

GUILHERME BRAGA PEREIRA BRAZ

**PYRITHIOBAC-SODIUM: ATIVIDADE RESIDUAL SOBRE PLANTAS
DANINHAS E SELETIVIDADE DA MISTURA COM AMONIO-
GLUFOSINATE EM ALGODOEIRO TRANSGÊNICO LIBERTY LINK®.**

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2012**

GUILHERME BRAGA PEREIRA BRAZ

**PYRITHIOBAC-SODIUM: ATIVIDADE RESIDUAL SOBRE PLANTAS
DANINHAS E SELETIVIDADE DA MISTURA COM AMONIO-
GLUFOSINATE EM ALGODOEIRO TRANSGÊNICO LIBERTY LINK®.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Proteção de Plantas, para obtenção do Título de Mestre.

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2012**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

GUILHERME BRAGA PEREIRA BRAZ

PYRITHIOBAC-SODIUM: ATIVIDADE RESIDUAL SOBRE PLANTAS
DANINHAS E SELETIVIDADE DA MISTURA COM AMONIO-GLUFOSINATE
EM ALGODOEIRO TRANSGÊNICO LIBERTY LINK®.

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Proteção de Plantas, para obtenção do Título de Mestre.

APROVADA em 08 de Fevereiro de 2012.

Prof. Dr. Ederaldo José Chiavegato

Prof. Dr. Pedro Soares Vidigal Filho

Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira Jr.
(Orientador)

Ofereço a Deus que nunca me deixou sozinho, mesmo nos momentos mais difíceis, sempre me enviando um sinal de qual seria o melhor caminho a percorrer, ao longo desta jornada.

Aos meus pais, Antonio Joaquim Braga Pereira Braz e Vera Lúcia Pereira Braz por quem tive e tenho vontade e força para lutar, pois são minha inspiração de vida.

Aos meus irmãos Rafael Braga Pereira Braz e Lucas Braga Pereira Braz que sempre me apoiaram nos momentos difíceis e de sucessos. Sei que a presença deles em minha vida é fundamental!

DEDICO.

*O sofrimento é passageiro, mas o desistir é para sempre.
Por isso, enquanto houver 1% de chance, vá com 99% de fé.*
(Adaptado de Lance Armstrong)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (PGA), pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pelo auxílio financeiro por meio da bolsa de estudos concedida.

Ao meu orientador Dr. Rubem Silvério de Oliveira Jr., que me transmitiu segurança e conhecimento necessário para a realização desta obra.

Ao meu co-orientador Dr. Jamil Constantin, que contribuiu muito para o meu crescimento profissional e pessoal durante estes anos de convívio.

Aos professores Dr. Ederaldo José Chiavegato e Prof. Dr. Pedro Soares Vidigal Filho, por se disporem a participar da banca examinadora deste trabalho.

A minha cunhada Andréia e minha sobrinha Valentina, que vieram somar em nossa família mais felicidade.

À secretária do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Érika Cristina T. Sato, pelo atendimento profissional e competente durante este período de convivência.

Aos funcionários do Departamento de Agronomia/UEM, Milton Lopes da Silva e Luis Machado Homem, pela presteza e apoio na condução dos experimentos.

Aos amigos membros do Núcleo de Estudos Avançados em Ciência das Plantas Daninhas da Universidade Estadual de Maringá (NAPD/UEM), Alessandra Francischini, Alexandre Gemelli, Antonio Neto, Denis Biffe, Diego Alonso, Éder Blainski, Eliezer Gheno, Fabiano Rios, Felipe Fornaza, Gizelly Santos, Hudson Takano, Hugo Dan, Jethro Osipe, João Arantes, Luis Franchini, Michel Raimondi, Naiara Guerra, Pedro Martini, Rodrigo Franciscon e Talita Jumes, pela amizade e companheirismo durante este período e indispensável colaboração nos trabalhos desenvolvidos.

E a todos que de alguma maneira contribuíram para a conclusão deste trabalho,
expresso

Muito obrigado!

BIOGRAFIA

GUILHERME BRAGA PEREIRA BRAZ, filho de Antonio Joaquim Braga Pereira Braz e Vera Lúcia Pereira Braz, nasceu no município de Rio Verde, Estado de Goiás, aos 11 dias do mês de setembro do ano de 1988.

Em fevereiro de 2006, iniciou o Curso de Engenharia Agrônoma na Universidade de Rio Verde – FESURV. Durante o período de graduação, participou de projetos de pesquisa na área da Ciência das Plantas Daninhas e de Fisiologia Vegetal, sob a orientação dos Professores Dr. Sérgio de Oliveira Procópio e Gustavo Adolfo Pazetti Ordoñez. Graduiu-se em Engenharia Agrônoma em 08 de janeiro de 2010.

Em março de 2010, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Agronomia, nível de Mestrado, Área de Concentração em Proteção de Plantas, na Universidade Estadual de Maringá (UEM), sob orientação do professor Dr. Rubem Silvério de Oliveira Júnior e co-orientação do professor Dr. Jamil Constantin.

