

Sensibilidade de plantas daninhas à atividade residual do pyriithiobac-sodium

Guilherme Braga Pereira Braz^{1*}, Rubem Silvério de Oliveira Jr.¹, Jamil Constantin¹, Hugo Almeida Dan², Alexandre Gemelli¹, Fabiano Aparecido Rios¹

¹Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil

²Instituto Federal de Rondônia, Colorado do Oeste, RO, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: guilhermebrag@gmail.com

Resumo

O pyriithiobac-sodium é um herbicida sistêmico seletivo para o algodoeiro, sendo amplamente utilizado para o controle de plantas daninhas nesta cultura. Este herbicida apresenta atividade no solo, porém são limitadas as informações quanto aos seus efeitos residuais no controle de plantas daninhas. Este trabalho objetivou-se avaliar o efeito da atividade residual do pyriithiobac-sodium no controle das principais plantas daninhas infestantes do algodoeiro. Foram conduzidos cinco 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⁻¹), além de um tratamento adicional como testemunha sem herbicida. A atividade residual do pyriithiobac-sodium causou restrição no desenvolvimento vegetativo de todas as plantas daninhas avaliadas. As espécies com maior sensibilidade a atividade residual do pyriithiobac-sodium, em ordem decrescente, foram: joá-de-capote (*Nicandra physaloides*), maria-pretinha (*Solanum americanum*), erva-quente (*Spermacoce latifolia*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*).

Palavras-chave: Solanaceae, Rubiaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, *Gossypium hirsutum*

Sensibility of weeds to the residual activity of pyriithiobac-sodium

Abstract

Pyriithiobac-sodium is a selective systemic herbicide for cotton, widely used for weed control in this crop. This herbicide has soil activity, but little is known about the effect of the residual in the weeds control. This study aimed to evaluate the effect of residual activity of pyriithiobac-sodium in the control of important weeds of cotton crop. Five experiments were conducted (number of weeds) in green-house. The experiment was installed in a factorial arrangement (3 x 4) + 1, it was three times of application of the herbicide before sowing (20, 10 and 0 DBS) and four doses of pyriithiobac-sodium (28, 56, 84 and 112 g ha⁻¹), and an additional treatment that served as a control without herbicide. Residual activity of pyriithiobac-sodium caused restriction of the vegetative growth of all weeds. The species that demonstrated high sensibility to the residual activity of pyriithiobac-sodium were, in descending order: apple of Peru (*Nicandra physaloides*), american black nightshade (*Solanum americanum*), buttonweed (*Spermacoce latifolia*), benghal dayflower (*C. benghalensis*) and morning glory (*I. grandifolia*).

Keywords: Solanaceae, Rubiaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, *Gossypium hirsutum*

Introdução

O algodoeiro é uma cultura de significativa importância no cenário econômico mundial, sendo sua fibra produzida fundamental para a indústria têxtil. O sucesso na produção desta cultura está relacionado ao controle dos fatores bióticos. Dentre os fatores prejudiciais ao desenvolvimento do algodoeiro, destaca-se a interferência das plantas daninhas como principais, já que essas afetam diretamente o rendimento da cultura (Braz et al., 2012).

O manejo de plantas daninhas no algodoeiro pode ser realizado por diferentes métodos de controle, os quais visam diminuir a entrada de propágulos de plantas daninhas, a realização de práticas para que as plantas cultivadas sobressaiam à competição com as invasoras, o controle por eliminação física das plantas e ainda, por meio da utilização de herbicidas. O ideal para os sistemas de produção seria a integração destes métodos de controle. Entretanto, raras são as vezes que produtores adotam mais de uma alternativa para manejar as plantas daninhas, o que torna a supressão da comunidade infestante mais complexa (Freitas et al., 2006).

Entre os métodos de controle empregados no algodoeiro, aquele com utilização mais ampla é o químico, pois o uso racional de herbicidas possibilita um controle eficiente sobre as plantas daninhas e apresenta facilidade de realização, além de garantir boa rentabilidade. O controle químico pode ser empregado no algodoeiro em diferentes modalidades, que estão relacionadas à época em que estes produtos são aplicados em relação à cultura. Entre as modalidades de aplicação de herbicidas atualmente empregadas na cotonicultura destacam-se o manejo em pré-semeadura, as aplicações em pré-emergência e pós-emergência, e ainda, a aplicação em pós-emergência dirigida com produtos não seletivos (Troxler et al., 2002).

