	100,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	83,75	Aa*	70,00	Aa*	92,50	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha <sup>-1</sup> )	28 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	0,00	Ca	42,50	Ba*	89,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	20,00	Ba	68,75	Aa*	93,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	22,50	Ba	42,50	Ba	100,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	40,00	Ba	63,25	ABa*	86,75	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
	7 - DAE			28 - DAE		
CV (%)	26,22			46,55		
DMS testemunha	36,55			49,20		
DMS linha	30,64			41,25		
DMS coluna	33,77			45,46		

<sup>1</sup>Dias antes da semeadura (DAS); \* Diferem da testemunha pelo teste Dunnett (p≤0,05); Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 9** - Estádio das plantas de *T. procumbens* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium no solo. Maringá-PR, 2010.

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	7 DAE			28 DAE		
	20 DAS <sup>1</sup>	10 DAS	0 DAS	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	2 p.f.	2 p.f.**	1.f.	3 p.f.	3 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (56)	2 p.f.	1.f.	1.f.	3 p.f.	3 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (84)	2 p.f.	1.f.	1.f.	3 p.f.	3 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (112)	2 p.f.	1.f.	1.f.	3 p.f.	3 p.f.	1 p.f.
Testemunha sem herbicida	2 p.f.			3 p.f.		

<sup>1</sup>Dias antes da semeadura (DAS); \* par(es) de folha(as); \*\* folha.

### Picão-preto resistente aos herbicidas inibidores da ALS (*Bidens pilosa*)

Os resultados de controle e estágio das plantas de *B. pilosa* comprovaram que as sementes utilizadas na instalação do experimento são oriundas de biótipos com resistência aos herbicidas inibidores da ALS, sendo que as plantas desta espécie não apresentavam sintomas de intoxicação pelo herbicida (Dados não demonstrados). A resistência apresentada pelas populações de picão-preto resistente a ALS já foi descrita como cruzada, apresentando insensibilidade a herbicidas pertencentes aos grupos químicos sulfoniluréis e imidazolinonas (MONQUERO e CHRISTOFFOLETI, 2001).

O biótipo de *B. pilosa* utilizado no trabalho apresentou resistência ao pyriithiobac-sodium, aplicado em condições de pré-emergência. Aparentemente, a modalidade de aplicação não influencia na resposta apresentada por esta planta daninha aos herbicidas inibidores da ALS, sendo que trabalhos com a aplicação do

pyriithiobac-sodium em pré e em pós-emergência

demonstraram a ineficiência deste herbicida sobre biótipos resistentes de *B. pilosa* (BRAZ et al. 2011; GUERRA et al. 2011c).

### Leiteiro resistente aos herbicidas inibidores da ALS (*Euphorbia heterophylla*)

Os resultados da primeira avaliação de controle de *E. heterophylla* (resistente à ALS) em função da atividade residual do pyriithiobac-sodium foram baixos, independente do tratamento realizado, demonstrando a baixa eficiência de pyriithiobac-sodium no controle inicial desta planta daninha (Tabela 10). O incremento de dose de pyriithiobac-sodium não interferiu no controle inicial de *E. heterophylla*. A baixa eficiência no controle desta planta daninha ocorre pela resistência que este biótipo apresenta aos herbicidas inibidores de ALS, visto que mesmo as plantas apresentando sintomas de intoxicação, não ocorre a supressão destas (TREZZI et al. 2005).

**Tabela 10** - Porcentagem de controle de *E. heterophylla* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium no solo. Maringá-PR, 2010.

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	7 DAE - Controle (%)		
	20 DAS <sup>1</sup>		0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	10,00	ABa*	6,25 Bb*
pyriithiobac-sodium (56)	15,00	Aa*	16,25 Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	16,25	Aa*	17,50 Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	10,00	Aa	16,25 Aa
Testemunha sem herbicida	0,00		
Dose (g ha <sup>-1</sup> )	28 DAE - Controle (%)		
	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	42,50	Bb*	60,00 Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	62,00	Aa*	57,50 Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	52,50	Aab*	62,50 Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	65,75	Aa	60,00 Aa
Testemunha sem herbicida	0,00		
	7 - DAE	28 - DAE	
CV (%)	30,19	18,73	
DMS testemunha	7,93	20,17	
DMS linha	6,64	16,91	
DMS coluna	7,32	18,63	

<sup>1</sup>Dias antes da semeadura (DAS); \* Diferem da testemunha pelo teste Dunnett (p<0,05); Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na segunda avaliação de controle (28 DAE), os percentuais de controle apresentaram incremento em todas as doses e épocas de aplicação do pyriithiobac-sodium. Não houve diferença no controle de *E. heterophylla* quando se alterou as doses para as mais elevadas de pyriithiobac-sodium nas duas últimas épocas de aplicação (10 e 0 DAS).