ÍNDICE

Resumo.....	x
Abstract.....	xi
Introdução geral.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
Atividade residual do pyriithiobac-sodium no controle de plantas daninhas infestantes de algodoeiro.....	3
Resumo.....	3
Abstract.....	4
Introdução.....	5
Material e métodos.....	7
Resultados e discussão.....	10
Conclusões.....	39
Referências bibliográficas.....	40
CAPÍTULO 2.....	43
Seletividade de amonio-glufosinate isolado e da mistura com pyriithiobac-sodium em algodoeiro transgênico Liberty Link®.....	43
Resumo.....	43
Abstract.....	44
Introdução.....	45
Material e métodos.....	47
Resultados e discussão.....	51
Conclusões.....	57
Referências bibliográficas.....	58
Considerações gerais.....	60
Conclusão geral.....	61
Anexos.....	62

RESUMO

BRAZ, G.B.P., M.Sc. Universidade Estadual de Maringá (UEM), Fevereiro de 2012, **Pyrithiobac-sodium: atividade residual sobre plantas daninhas e seletividade da mistura com amonio-glufosinate em algodoeiro transgênico Liberty Link®**. Orientador: Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira Jr.; Co-orientador: Prof. Dr. Jamil Constantin.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da atividade residual do pyrithiobac-sodium no controle das principais plantas daninhas da cultura do algodoeiro bem como a seletividade deste herbicida em aplicações em associação com o amonio-glufosinate para cultivares transgênicas LL® (Liberty Link). A partir dos resultados gerados nos experimentos, chegaram-se as seguintes conclusões: o biótipo de *B. pilosa* não apresentou sensibilidade ao pyrithiobac-sodium aplicado no solo indicando tratar-se de biótipo com resistência aos herbicidas inibidores da ALS. *Euphorbia heterophylla* resistente aos herbicidas inibidores da ALS teve seu desenvolvimento restringido pela atividade residual do pyrithiobac-sodium no solo apesar de não haver morte de plantas. A atividade residual do pyrithiobac-sodium causou restrição no desenvolvimento vegetativo das demais espécies avaliadas. A atividade residual do pyrithiobac-sodium no solo diminui com o passar do tempo visto que nas primeiras épocas de aplicação observaram-se níveis de controle mais baixos. O aumento de dose de pyrithiobac-sodium propicia maior atividade residual deste herbicida no solo. As espécies com maior sensibilidade à atividade residual do pyrithiobac-sodium foram, em ordem decrescente: *N. physaloides*, *A. tenella*, *S. americanum*, *S. latifolia*, *A. lividus*, *A. hybridus*, *C. benghalensis*, soja RR®, *I. grandifolia*, *E. heterophylla* e *T. procumbens*. O algodoeiro transgênico LL® apresentou elevada tolerância ao amonio-glufosinate não sendo verificadas reduções na produtividade das plantas que receberam até 1.500 g ha⁻¹ deste produto, parceladas em três aplicações. A mistura do pyrithiobac-sodium com amonio-glufosinate apresentou-se seletiva ao algodoeiro apenas para uma aplicação em pós-emergência.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., pré-emergência, fitointoxicação, inibidor da glutamina sintetase, inibidor de acetolactato sintetase, mistura em tanque.

ABSTRACT

BRAZ, G.B.P., M.Sc., Universidade Estadual de Maringá (UEM), February of 2012, **Residual activity of pyriithiobac-sodium: effect on weeds and selectivity in mixture with ammonium-glufosinate to transgenic cotton LL[®]**. Adviser: Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira Júnior; Co-adviser: Dr. Jamil Constantin.

This study aimed to evaluate the effect of residual activity of pyriithiobac-sodium in the control of important weeds of cotton crop, as well as the selectivity of this herbicide in association with ammonium-glufosinate to transgenic variety cotton LL[®] (Liberty Link). From the results generated in the experiments, the following conclusions: the biotype of *B. pilosa* demonstrated no sensitivity to pyriithiobac-sodium applied to the soil showing a possible resistance to ALS herbicide inhibitors. Growth of *Euphorbia heterophylla* resistant to ALS herbicide inhibitors was restricted by the residual activity of pyriithiobac-sodium in soil, although there was no death of plants. Residual activity of pyriithiobac-sodium caused restriction to the vegetative growth of other species evaluated. The residual activity pyriithiobac-sodium in soil decreases with time; the first application time provided lower levels of control for the species in this study. Increased doses of pyriithiobac-sodium provides longer residual control of this herbicide in soil. The species that demonstrated high sensibility to the residual activity of pyriithiobac-sodium were, in descending order: *N. physaloides*, *A. tenella*, *S. americanum*, *S. latifolia*, *A. lividus*, *A. hybridus*, *C. benghalensis*, soja RR[®], *I. grandifolia*, *E. heterophylla* and *T. procumbens*. The transgenic cotton LL[®] was tolerant to ammonium-glufosinate and crop yield decreases were not found after use of up to 1500 g ha⁻¹ of this product, divided in three applications. The mixture of pyriithiobac-sodium with ammonium-glufosinate was found to be selective to the cotton only for one post-emergence application.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., preemergence, crop injury, GS inhibitor, ALS inhibitor, tank mixture.

INTRODUÇÃO GERAL

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch) consiste na principal fornecedora de fibra natural para a indústria têxtil, estando entre as principais *commodities* agrícolas do mundo. O ciclo desta cultura é extenso, em comparação com outras espécies anuais, o que faz com que esta fique exposta à adversidades em função de fatores bióticos e abióticos por mais tempo.

Entre os fatores bióticos que causam prejuízos a esta cultura, destaca-se a interferência imposta pelas plantas daninhas. A comunidade infestante nas lavouras de algodoeiro, quando não manejada, causa elevação no custo de produção, redução no rendimento, depreciação da qualidade da fibra e consequente queda no preço de comercialização.

A elevada sensibilidade do algodoeiro à interferência imposta pelas plantas daninhas está relacionada aos diferentes fatores, que, atuando em conjunto, permitem que as espécies infestantes sobressaiam em relação às plantas cultivadas. Entre os fatores que tornam o algodoeiro sensível à matointerferência, pode ser citado o desenvolvimento lento quando comparado ao das plantas daninhas e ao fechamento tardio da cultura. Assim como estes fatores determinam a sensibilidade da cultura à competição com as plantas daninhas, a composição florística da comunidade infestante exerce grande influência na intensidade ou no grau de interferência.