Quando se opta pela utilização de herbicidas em pós-emergência de uma cultura, é fundamental que haja conhecimento técnico e prático acerca da seletividade destes produtos, pois a aplicação de tratamentos que apresentem baixa seletividade faz com que o

benefício do manejo seja menor que a redução no rendimento provocada pela intoxicação da cultura (Yamashita et al., 2008). Para o algodoeiro convencional, existem apenas dois herbicidas registrados para aplicações em pós-emergência visando ao controle de plantas daninhas dicotiledôneas (pyrithiobac-sodium e trifloxysulfuron-sodium). Ambos atuam inibindo a enzima acetolactato sintetase (ALS).

O pyrithiobac-sodium é um herbicida sistêmico, pertencente ao grupo químico dos ácidos pirimidiniloxibenzóicos. No Brasil, a dose de registro para aplicações em pós-emergência no algodoeiro situa-se na faixa de 42 a 140 g ha⁻¹. Apesar de ser registrado para o controle em pós-emergência das plantas daninhas, há relatos sobre o residual que esse pode apresentar no solo. Esse fato pode levar a um novo posicionamento na modalidade de aplicação deste herbicida (em pré-emergência), ou ainda acrescentar controle residual nas aplicações deste herbicida em pós-emergência (Webster & Shaw, 1997; Guerra et al., 2011a; Guerra et al., 2011b).

A partir destas informações, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da atividade residual do pyrithiobac-sodium aplicado no solo visando o controle de plantas daninhas dicotiledôneas de maior ocorrência no 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 material de solo utilizado foi seco, peneirado e colocado em vasos plásticos com capacidade para 3 dm³, os quais foram considerados como unidades experimentais. As características físico-químicas do solo eram: pH_{H₂O} = 6,3; 7,90 g dm⁻³ C; 510 g kg⁻¹ de areia; 20 g kg⁻¹ de silte e 470 g kg⁻¹ de argila. Um total de cinco espécies foi utilizado neste estudo, instalando-se um experimento para cada, sendo todos conduzidos simultaneamente. As plantas daninhas avaliadas foram: maria-pretinha (*Solanum americanum*), joá-de-

capote (*Nicandra physaloides*), erva-quente (*Spermacoce latifolia*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*). O critério utilizado na escolha das espécies para os experimentos foi de acordo com a importância relativa que cada uma apresenta como infestante do algodoeiro, sendo desconsideradas as plantas daninhas monocotiledôneas em função do pyriithiobac-sodium apresentar maior espectro de controle sobre plantas daninhas dicotiledôneas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (3 x 4) + 1, com quatro repetições. Em cada experimento os tratamentos foram constituídos pela combinação de intervalos de tempo entre aplicação do herbicida e a semeadura das plantas daninhas (20, 10 e 0 dias antes da semeadura das espécies - DAS) e quatro doses de pyriithiobac-sodium (28, 56, 84 e 112 g ha⁻¹), acrescidos de uma 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 foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante à base de CO₂, 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⁻². Estas condições de aplicação proporcionaram o equivalente a 200 L ha⁻¹ de calda. As condições climáticas no momento das aplicações estão apresentadas na Tabela 1.

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. As avaliações realizadas foram porcentagem de controle 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 ≤ 5%).

Tabela 1. Condições edafoclimáticas no momento das aplicações de pyriithiobac-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 ⁻¹)	0,5	6	3
Solo	Úmido	Úmido	Úmido

Resultados e discussão

Maria-pretinha (Solanum americanum)

A dose de pyriithiobac-sodium aplicada visando o controle residual de *Solanum americanum* não apresentou influência nos níveis de supressão inicial desta espécie (Tabela 2). Em todos os tratamentos onde foi realizada a aplicação do pyriithiobac-sodium no solo, as plantas de *S. americanum* encontravam-se sob intenso amarelecimento foliar e porte reduzido em comparação às plantas da testemunha sem herbicida. Os sintomas verificados nestas plantas são típicos do mecanismo de ação do pyriithiobac-sodium (inibidor da acetolactato sintase - ALS), visto que o herbicida atua inibindo a produção de três aminoácidos essenciais para o desenvolvimento vegetal (valina, leucina e isoleucina), sendo que a ausência destes compostos compromete o crescimento da planta (Christoffoleti, 2001).