Diferentemente dos biótipos de *B. pilosa* resistente à ALS, para *E. heterophylla*, verificou-se que há diferenças na sensibilidade desta planta daninha com relação à modalidade de aplicação (pré e pós), visto que em trabalho descrito na literatura, no qual foi utilizado o mesmo biótipo deste experimento, o pyriithiobac-sodium não apresentou efeito nenhum quando aplicado em pós-emergência (BRAZ et al. 2011). No presente trabalho, apesar de não causar a morte desta espécie, a atividade residual promovida pelo pyriithiobac-sodium exerceu elevada intoxicação nas plantas de *E. heterophylla*, deixando estas com potencial de competição reduzido. Apesar de nenhum dos tratamentos ter atingido níveis satisfatórios de controle (>80%) nas avaliações, a elevada intoxicação verificada nas plantas de *E. heterophylla*, em função da atividade residual do pyriithiobac-sodium, pode ser benéfica, já que biótipos desta espécie com resistência a este mecanismo de ação (inibidores de ALS) encontram-se disseminados no Brasil.

A atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo afetou o desenvolvimento vegetativo das plantas de *E. heterophylla* (Tabela 11). Verifica-se que apesar da resistência apresentada por este

biótipo, a presença de pyriithiobac-sodium no solo fez com que as plantas tivessem que dispor de algum mecanismo para a detoxicação do herbicida, fazendo com que a velocidade do seu desenvolvimento fosse afetada. Aos 28 DAE, em avaliação de estágio final, verificou-se que todas as plantas de *E. heterophylla* continuaram com o desenvolvimento comprometido, sendo que em todos os tratamentos com pyriithiobac-sodium as plantas apresentavam um par de folhas verdadeiras, e na testemunha as plantas estavam com dois pares de folhas.

A atividade residual que o pyriithiobac-sodium exerceu no solo sobre as plantas daninhas avaliadas demonstra a importância que este herbicida apresenta no manejo da comunidade infestante no algodoeiro, podendo auxiliar na redução da emergência de novos fluxos, além de retardar o desenvolvimento destas plantas. A utilização adequada deste herbicida pode resultar em maior facilidade no manejo de plantas daninhas no algodoeiro, seja ele convencional ou transgênico, pois o controle residual ou a supressão do crescimento das plantas daninhas cria a possibilidade de redução no número de aplicações em pós-emergência (incluindo a aplicação em jato dirigido), pois o algodoeiro seria capaz de exercer maior controle cultural sobre as plantas daninhas, além de ampliar o intervalo de aplicação pelo fato das plantas daninhas estarem menores.

**Tabela 11** - Estádio das plantas de *E. heterophylla* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium no solo. Maringá-PR, 2010.

Dose (g ha <sup>-1</sup> )	7 DAE			28 DAE		
	20 DAS <sup>1</sup>	10 DAS	0 DAS	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	F.c.**	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (56)	F.c.	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (84)	F.c.	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
pyriithiobac-sodium (112)	F.c.	F.c.	F.c.	1 p.f.	1 p.f.	1 p.f.
Testemunha sem herbicida		1 p.f.*			2 p.f.	

<sup>1</sup>Dias antes da semeadura (DAS); \* par(es) de folha(as); \*\* folha cotiledonar.

## Conclusões

O biótipo de *Bidens pilosa* resistente aos herbicidas inibidores da ALS não apresentou sensibilidade ao pyriithiobac-sodium aplicado no solo. A atividade residual deste herbicida causou restrição no desenvolvimento vegetativo das demais espécies.

As espécies com maior sensibilidade a atividade residual do pyriithiobac-sodium, em ordem decrescente, foram *Alternanthera tenella*, *Amaranthus lividus*, *Amaranthus hybridus*, *Euphorbia heterophylla* e *Tridax procumbens*.