Na cultura do algodoeiro, as espécies que representam maior desafio no manejo de plantas daninhas são as dicotiledôneas, principalmente pelas semelhanças morfofisiológicas com a planta. Neste caso, o controle é dificultado pelo fato da planta daninha apresentar hábitos de desenvolvimento semelhantes ao do algodoeiro, e ainda, os herbicidas seletivos para a espécie cultivada não apresentam eficácia sobre estas infestantes. Entre as principais espécies infestantes dicotiledôneas no algodoeiro destacam-se as pertencentes às famílias Amaranthaceae (*Amaranthus* sp. e *Alternanthera tenella*), Solanaceae (*Solanum americanum* e *Nicandra physaloides*), Asteraceae (*Bidens pilosa* e *Tridax procumbens*), Convolvulaceae (*Ipomoea* spp.), Rubiaceae (*Spermacoce latifolia*), Commelinaceae (*Commelina benghalensis*) e Euphorbiaceae (*Euphorbia heterophylla*).

Escassas são as opções de herbicidas registrados para o controle em pós-emergência que possuem efeito sobre espécies daninhas latifoliadas na cultura do algodoeiro. Dentre as existentes, as mais importantes são trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium cujo mecanismo de ação atua na inibição da enzima acetolactato

sintetase (ALS). Para as cultivares de algodoeiro transgênicas com resistência aos herbicidas, duas opções para o controle de plantas daninhas em pós-emergência estão disponíveis, o glyphosate e o amonio-glufosinate.

Pouco se sabe a respeito do efeito da atividade residual que o pyriithiobac-sodium apresenta no solo sobre as plantas daninhas já que seu uso é registrado para a aplicação em pós-emergência. Entretanto, os herbicidas inibidores da ALS, em sua grande maioria, caracterizam-se por apresentar considerável persistência no solo. Em trabalhos descritos na literatura, já foi relatado que a persistência do pyriithiobac-sodium, em determinadas classes texturais de solo, pode chegar a 200 dias.

A atividade residual no solo que o pyriithiobac-sodium apresenta é benéfica para o manejo de plantas daninhas no algodoeiro, pois este herbicida pode reduzir a emergência ou suprimir o desenvolvimento de novos fluxos de plantas daninhas, desempenhando controle residual similar aos herbicidas aplicados em pré-emergência, mesmo quando sua utilização visa ao controle das plantas daninhas em pós-emergência.

O controle residual das plantas daninhas pelo pyriithiobac-sodium pode também ser potencialmente utilizado nas cultivares de algodoeiro transgênicas, sendo um grande benefício, já que os herbicidas posicionados para estes genótipos não apresentam atividade residual no solo. Porém, com as alterações genéticas realizadas para a criação destas plantas transgênicas, é necessário investigar se tais variedades conservam a tolerância ao pyriithiobac-sodium.

O desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da atividade residual do pyriithiobac-sodium no controle das principais plantas daninhas da cultura do algodoeiro, bem como a seletividade deste herbicida nas aplicações em associação com o amonio-glufosinate em cultivar transgênica LL[®] (“Liberty Link”).

CAPÍTULO 1

ATIVIDADE RESIDUAL DO PYRITHIOBAC-SODIUM NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS INFESTANTES DE ALGODOEIRO

RESUMO – A utilização de herbicidas em pós-emergência consiste em um dos principais métodos de controle da comunidade infestante no algodoeiro, porém pouco se conhece sobre a atividade residual destes produtos no desenvolvimento das plantas daninhas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a atividade residual de pyriithiobac-sodium sobre as principais espécies infestantes do algodoeiro. Foram conduzidos doze 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 que serviu de testemunha sem herbicida. O biótipo de *B. pilosa* resistente aos herbicidas inibidores da ALS não apresentou sensibilidade ao pyriithiobac-sodium aplicado no solo. A atividade residual do pyriithiobac-sodium causou restrição no desenvolvimento vegetativo das demais espécies. As espécies com maior sensibilidade à atividade residual do pyriithiobac-sodium, em ordem decrescente, foram: *N. physaloides*, *A. tenella*, *S. americanum*, *S. latifolia*, *A. lividus*, *A. hybridus*, *C. benghalensis*, soja RR[®], *I. grandifolia*, *E. heterophylla* e *T. procumbens*.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., pré-emergência, inibidor de acetolactato sintetase.

Residual activity of pyriithiobac-sodium in control of cotton weeds

ABSTRACT – The use of post-emergent 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. Twelve 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), plus an additional treatment that served as a control without herbicide. The biotype of *B. pilosa* resistant to ALS inhibitors showed no sensitivity to pyriithiobac-sodium applied to the soil. Residual activity of pyriithiobac-sodium caused restriction the vegetative growth of other weeds species. The species that demonstrated high sensibility to the residual activity of pyriithiobac-sodium were, in descending order: *N. physaloides*, *A. tenella*, *S. americanum*, *S. latifolia*, *A. lividus*, *A. hybridus*, *C. benghalensis*, soja RR[®], *I. grandifolia*, *E. heterophylla* and *T. procumbens*.

Keywords: *Gossypium hirsutum* L., preemergence, ALS inhibitor.

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 explorado em grandes áreas, principalmente nos Estados de Mato Grosso e Bahia.

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 da 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 reduza em até 80%, quando não se adota nenhum método de controle durante o ciclo do algodoeiro (Freitas et al., 2002). Além da redução quantitativa de fibra produzida, a convivência com determinadas espécies de plantas daninhas causa um decréscimo na qualidade da fibra produzida pelo algodoeiro.

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 para algodoeiro comum (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 com as plantas daninhas (Braz et al., 2011).