Outro efeito verificado pela aplicação do pyriithiobac-sodium, em pré-emergência, foi à redução na população de plantas emergidas de *S. americanum*. Os dados obtidos no presente trabalho corroboram com outros descritos na literatura, ficando evidente a elevada sensibilidade desta planta daninha ao pyriithiobac-sodium tanto em aplicações em pré

como em pós-emergência (Kaloumenos et al., 2005; Braz et al., 2011).

Os resultados de controle final (28 DAE) de *S. americanum* em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium demonstraram que a utilização de doses iguais ou superiores a 56 g ha⁻¹ do herbicida apresentou maior estabilidade no controle desta planta daninha, para as diferentes épocas de aplicação (Tabela 2). *S. americanum* caracteriza-se pela elevada produção de sementes, apresentando frequente ocorrência em lavouras de algodoeiro, sendo suas infestações em reboleiras bastantes densas. A eficácia do pyriithiobac-sodium no controle residual de *Solanum americanum* poderá auxiliar no manejo de plantas daninhas no algodoeiro, uma vez que haverá o controle em pós-emergência desta espécie pela aplicação do pyriithiobac-sodium, apresentando como benefício adicional à supressão de novos fluxos de *S. americanum* que venham a emergir após a aplicação.

Com relação ao estágio de *S. americanum* aos 7 DAE, verifica-se que não houve diferenças nesta variável para as plantas que tiveram seu desenvolvimento em solo com ou sem a presença de pyriithiobac-sodium (Tabela 3). Aos 28 DAE, em nova avaliação do estágio das plantas de *S. americanum*, observou-se para as

Tabela 2. Porcentagem de controle de *S. americanum* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da época de aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência. Maringá-PR, 2010

Dose (g ha ⁻¹)	7 DAE - Controle (%)					
	20 DAS ¹		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	82,00	Aa*	78,50	Aa*	84,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	84,00	Aa*	82,25	Aa*	86,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	83,75	ABa*	78,25	Ba*	89,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	89,50	Aa*	80,25	Ba*	89,00	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha ⁻¹)	28 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	80,25	Aa*	59,25	Bb*	76,50	ABa*
pyriithiobac-sodium (56)	94,00	Aa*	83,25	Aa*	96,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	96,25	Aa*	87,00	Aa*	90,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	100,00	Aa*	91,50	Aa*	96,00	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
	7 - DAE			28 - DAE		
CV (%)	6,41			15,35		
DMS testemunha	10,21			24,87		
DMS linha	8,56			20,85		
DMS coluna	9,43			22,98		

¹Dias 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

duas maiores doses (84 e 112 g ha⁻¹), o pyriithiobac-sodium retardou o desenvolvimento das plantas em todas as épocas de aplicação. A restrição no desenvolvimento de *S. americanum* pode permitir à cultura sobressair-se na competição com esta espécie, já que em condições normais, o desenvolvimento das plantas daninhas é mais acelerado em comparação ao do algodoeiro.

Joá-de-capote (*Nicandra physaloides*)

A outra solanácea avaliada foi *Nicandra physaloides*, estando os resultados

de controle inicial desta planta daninha apresentados na Tabela 4. Ao observar as duas espécies da família Solanaceae, verifica-se que *N. physaloides* apresentou maior sensibilidade à atividade residual do pyriithiobac-sodium, quando comparada a *S. americanum* (Tabela 4). Quando o pyriithiobac-sodium foi aplicado em pós-emergência nestas espécies não houve diferença na sensibilidade, já que ambas apresentaram baixa tolerância a esta modalidade de aplicação (Braz et al., 2011).

Tabela 3. Estádio das plantas de *S. americanum* aos 7 e 28 DAE, em função da aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência. Maringá-PR, 2010

Dose (g ha ⁻¹)	7 DAE			28 DAE		
	20 ¹	10	0	20	10	0
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.	F.c.
pyriithiobac-sodium (84)	F.c.	F.c.	F.c.	F.c.	F.c.	F.c.
pyriithiobac-sodium (112)	F.c.	F.c.	F.c.	F.c.	F.c.	F.c.
Testemunha sem herbicida	F.c.**			2 p.f.		