## Referências

- BASKARAN, S.; KENNEDY, I.R. Sorption and desorption kinetics of diuron, fluometuron, prometryn, and pyriithiobac-sodium in soils. **Journal of Environmental Science and Health. Part B.**, v.34, n.6, 1999, p.943-963.
- BIANCHI, M.A. et al. **Características de plantas de soja que conferem habilidade competitiva com plantas daninhas.** *Bragantia*, v.65, n.4, 2006, p.623-632.
- BRAZ, G.B.P. et al. **Seletividade de amonio-glufosinate isolado e em mistura com pyriithiobac-sodium em algodoeiro transgênico LL<sup>®</sup>.** *Planta Daninha*, v.30, n.4, 2012, p.853-860.
- BRAZ, G.B.P. et al. Herbicidas alternativos no controle de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* resistentes a inibidores de ALS na cultura do algodão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, 2011, p.74-85.
- BURKE, I.C.; WILCUT, J.W. Weed management in cotton with CGA-362622, fluometuron, and pyriithiobac. **Weed Technology**, v.18, n.2, 2004, p.268-276.
- CANOSSA, R.S. et al. Efetividade de herbicidas no controle de *Alternanthera tenella*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.6, n.1, 2007, p.1-12.
- DAN, H.A. et al. Seletividade de clomazone isolado ou em mistura para a cultura do algodoeiro. **Planta Daninha**, v.29, n.3, 2011, p.601-607.
- GUERRA, N. et al. Persistência de trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium em diferentes tipos de solo. **Planta Daninha**, v.29, n.3, , 2011a, p.673-681.
- GUERRA, N. et al. Seleção de espécies bioindicadoras para os herbicidas trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.1, 2011b, p.37-48.
- GUERRA, N. et al. Efeito da modalidade de aplicação sobre o controle de *Bidens pilosa* resistente a herbicidas inibidores da enzima ALS. **Global Science and Technology**, v.4, n.1, 2011c, p.61-69.
- INOUE, M.H. et al. Efeito residual de herbicidas aplicados em pré-emergência em diferentes solos. **Planta Daninha**, v.29, n.2, 2011, p. 429-435
- KEELING, J.W. et al. Cotton (*Gossypium hirsutum*) tolerance to propazine applied pre- and postemergence. **Weed Technology**, v.25, n.2, 2011, p.178-182.
- KOGER, C.H. et al. Effect of residual herbicides used in the last post-directed application on weed control and cotton yield in glyphosate- and glufosinate-resistant cotton. **Weed Technology**, v.21, n.2, 2007, p.378-383.
- KRAEMER, A.F.et al. Persistência dos herbicidas imazethapyr e imazapic em solo de várzea sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v.27, n.3, 2009, p.581-588.
- MONQUERO, P.A. et al. Seletividade de herbicidas em variedades de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.70, n.2, 2011, p.286-293.
- MONQUERO, P.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de populações de plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores da

acetolactato sintase. **Planta Daninha**, v.19, n.1, 2001, p.67-74

OLIVEIRA JR., R.S.; REGITANO, J.B. *Dinâmica de pesticidas no solo*. In: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. **Química e mineralogia do solo. Viçosa: SBCS**, 2009. p.187-248.

RAIMONDI, M.A. et al. Atividade residual de herbicidas aplicados ao solo em relação ao controle de quatro espécies de *Amaranthus*. **Planta Daninha**, v.28, n.5, 2010, p.1073-1085.

SALGADO, T.P. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Planta Daninha**, v.20, n.3, 2002, p.373-379.

SANTOS, M.V. et al. Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. **Planta Daninha**, v.24, n.2, 2006, p.391-398.

TREZZI, M.M. et al. Multiple resistance of acetolactate synthase and protoporphyrinogen oxidase inhibitors in *Euphorbia heterophylla* biotypes. **Journal of Environmental Science and Health. Part B.**, v.40, n.1, 2005, p.101-109.

USDA. *Production Estimates and Crop Assessment Division*, FAS, USDA – Fevereiro/2009. <<http://www.fas.usda.gov/wap/circular/2009/03-02/Cotton.pdf>>, acesso em: 25 de setembro de 2011.

VELETZA, V.G. et al. Activity, adsorption, mobility and field persistence of pyriithiobac in three soils. **Weed Science**, v.53, n.2, 2005, p.212-219.

WEBSTER, E.P.; SHAW, D.R. Effect of application timing on pyriithiobac persistence. **Weed Science**, v.45, n.1, 1997, p.179-182.

Recebido em: 14/05/2013

Aceito em: 25/04/2014