Para assegurar a produtividade e 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. A utilização racional destes produtos possibilita controle eficiente das plantas daninhas, além de facilidade na realização, garantindo boa rentabilidade ao produtor. As diferentes modalidades de aplicação de herbicidas no algodoeiro incluem o manejo em pré-semeadura, pré-emergência, pós-emergência e pós-emergência em jato dirigido (Troxler et al., 2002).

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 (Yamashita et al., 2008). 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), apresentando maior eficácia sobre plantas daninhas em estádios mais precoces.

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

Embora seja utilizado em pós-emergência (42 a 140 g ha⁻¹), 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 & Shaw, 1997), e sua persistência em determinadas classes texturais de solo pode chegar a 120 dias (Veletza et al., 2005). Em outro estudo, foi demonstrada persistência ainda maior deste herbicida, sendo possível detectar a atividade do pyriithiobac-sodium no solo, por meio de espécie bioindicadora, 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* (Ferri & Vidal, 2003) e o risco de contaminação do lençol freático (Brighenti et al., 2002). Entretanto, há vantagens nesta atividade residual que o pyriithiobac-sodium apresenta no solo, como 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 pyriithiobac-sodium no solo em relação ao controle das principais espécies de plantas daninhas 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 material de solo utilizado foi seco, peneirado e colocado em vasos plásticos com capacidade para 3 dm³, os quais foram considerados como unidades experimentais. A análise de solo revelou as seguintes características químicas e físicas: pH em água de 6,30; 2,94 cmol_c de H⁺ + Al⁺³ dm⁻³ de solo; 5,30 cmol_c dm⁻³ de Ca⁺²; 1,56 cmol_c dm⁻³ de Mg⁺²; 0,37 cmol_c dm⁻³ de K⁺; 4,40 mg dm⁻³ de P; 7,90 g dm⁻³ de C; 250 g kg⁻¹ de areia grossa; 260 g kg⁻¹ de areia fina; 20 g kg⁻¹ de silte; e 470 g kg⁻¹ de argila (textura argilosa).

Um total de doze espécies foi utilizado neste estudo instalando-se um experimento para cada, sendo todos conduzidos simultaneamente (Tabela 1). 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 pyrithiobac-sodium apresentar maior espectro de controle sobre plantas daninhas dicotiledôneas.

Tabela 1 – Relação das espécies avaliadas nos experimentos. Maringá-PR, 2010

Nome comum	Nome científico	Nº sementes por vaso
Caruru-roxo	<i>Amaranthus hybridus</i>	30
Caruru-rasteiro	<i>Amaranthus lividus</i>	150
Apaga-fogo	<i>Alternanthera tenella</i>	50
Erva-de-touro	<i>Tridax procumbens</i>	30
Picão-preto resistente à ALS	<i>Bidens pilosa</i>	30
Maria-pretinha	<i>Solanum americanum</i>	80
Joá-de-capote	<i>Nicandra physaloides</i>	120
Erva-quente	<i>Spermacoce latifolia</i>	30
Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>	50
Leiteiro resistente à ALS	<i>Euphorbia heterophylla</i>	30
Soja V-MAX (NK 7059RR®)	<i>Glycine max</i>	5
Corde-de-viola	<i>Ipomoea grandifolia</i>	30

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 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.

O pyriithiobac-sodium é um herbicida sistêmico seletivo para a cultura do algodoeiro, cujo mecanismo de ação atua inibindo a enzima acetolactato sintase, pertencendo ao grupo químico dos ácidos pirimidiniloxibenzóicos. No Brasil, o produto comercial com o princípio ativo pyriithiobac-sodium denomina-se Staple, apresentando dose de registro para aplicações em pós-emergência no algodoeiro na faixa entre 0,15 a 0,50 L p.c. ha⁻¹ (42 a 140 g i.a. ha⁻¹).

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 2.

Tabela 2 – 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

A partir da aplicação do herbicida nas duas primeiras épocas (20 e 10 DAS), os vasos foram irrigados por sistema de irrigação automático, simulando precipitação pluvial de 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, 14 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% corresponderam 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 pyriithiobac-sodium no solo e semeadura estão apresentados na Tabela 3. Nota-se que, para todas as épocas de aplicação, o controle de *A. hybridus* foi maior com a utilização de doses mais elevadas de pyriithiobac-sodium, indicando maior atividade residual do herbicida na solução do solo. A persistência dos herbicidas no solo sofre influência tanto de fatores relacionados a 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 14 DAE do *A. hybridus*, os níveis de controle apresentaram aumento em comparação aos observados na primeira avaliação (Tabela 3), visto que doses de pyriithiobac-sodium, iguais ou superiores a 84 g ha⁻¹, proporcionaram controles elevados em todas as épocas de aplicação. Os níveis de controle observados nesta avaliação demonstram que o efeito supressivo do pyriithiobac-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).

Com relação à época de aplicação do herbicida influenciando no controle de *A. hybridus*, verifica-se, na Tabela 3, que houve diferenças apenas para as menores doses de pyriithiobac-sodium (28 e 56 g ha⁻¹). O tempo que o herbicida leva para ser removido da solução do solo está diretamente ligado a quantidade de princípio ativo que foi aplicada, onde menores doses tendem a ter efeito menos pronunciado no controle, por haver menor concentração de herbicida no solo (Santos et al., 2006).

Os níveis de controle aos 28 DAE foram reduzidos quando comparados aos observados na segunda avaliação de controle (Tabela 3). A redução nos níveis de controle pode ter sido ocasionada pela redução na quantidade de pyriithiobac-sodium na solução do solo e, concomitantemente, pela recuperação das plantas de *A. hybridus* que se encontravam intoxicadas pelo herbicida. Corroborando com as primeiras avaliações, o incremento de dose de pyriithiobac-sodium contribuiu no controle residual de *A. hybridus*.