¹Dias antes da semeadura (DAS); * par(es) de folha(as); ** folha cotiledonar

Tabela 4. Porcentagem de controle de *N. physaloides* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da época de aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência. Maringá-PR, 2010

Dose (g ha ⁻¹)	7 DAE - Controle (%)					
	20 DAS ¹		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	87,00	Aa [*]	89,00	Aa [*]	86,50	Ab [*]
pyriithiobac-sodium (56)	86,00	Aa [*]	91,50	Aa [*]	90,75	Aab [*]
pyriithiobac-sodium (84)	73,75	Bb [*]	91,00	Aa [*]	95,50	Aab [*]
pyriithiobac-sodium (112)	82,75	Bab [*]	96,75	Aa [*]	98,00	Aa [*]
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha ⁻¹)	28 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	93,25	Aa [*]	95,75	Aa [*]	98,50	Aa [*]
pyriithiobac-sodium (56)	98,75	Aa [*]	99,50	Aa [*]	96,75	Aa [*]
pyriithiobac-sodium (84)	98,75	Aa [*]	94,25	Aa [*]	95,75	Aa [*]
pyriithiobac-sodium (112)	99,50	Aa [*]	100,00	Aa [*]	99,00	Aa [*]
Testemunha sem herbicida	0,00					
	7 - DAE			28 - DAE		
CV (%)	6,48			5,16		
DMS testemunha	10,94			9,53		
DMS linha	9,17			7,99		
DMS coluna	10,10			8,80		

¹Dias 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 níveis de controle inicial (7 DAE) de *N. physaloides* em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium foram elevados, verificando-se que esta espécie apresenta maior sensibilidade à presença do herbicida no solo em comparação à *S. americanum*. Com relação à época de aplicação, observaram-se maiores níveis de controle quando o pyriithiobac-

sodium foi aplicado mais próximo à semeadura da planta daninha (10 e 0 DAS). Na literatura encontram-se descritos resultados semelhantes com relação ao efeito da atividade residual do flumioxazin (inibidor de PROTOX) sobre *N. physaloides* (Jaremtchuk et al., 2009), sendo o herbicida registrado para o controle desta espécie. Apesar de estes trabalhos terem sido

realizados com herbicidas com mecanismos de ação distintos, a comparação entre eles é válida para comprovar o bom desempenho que o pyriithiobac-sodium possui no controle residual de *N. physaloides*.

Na avaliação de controle final de *N. physaloides* verificou-se aumento nestes percentuais em comparação aos observados na primeira avaliação (Tabela 4). Aos 28 DAE, não houve diferenças no controle dessa planta daninha nem quando se variou a época ou dose de pyriithiobac-sodium aplicada. Estes resultados demonstram a sensibilidade de *N. physaloides* à atividade residual do pyriithiobac-sodium, visto que em outras espécies avaliadas, o controle residual imposto pelos tratamentos com maior período entre aplicação e semeadura (20 DAS) foi baixo. A existência de alternativas para o controle eficiente de *N. physaloides*

no algodoeiro é importante, pois além da competição pelos recursos do meio, algumas espécies de solanáceas apresentam a liberação de exsudatos que inibem o desenvolvimento das plantas da cultura, fenômeno conhecido como alelopatia (Alves et al., 2003).

As plantas de *N. physaloides* que cresceram em solo que recebeu aplicação prévia de pyriithiobac-sodium apresentaram desenvolvimento inicial mais lento em comparação às plantas da testemunha sem herbicida (Tabela 5). A diferenciação na época de aplicação, ou o aumento de dose de pyriithiobac-sodium não repercutiu em maior supressão no desenvolvimento desta planta daninha. Aos 7 DAE todas as plantas permaneciam apenas com as folhas cotiledonares, enquanto que as plantas da testemunha já possuíam um par de folhas verdadeiras.

Tabela 5. Estádio das plantas de *N. physaloides* aos 7 e 28 DAE, em função da aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência. Maringá-PR, 2010

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

¹Dias antes da semeadura (DAS); * par(es) de folha(as); ** folha cotiledonar

Aos 28 DAE, em quase todos os tratamentos as plantas de *N. physaloides* permaneceram em estágio de folha cotiledonar, exceto quando o pyriithiobac-sodium (28 g ha⁻¹) foi aplicado 20 DAS. Destaca-se que todos os tratamentos causaram retardamento no desenvolvimento vegetativo da planta daninha, fazendo com que o potencial de interferência da *N. physaloides* seja reduzido.