Tabela 3 – Porcentagem de controle de *A. hybridus* aos 7, 14 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)	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 ⁻¹)	14 DAE - Controle (%)		
	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	85,75 Aa*	87,00 Aa*	72,50 Bc*
pyriithiobac-sodium (56)	90,25 Aa*	75,00 Bb*	79,50 Bbc*
pyriithiobac-sodium (84)	85,75 Aa*	89,00 Aa*	84,00 Aab*
pyriithiobac-sodium (112)	84,75 Aa*	90,00 Aa*	90,25 Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00		
Dose (g ha ⁻¹)	28 DAE - Controle (%)		
	20 DAS	20 DAS	20 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	14 - DAE	28 - DAE
CV (%)	10,17	6,29	10,19
DMS testemunha	11,52	10,08	13,28
DMS linha	9,66	8,45	11,13
DMS coluna	10,64	9,31	12,27

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.

Ao analisar os níveis de controle de *A. hybridus* observados em função da atividade residual do pyriithiobac-sodium (Tabela 3), verifica-se que ficaram abaixo dos níveis obtidos por aplicações em pós-emergência, ou até mesmo de herbicidas pré-emergentes registrados para o algodoeiro (Raimondi et al., 2010). Entretanto, deve-se salientar que o controle exercido pela atividade residual do pyriithiobac-sodium sobre *A. hybridus* seria 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.

Outra vantagem da atividade residual do pyriithiobac-sodium no controle de plantas daninhas é que, em cultivar transgênica de algodoeiro (RR[®] ou LL[®]), 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 apresentam baixa 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 ao crescimento em solo com resíduos destes produtos (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 4.

Tabela 4 – Estádio das plantas de *A. hybridus* 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.	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.	

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

Aos 7 DAE, nota-se que as plantas submetidas ao crescimento em solo com presença do pyriithiobac-sodium apresentaram paralisação no desenvolvimento, uma vez que estavam em estágio de folha cotiledonar e a testemunha já apresentava 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 (Foloni et al., 1999).

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⁻¹ foram mais eficientes na paralisação do desenvolvimento desta espécie.

Caruru-rasteiro (*Amaranthus lividus*)

A outra espécie do gênero *Amaranthus* avaliada foi *A. lividus*, em função de apresentar-se disseminada nas áreas de produção de algodoeiro. Na Tabela 5, estão apresentados os dados de controle inicial desta planta daninha 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 e dez 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.

Tabela 5 – Porcentagem de controle de *A. lividus* aos 7, 14 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)	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 ⁻¹)	14 DAE - Controle (%)		
	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	77,75 Aa*	73,25 Aa*	77,50 Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	78,50 Aa*	67,50 Aa*	75,00 Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	75,75 Aa*	74,00 Aa*	75,00 Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	75,00 Aa*	72,50 Aa*	74,00 Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00		
Dose (g ha ⁻¹)	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	14 - DAE	28 - DAE
CV (%)	4,67	9,78	11,45
DMS testemunha	7,62	13,84	15,95
DMS linha	6,40	11,62	13,39
DMS coluna	7,05	12,80	14,75

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.

O pyriithiobac-sodium, em doses iguais ou inferiores a 56 g ha⁻¹, apresentou redução nos níveis de controle quando houve maior período entre a semeadura da planta daninha e a aplicação do herbicida. Ao se 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.

Os percentuais de controle observados na avaliação de 14 DAE tiveram decréscimo quando comparados com os obtidos na primeira avaliação de controle. Assim como para a avaliação de controle realizada aos 7 DAE, não houve melhoria nos níveis de controle de *A. lividus* com o incremento de dose do pyriithiobac-sodium.

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.

Na última avaliação de controle, verifica-se que os percentuais de controle de *A. lividus* tiveram ligeira redução se comparados aos observados aos 14 DAE (Tabela 5). 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).

O controle de *A. lividus*, exercido pela atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo, nas épocas de aplicação, na média das quatro doses deste herbicida, foi 73%. A eficiência do pyriithiobac-sodium, no controle de espécies de *Amaranthus* em aplicações em pré e pós-emergência, isoladamente ou em associações, já foi descrita anteriormente na literatura (Burke & Wilcut, 2004).

A atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo causou retardamento no desenvolvimento das plantas de *A. lividus*, aos 7 DAE (Tabela 6). 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 com a planta daninha, já que estas se encontram sob estresse devido à intoxicação pelo herbicida.

Tabela 6 – Estádio das plantas de *A. lividus* 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.	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.	

¹Dias 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. Nesta data, 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⁻¹) causaram diferenciação no desenvolvimento destas plantas em relação à testemunha sem herbicida.

Apaga-fogo (*Alternanthera tenella*)

Entre as espécies da família Amaranthaceae, *A. tenella* apresentou maior suscetibilidade à presença de pyriithiobac-sodium no solo, estando os dados de controle inicial apresentados na Tabela 7. O residual imposto pela aplicação de doses de pyriithiobac-sodium a partir de 56 g ha⁻¹ foi capaz de exercer controle maior que 92%. A época em que o herbicida foi aplicado teve pouca influência no controle da planta daninha quando se utilizou doses iguais ou superiores a 56 g ha⁻¹.

A eficácia apresentada pelo pyriithiobac-sodium no controle em pré-emergência de *A. tenella* apresenta 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, pois sua capacidade de alastrar-se por enraizamento a partir de nós em contato com o solo a torna uma planta daninha extremamente agressiva.

Aos 14 DAE, a supressão imposta pela atividade residual do pyriithiobac-sodium sobre as plantas de *A. tenella* persistiu, sendo verificados níveis de controle

semelhantes aos da primeira avaliação. A sensibilidade desta planta daninha aos herbicidas aplicados em pré-emergência já foi comprovada em outros trabalhos, demonstrando que esta modalidade de aplicação consiste na melhor opção visando ao controle de *A. tenella* (Procópio et al., 2006; Canossa et al., 2007).

Tabela 7 – Porcentagem de controle de *A. tenella* aos 7, 14 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)	83,25 A ^a *	99,50 A ^a *	76,25 B ^a *
pyriithiobac-sodium (56)	100,00 A ^a *	97,75 A ^a *	98,00 A ^a *
pyriithiobac-sodium (84)	100,00 A ^a *	100,00 A ^a *	98,00 A ^a *
pyriithiobac-sodium (112)	100,00 A ^a *	92,50 A ^a *	99,50 A ^a *
Testemunha sem herbicida	0,00		
Dose (g ha ⁻¹)	14 DAE - Controle (%)		
	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	93,75 A ^a *	98,75 A ^a *	74,50 B ^b *
pyriithiobac-sodium (56)	100,00 A ^a *	99,00 A ^a *	97,25 A ^a *
pyriithiobac-sodium (84)	99,75 A ^a *	99,75 A ^a *	96,00 A ^a *
pyriithiobac-sodium (112)	100,00 A ^a *	95,00 A ^a *	100,00 A ^a *
Testemunha sem herbicida	0,00		
Dose (g ha ⁻¹)	28 DAE - Controle (%)		
	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	89,00 A ^a *	97,00 A ^a *	66,25 B ^b *
pyriithiobac-sodium (56)	97,00 A ^a *	84,50 A ^a *	93,25 A ^a *
pyriithiobac-sodium (84)	97,00 A ^a *	87,00 A ^a *	90,75 A ^a *
pyriithiobac-sodium (112)	93,25 A ^a *	92,75 A ^a *	92,75 A ^a *
Testemunha sem herbicida	0,00		
	7 - DAE	14 - DAE	28 - DAE
CV (%)	15,26	10,54	11,71
DMS testemunha	27,36	19,04	19,80
DMS linha	22,94	15,96	16,60
DMS coluna	25,28	17,59	18,29

¹Dias antes da semeadura (DAS); *Diferem da testemunha pelo teste Dunnett ($p \leq 0,05$); 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 avaliação de controle final, realizada aos 28 DAE das plantas de *A. tenella*, demonstrou elevada sensibilidade desta espécie à atividade residual do pyriithiobac-sodium (Tabela 7). A utilização de doses a partir de 56 g ha⁻¹ do pyriithiobac-sodium fez com que a época de aplicação não tivesse efeito no controle final de *A. tenella*. 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 condições de pré-emergência, demonstram a sua importância 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, que faz com que o manejo em estádios avançados seja mais complexo (Canossa et al., 2008).

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, onde o herbicida foi aplicado previamente, as plantas encontravam-se com folhas cotiledonares (Tabela 8). 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⁻¹).

Tabela 8 – Estádio das plantas de *A. tenella* 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.	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.		

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

Na avaliação final de estágio (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⁻¹. Nesta avaliação, as plantas que se desenvolveram em solos com pyriithiobac-sodium em doses a partir de 84 g ha⁻¹ 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 com o algodoeiro, já que o estágio de desenvolvimento da planta daninha está relacionado com o potencial de competição com a cultura (Bianchi et al., 2006).

Família: Asteraceae

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. A resistência apresentada pelas populações de picão-preto resistente à ALS já foi descrita como cruzada, apresentando insensibilidade aos herbicidas pertencentes aos grupos químicos sulfoniluréias e imidazolinonas (Monquero & Christoffoleti, 2001).

O biótipo de *B. pilosa* utilizado no trabalho apresentou resistência ao pyriithiobac-sodium, aplicado em condições de pré-emergência. Desta forma, foi possível constatar que a modalidade de aplicação não influencia na resposta apresentada pela planta aos herbicidas inibidores da ALS, sendo que trabalhos com a aplicação do pyriithiobac-sodium em pré e pós-emergência demonstraram a ineficiência deste herbicida sobre biótipos resistentes de *B. pilosa* (Braz et al., 2011; Guerra et al., 2011c).

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 9). Nota-se que houve redução no controle desta espécie nas aplicações realizadas mais previamente (20 DAS).

A dose de pyriithiobac-sodium teve pouca influência nos níveis de controle para as duas últimas épocas de aplicação (10 e 0 DAS), não sendo observadas diferenças no controle de *T. procumbens* com a variação da dose de herbicida aplicada. Para a primeira época de aplicação (20 DAS), apenas doses a partir de 56 g ha⁻¹ foram capazes de impor níveis de controle elevados em relação a espécie.

Na segunda avaliação (14 DAE), observou-se a mesma tendência no controle de *T. procumbens* pela atividade residual de pyriithiobac-sodium da primeira avaliação. O gradiente de controle existente entre as épocas de aplicação para a menor dose de pyriithiobac-sodium (28 g ha⁻¹) demonstra a importância da dose aplicada na atividade residual do herbicida, pois as menores doses tiveram menor persistência na solução do solo.

Para determinados herbicidas (inibidores do FSII), existe a possibilidade de recomendar-se a dose a ser aplicada em função do período residual que se pretende alcançar, tomando como base o tempo de meia-vida do produto e a dose necessária para

controlar a planta daninha presente na área agrícola (Campos et al., 2009). Entretanto, é importante salientar que o herbicida, a partir do momento que se encontra na solução do solo, está exposto aos diversos fatores que podem afetar sua permanência.