Erva-quente (Spermacoce latifolia)

As doses de pyriithiobac-sodium iguais ou superiores a 56 g ha⁻¹ apresentaram maior estabilidade no controle de *Spermacoce latifolia* (Tabela 6). A estabilidade no controle de determinada dose do herbicida avaliado no presente experimento está relacionada à variação nos níveis de controle entre as diferentes épocas de aplicação, podendo-se afirmar que a dose que apresentar menor variação entre

as três épocas consiste em um tratamento mais estável, pois propicia um controle residual da planta daninha com maior segurança.

Quando se realiza a avaliação de controle final de uma espécie e se observa que os níveis foram semelhantes aos da primeira avaliação, a persistência do controle pode ser explicada por duas vertentes: este efeito de intoxicação da planta daninha é contínuo, porém não causa a morte, fazendo com que as plantas que tiveram seu desenvolvimento em solo com resíduos do herbicida completem seu ciclo vegetativo sob estresse. Ou ainda, o efeito de controle é pontual (momentâneo) e a redução na concentração do herbicida na solução do solo resultará em queda no controle.

Na última avaliação de controle (28 DAE), os valores apresentaram redução quando comparado ao da primeira avaliação, sendo que as aplicações realizadas com maior

antecipação em relação à semeadura da planta daninha (20 DAS) sofreram redução mais acentuada no controle de *S. latifolia* (Tabela 6). O posicionamento do pyriithiobac-sodium em algodoeiro é feito para o controle de plantas daninhas já emergidas. Porém, pela eficácia apresentada no controle de *S. latifolia*, a utilização do pyriithiobac-sodium no controle em pré-emergência da comunidade infestante deve ser levada em consideração, já que este herbicida apresenta persistência no solo (Guerra et al., 2011a), sendo também seletivo à cultura.

Aos 7 DAE de *S. latifolia* não foram observadas diferenças no estágio das plantas que apresentaram o crescimento inicial em solo com presença de pyriithiobac-sodium

em comparação com as da testemunha sem herbicida (Tabela 7). A não diferenciação no estágio de desenvolvimento de *S. latifolia* pode ser explicada pela baixa absorção que algumas espécies apresentam inicialmente, sendo que a quantidade de herbicida assimilada a partir da solução do solo não foi capaz de interferir no desenvolvimento das plantas.

Na avaliação de estágio final desta espécie, verificou-se que todos os tratamentos causaram paralisação no desenvolvimento da planta daninha, sendo que as doses a partir de 84 g ha⁻¹ de pyriithiobac-sodium aplicadas no dia da semeadura (0 DAS), causaram o maior retardamento no desenvolvimento de *Spermacoce latifolia*.

Tabela 6. Porcentagem de controle de *S. latifolia* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da época de aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência. Maringá-PR, 2010

Dose (g ha ⁻¹)	7 DAE - Controle (%)					
	20 DAS ¹		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	86,00	Ab*	86,00	Aa*	66,25	Bb*
pyriithiobac-sodium (56)	83,50	Bb*	91,75	Aa*	89,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	87,75	Ab*	87,25	Aa*	87,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	94,25	Aa*	80,00	Bb*	84,75	Ba*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha ⁻¹)	28 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	48,75	Bb*	83,50	Aa*	73,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	63,25	Bb*	88,25	Aa*	75,75	ABa*
pyriithiobac-sodium (84)	55,75	Bb*	75,75	Aa*	90,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	84,00	Aa*	80,75	Aa*	89,75	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
	7 - DAE			28 - DAE		
CV (%)	3,86			13,83		
DMS testemunha	6,24			19,86		
DMS linha	5,23			16,65		
DMS coluna	5,77			18,35		

¹Dias 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 7. Estágio das plantas de *S. latifolia* aos 7 e 28 DAE, em função da aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência. Maringá-PR, 2010

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

¹Dias antes da semeadura (DAS); * par(es) de folha(as); ** folha cotiledonar

Trapoeraba (Commelina benghalensis)

Na Tabela 8 estão apresentados os níveis de controle inicial de *Commelina benghalensis*, impostos pelo residual do pyriithiobac-sodium. Os níveis mais elevados de controle foram observados quando a aplicação do pyriithiobac-sodium foi realizada no dia da semeadura da planta daninha. O controle residual de *C. benghalensis* foi reduzindo conforme a época de aplicação do pyriithiobac-sodium, havendo diferença média de 30% para a aplicação realizada 20 dias antes da semeadura (20 DAS) em comparação com a 0 DAS. Com relação à dose de pyriithiobac-sodium, verifica-se que quando o herbicida foi aplicado no dia da semeadura da planta daninha, não houve diferenças nos níveis de controle de *C. benghalensis*.