Na última avaliação de controle (28 DAE), as aplicações realizadas antecedendo a semeadura (20 e 10 DAS) apresentaram baixíssimo controle de *T. procumbens* (Tabela 9). 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.

Tabela 9 – Porcentagem de controle de *T. procumbens* aos 7, 14 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)	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 ⁻¹)	14 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	0,00	Cb	55,00	Ba*	92,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	70,00	Aa*	80,75	Aa*	97,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	58,75	Ba*	74,00	ABa*	100,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	82,50	ABa*	65,00	Ba*	97,75	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha ⁻¹)	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		14 - DAE		28 - DAE	
CV (%)	26,22		27,34		46,55	
DMS testemunha	36,55		37,72		49,20	
DMS linha	30,64		31,62		41,25	
DMS coluna	33,77		34,85		45,46	

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.

Mesmo com os baixos níveis de controle nas duas primeiras épocas de aplicação (20 e 10 DAS), destaca-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 a espécie se constitui em planta daninha de difícil controle em pós-emergência nas lavouras de algodoeiro (Freitas et al., 2006).

A avaliação do estágio das plantas de *T. procumbens* apresentou o mesmo comportamento observado nas avaliações de controle, verificando-se paralisação no desenvolvimento da planta daninha com a aplicação do pyriithiobac-sodium no dia da sua semeadura (Tabela 10).

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, causou o mesmo efeito de retardamento no ciclo de *T. procumbens*.

Tabela 10 – Estádio das plantas de *T. procumbens* 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)	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.		

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

Família: Solanaceae

Maria-pretinha (*Solanum americanum*)

A dose de pyriithiobac-sodium aplicada visando ao controle residual de *S. americanum* não teve influência nos níveis de supressão inicial desta espécie (Tabela 11). Em todos os tratamentos que receberam 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.

Outro efeito verificado pela aplicação do pyriithiobac-sodium, em condições de pré-emergência, foi a redução no número de plantas emergidas de *S. americanum*. Os dados obtidos no presente trabalho corroboram com outro anteriormente descrito na

literatura, ficando evidente a elevada sensibilidade da planta daninha ao pyriithiobac-sodium (Kaloumenos et al., 2005).

Aos 14 DAE, foi realizada nova avaliação de controle, sendo que os níveis permaneceram elevados em todos os tratamentos. As aplicações do pyriithiobac-sodium no mesmo dia da sementeira da planta daninha (0 DAS) consistiram nos maiores níveis de controle para a espécie (Tabela 11). Nos vasos que receberam a aplicação da menor dose de pyriithiobac-sodium previamente à sementeira da planta daninha (20 e 10 DAS), houve aumento na emergência de *S. americanum*, em relação à aplicação desta dose no dia da sementeira (0 DAS).

Tabela 11 – Porcentagem de controle de *S. americanum* aos 7, 14 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)	14 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	77,50	ABb*	75,75	Bb*	83,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	78,25	Ab*	83,25	Aa*	84,75	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	86,50	Aa*	72,75	Bb*	84,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	90,25	Aa*	78,50	Bab*	86,00	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		14 - DAE		28 - DAE	
CV (%)	6,41		5,15		15,35	
DMS testemunha	10,21		7,97		24,87	
DMS linha	8,56		6,68		20,85	
DMS coluna	9,43		7,37		22,98	

¹Dias antes da sementeira (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 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 da planta daninha, para as diferentes épocas de aplicação (Tabela 11). *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 *S. 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 a 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 12).

Tabela 12 – 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.

Aos 28 DAE, em nova avaliação do estágio das plantas de *S. americanum*, verifica-se que, nas duas maiores doses (84 e 112 g ha⁻¹), o pyriithiobac-sodium retardou o desenvolvimento das plantas em todas as épocas de aplicação. Ressalta-se que a restrição no desenvolvimento de *S. americanum* pode permitir a cultura sobressair na competição com esta espécie, já que em condições normais, o desenvolvimento das plantas daninhas é mais acelerado em comparação ao algodoeiro.

Joá-de-capote (*Nicandra physaloides*)

A outra solanácea avaliada foi *N. physaloides*, estando os resultados de controle inicial apresentados na Tabela 13. Os níveis de controle de *N. physaloides* em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium foram elevados, verificando-se que a espécie apresenta maior sensibilidade a presença deste 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 segunda avaliação de controle, realizada aos 14 DAE, nota-se que o incremento de dose de pyriithiobac-sodium repercutiu em controle com maior eficiência sobre *N. physaloides* (Tabela 13). Assim como na primeira avaliação, o residual imposto pelas aplicações realizadas 10 e 0 DAS da planta daninha exerceu níveis de controle mais elevados, quando comparado aos observados com as aplicações realizadas 20 DAS.

Tabela 13 – Porcentagem de controle de *N. physaloides* aos 7, 14 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)	14 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	61,25	Bb*	87,25	Aab*	76,25	ABb*
pyriithiobac-sodium (56)	83,25	Aa*	90,75	Aab*	88,25	Aab*
pyriithiobac-sodium (84)	85,00	ABa*	73,25	Bb*	98,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	92,75	Aa*	97,25	Aa*	99,50	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		14 - DAE		28 - DAE	
CV (%)	6,48		12,15		5,16	
DMS testemunha	10,94		19,83		9,53	
DMS linha	9,17		16,62		7,99	
DMS coluna	10,10		18,32		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.

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 dos 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 nos percentuais em comparação aos observados nas primeiras avaliações (Tabela 13). Aos 28 DAE, não houve diferenças no controle da 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 por recursos vitais, algumas espécies de solanáceas apresentam a liberação de exsudatos que inibem o desenvolvimento das plantas da cultura, em 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 14). A diferenciação na época de aplicação, ou o aumento de dose de pyriithiobac-sodium, não repercutiu em maior supressão no desenvolvimento da 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 14 – 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.