Além da vantagem do controle residual de pyriithiobac-sodium sobre *C. benghalensis*, este herbicida apresenta sinergismo quando associado ao amonio-glufosinate, como já relatado na literatura, podendo auxiliar no manejo de plantas daninhas no algodoeiro transgênico LL[®]. Esse fato torna-se importante já que o princípio ativo que possui registro para esta cultura geneticamente modificada não

apresenta eficiência sobre *C. benghalensis*, além de apresentar baixa atividade residual no solo (Raimondi et al., 2012).

Os resultados de controle final, em avaliação realizada aos 28 DAE, demonstram o que já foi observado na primeira avaliação com relação ao efeito do residual de pyriithiobac-sodium no solo sobre *C. benghalensis*. A aplicação do herbicida no mesmo dia da semeadura da planta daninha melhora a eficácia do pyriithiobac-sodium no controle em pré-emergência desta espécie, sendo que todas as doses avaliadas exerceram níveis de controle semelhantes.

O desenvolvimento vegetativo de *C. benghalensis* foi retardado quando a germinação e a emergência desta espécie ocorreram em solo com presença de pyriithiobac-sodium na solução (Tabela 9). A aplicação de doses de pyriithiobac-sodium iguais ou superiores a 84 g ha⁻¹ demonstraram maior estabilidade, sendo que em todas as épocas em que foram aplicadas, causaram redução de pelo menos duas folhas verdadeiras, quando comparada as plantas da testemunha sem herbicida.

Tabela 8. Porcentagem de controle de *C. benghalensis* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da época de aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência. Maringá-PR, 2010

Dose (g ha ⁻¹)	7 DAE - Controle (%)					
	20 DAS ¹		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	48,75	Bab*	60,00	ABa*	73,75	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	27,50	Cb*	52,50	Ba*	81,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	68,75	Ba*	52,50	Ba*	90,75	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	66,25	Aa*	69,50	Aa*	82,00	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha ⁻¹)	28 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	24,75	Bb*	52,00	Aa*	78,75	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	23,75	Bb	45,00	Ba*	83,75	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	79,00	ABa*	53,25	Ba*	87,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	76,50	Aa*	66,25	Aa*	80,75	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
	7 - DAE			28 - DAE		
CV (%)	20,44			26,00		
DMS testemunha	24,98			32,14		
DMS linha	20,94			26,95		
DMS coluna	23,07			29,69		

¹Dias antes da semeadura (DAS); *Diferem da testemunha pelo teste Dunnett (ps<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 *C. benghalensis* aos 7 e 28 DAE, em função da aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência. Maringá-PR, 2010

Dose (g ha ⁻¹)	7 DAE			28 DAE		
	20 ¹	10	0	20	10	0
pyriithiobac-sodium (28)	3 f.	2 f.	2 f.	6 f.	6 f.	4 f.
pyriithiobac-sodium (56)	3 f.	3 f.	1 f.	6 f.	6 f.	3 f.
pyriithiobac-sodium (84)	2 f.	2 f.	1 f.	4 f.	4 f.	3 f.
pyriithiobac-sodium (112)	2 f.	2 f.	1 f.	4 f.	4 f.	2 f.
Testemunha sem herbicida	3 f.*			6 f.		

¹Dias antes da semeadura (DAS); * folha(s)

Os elevados níveis de controle nas aplicações realizadas no dia da semeadura, e o atraso no desenvolvimento vegetativo das plantas de *C. benghalensis* pela atividade residual de pyriithiobac-sodium demonstram a importância deste herbicida no manejo de plantas daninhas no algodoeiro, tendo em vista que os herbicidas já registrados em pós-emergência possuem eficácia limitada no controle desta espécie.

Corda-de-viola (Ipomoea grandifolia)

Os percentuais de controle inicial de *Ipomoea grandifolia* pela atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo foram baixos se comparados a outras espécies avaliadas anteriormente (Tabela 10). Ao analisar estes níveis de controle verificou-se que eles ficaram abaixo do considerado mínimo necessário para ser classificado como satisfatório (>80%). Entretanto, deve-se salientar que o controle exercido pela atividade residual do pyriithiobac-sodium sobre esta espécie consiste em 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. Destaca-se ainda que quanto mais previamente foi realizada a aplicação do pyriithiobac-sodium em relação à semeadura da *I. grandifolia*, menores foram os níveis de controle (20 e 10 DAS).

Na avaliação de controle final, observou-se que a aplicação de pyriithiobac-sodium aplicado no dia da semeadura apresentou médias de controle mais elevadas em quase todas as doses em comparação com as outras épocas (20 e 10 DAS). O incremento de dose de pyriithiobac-sodium aplicado no dia da semeadura aumentou os percentuais

de controle de *I. grandifolia*. Nesta avaliação, os níveis de controle foram ampliados para a maioria dos tratamentos, demonstrando que a espécie avaliada apresenta sensibilidade à presença do pyriithiobac-sodium no solo. A sensibilidade de *I. grandifolia* ao pyriithiobac-sodium já havia sido relatada, porém para aplicações em pós-emergência (Almeida & Leite, 1999). Assim como para *C. benghalensis*, a associação entre pyriithiobac-sodium e amonio-glufosinate apresenta sinergismo no controle de *I. grandifolia*, devendo ser, sempre que possível, adotada esta mistura no algodoeiro RR® (Raimondi et al., 2012).

O estágio das plantas de *I. grandifolia* influenciado pela atividade residual do pyriithiobac-sodium está apresentado na Tabela 11. Inicialmente, aos 7 DAE, as plantas que tiveram sua emergência em solo que recebeu aplicação de pyriithiobac-sodium apresentaram atraso no desenvolvimento vegetativo em relação à testemunha sem herbicida, independente da dose ou época de aplicação do produto.

Aos 28 DAE, apenas nos tratamentos com a aplicação de doses de pyriithiobac-sodium iguais ou superiores a 84 g ha⁻¹ causaram paralisação no desenvolvimento das plantas de *I. grandifolia*, sendo que estas encontravam-se em estádios variando de folhas cotiledonares a duas folhas, enquanto que a testemunha sem herbicida estava com seis folhas verdadeiras. Esta permanência da *I. grandifolia* em estádios iniciais de crescimento possibilita às plantas de algodoeiro uma maior capacidade de impor o controle cultural sobre a espécie daninha, por meio do fechamento das entrelinhas da cultura (Carvalho & Velini, 2001).

Tabela 10. Porcentagem de controle de *I. grandifolia* aos 7 e 28 dias após a emergência (DAE), em função da época de aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência. Maringá-PR, 2010

Dose (g ha ⁻¹)	7 DAE - Controle (%)					
	20 DAS ¹		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	41,25	Ba*	32,50	Bb*	70,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	40,00	Ba*	41,25	Bab*	56,25	Ab*
pyriithiobac-sodium (84)	42,50	Ba*	40,00	Bab*	58,75	Aab*
pyriithiobac-sodium (112)	37,50	Ba*	51,25	Aa*	53,75	Ab*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha ⁻¹)	28 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	8,75	Bb	40,00	Ab*	59,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	43,75	Ba*	56,25	ABab*	75,75	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	48,75	Ba*	82,25	Aa*	80,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	60,75	Aa*	55,00	Ab*	74,00	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
	7 - DAE			28 - DAE		
CV (%)	14,91			26,57		
DMS testemunha	13,31			28,76		
DMS linha	11,16			24,11		
DMS coluna	12,29			26,57		

¹Dias 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 11. Estádio das plantas de *I. grandifolia* aos 7 e 28 DAE, em função da aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência. Maringá-PR, 2010

Dose (g ha ⁻¹)	7 DAE			28 DAE		
	20 ¹	10	0	20	10	0
pyriithiobac-sodium (28)	F.c.**	F.c.	F.c.	6 f.	6 f.	6 f.
pyriithiobac-sodium (56)	F.c.	F.c.	F.c.	6 f.	6 f.	6 f.
pyriithiobac-sodium (84)	F.c.	F.c.	F.c.	2 f.	2 f.	F.c.
pyriithiobac-sodium (112)	F.c.	F.c.	F.c.	2 f.	2 f.	F.c.
Testemunha sem herbicida	1 f.*			6 f.		

¹Dias antes da semeadura (DAS); * folha(s); ** folha cotiledonar

Conclusões

Os dados obtidos no presente trabalho demonstram que a atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo é capaz de controlar novos fluxos de emergência de plantas daninhas, observando adequados níveis de controle e atraso no desenvolvimento para joá-de-capote (*Nicandra physaloides*), maria-prezinha (*Solanum americanum*), erva-quente (*Spermacoce latifolia*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*). A exploração correta da atividade residual deste herbicida acarreta benefícios para a redução no número de aplicações em pós-emergência.

Referências

Almeida, J.C.V., Leite, C.R.F. 1999. Eficiência do herbicida pyriithiobac aplicado em pós-emergência no controle de plantas daninhas na cultura do algodão. *Planta Daninha*17: 131-138.

Alves, C.C.F., Alves, J.M., Silva, T.M.S., Carvalho, M.G., Jacob Neto, J. 2003. Atividade alelopática de alcalóides glicosilados de *Solanum crinitum* Lam. *Floresta e Ambiente*10: 93-97.

Braz, G.B.P., Oliveira JR., R.S., Constantin, J., Raimondi, M.A., Franchini, L.H.M., Biffe, D.F., Arantes, J.G.Z., Takano, H.K. 2012. Seletividade de amonio-glufosinate isolado e em mistura com pyriithiobac-sodium em algodoeiro transgênico LL®. *Planta Daninha* 30: 853-860.

Braz, G.B.P., Constantin, J., Oliveira JR., R.S., Guerra, N., Oliveira Neto, A.M., Santos, G., Arantes, J.G.Z., Dan, H.A. 2011. Controle de solanáceas por herbicidas utilizados em algodoeiro. *Revista Brasileira de Herbicidas*10: 190-199.

Carvalho, F.T., Velini, E.D. 2001. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. I - Cultivar IAC-11. *Planta Daninha*19: 317-322.

Christoffoleti, P.J. 2001. Bioensaio para

determinação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da enzima ALS. *Bragantia* 60: 261-265.

Freitas, R.S., Berger, P.G., Ferreira, L.R., Silva, A.C., Cecon, P.R., Silva, M.P. 2006. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro em sistema de plantio direto. *Planta Daninha* 24: 339-346.

Guerra, N., Oliveira Jr., R.S., Constantin, J., Oliveira Neto, A.M., Santos, G., Jumes, T.M.C. 2011a. Persistência de trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium em diferentes tipos de solo. *Planta Daninha* 29: 673-681.

Guerra, N., Oliveira Jr., R.S., Constantin, J., Oliveira Neto, A.M., Dan, H.A., Alonso, D.G., Jumes, T.M.C. 2011b. Seleção de espécies bioindicadoras para os herbicidas trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium. *Revista Brasileira de Herbicidas* 10: 37-48.

Jaremtchuk, C.C., Constantin, J., Oliveira Jr., R.S., Alonso, D.G., Arantes, J.G.Z., Biffe, D.F., Roso, A.C., Cavaliere, S.D. 2009. Efeito residual de flumioxazin sobre a emergência de plantas daninhas em solos de texturas distintas. *Planta Daninha* 27: 191-196.

Kaloumenos, N.S., Veletza, V.G., Papantoniou, A.N., Kadis, S.G., Eleftherohorinos, I.G. 2005. Influence of pyriithiobac application rate and timing on weed control and cotton yield in Greece. *Weed Technology* 19: 207-216.

Raimondi, M.A., Oliveira Jr., R.S., Constantin, J., Franchini, L.H.M., Biffe, D.F., Arantes, J.G.Z., Blainski, E., Staudt, R.C., Raimondi, R.T. 2012. Controle e reinfestação de plantas daninhas com associação de amonio-glufosinate e pyriithiobac-sodium em algodão Liberty Link®. *Revista Brasileira de Herbicidas* 11: 159-173.

Troxler, S.C., Askew, S.D., Wilcut, J.W., Smith, W.D., Paulsgrove, M.D. 2002. Clomazone, fomesafen, and bromoxynil systems for bromoxynil-resistant cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Technology* 16: 838-844.

Webster, E.P., Shaw, D.R. 1997. Effect of application timing on pyriithiobac persistence. *Weed Science* 45: 179-182.

Yamashita, O.M., Mendonça, F.S., Orsi, J.V.N., Resende, D.D., Kappes, C., Guimarães, S.C. 2008. Efeito de doses reduzidas de oxyfluorfen em cultivares de algodoeiro. *Planta Daninha* 26: 917-921.