Família: Rubiaceae

Erva-quente (*Spermacoce latifolia*)

S. latifolia apresenta-se amplamente distribuída na região do Cerrado, consistindo em uma planta daninha de difícil controle em cultivos anuais como o algodoeiro. Os níveis de controle desta espécie em função da atividade residual do pyriithiobac-sodium estão apresentados na Tabela 15. As doses de pyriithiobac-sodium iguais ou superiores a 56 g ha⁻¹ apresentaram maior estabilidade no controle da planta daninha.

Tabela 15 – Porcentagem de controle de *S. latifolia* aos 7, 14 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)	14 DAE - Controle (%)		
	20 DAS	10 DAS	0 DAS
pyriithiobac-sodium (28)	90,00 Aa*	83,25 Aa*	66,25 Bb*
pyriithiobac-sodium (56)	83,25 Aa*	90,00 Aa*	84,50 Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	88,25 Aa*	86,75 Aa*	84,00 Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	90,25 Aa*	81,25 Ba*	85,75 ABa*
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	14 - DAE	28 - DAE
CV (%)	3,86	6,20	13,83
DMS testemunha	6,24	9,92	19,86
DMS linha	5,23	8,32	16,65
DMS coluna	5,77	9,17	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.

Na segunda avaliação de controle, realizada aos 14 DAE, os níveis obtidos foram semelhantes aos da primeira avaliação. A persistência do controle imposto pela atividade residual do pyriithiobac-sodium sobre plantas de *S. latifolia* pode indicar duas vertentes: este efeito de intoxicação é contínuo, porém não causa a morte, fazendo com que as plantas que tiveram seu desenvolvimento em solo com resíduos deste herbicida completem seu ciclo vegetativo sob estresse; ou ainda, o efeito de controle é pontual (momentâneo) e a redução na concentração do pyriithiobac-sodium na solução do solo resultará em queda no controle de *S. latifolia*.

Na última avaliação de controle (28 DAE), os valores apresentaram redução quando comparados aos das primeiras avaliações, sendo que as aplicações realizadas com maior antecipação em relação à semeadura da planta daninha (20 DAS) sofreram queda mais acentuada no controle de *S. latifolia* (Tabela 15).

O posicionamento do pyriithiobac-sodium no 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 para esta cultura.

Tabela 16 – Estádio 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.

Aos 7 DAE de *S. latifolia*, não foram observadas diferenças no estágio das plantas que tiveram o crescimento inicial em solo com presença de pyriithiobac-sodium em comparação com as da testemunha sem herbicida (Tabela 16). 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 sementeira (0 DAS) causaram o maior retardamento no desenvolvimento de *S. latifolia*.

Família: Commelinaceae

Trapoeiraba (*Commelina benghalensis*)

Na Tabela 17, estão apresentados os níveis de controle inicial de *C. benghalensis*, impostos pela atividade residual do pyriithiobac-sodium. Os níveis mais elevados de controle foram observados quando a aplicação do pyriithiobac-sodium foi realizada no dia da sementeira 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 sementeira (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 sementeira da planta daninha, não houve diferenças nos níveis de controle de *C. benghalensis*.

Assim como na primeira avaliação, aos 14 DAE, verificaram-se níveis mais elevados de controle de *C. benghalensis* nos tratamentos com aplicação de pyriithiobac-sodium no dia da sementeira (Tabela 17). Nesta época de aplicação, não foram verificadas diferenças nos níveis de controle com o aumento de dose de pyriithiobac-sodium.

O residual imposto pelas aplicações realizadas com maior antecedência em relação à sementeira da planta daninha (20 e 10 DAS) não foi suficiente para assegurar níveis satisfatórios de controle de *C. benghalensis*. Estes resultados demonstram a dificuldade em controlar a planta daninha quando a aplicação não foi realizada junto com a sementeira, visto que doses de 112 g ha⁻¹ de pyriithiobac-sodium não foram suficientes para proporcionar controle eficiente da planta daninha.

Os resultados de controle final, em avaliação realizada aos 28 DAE, demonstram o que já foi observado nas primeiras avaliações com relação ao efeito do residual de pyriithiobac-sodium no solo sobre *C. benghalensis*. A aplicação do herbicida no mesmo dia da sementeira 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.

Tabela 17 – Porcentagem de controle de *C. benghalensis* aos 7, 14 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)	14 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	42,50	Bab*	60,75	ABa*	79,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	25,00	Bb	35,00	Ba*	84,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	68,25	ABa*	54,00	Ba*	90,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	58,00	Aa*	63,25	Aa*	83,50	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		14 - DAE		28 - DAE	
CV (%)	20,44		29,01		26,00	
DMS testemunha	24,98		34,10		32,14	
DMS linha	20,94		28,59		26,95	
DMS coluna	23,07		31,51		29,69	

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.

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 18). A aplicação de doses de pyriithiobac-sodium iguais ou superiores a 84 g ha⁻¹ demonstrou maior estabilidade, sendo que, em todas as épocas em que foram aplicadas, causou redução de pelo menos duas folhas verdadeiras, quando comparada as plantas da testemunha sem herbicida.

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 da espécie.

Tabela 18 – 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).

Família: Euphorbiaceae

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 estão apresentados na Tabela 19. Os níveis observados nesta avaliação foram baixos, independente do tratamento realizado, demonstrando a baixa eficiência de pyriithiobac-sodium no controle inicial da planta daninha.

O incremento de dose de pyriithiobac-sodium não interferiu no controle inicial de *E. heterophylla*. A baixa eficiência no controle desta planta ocorre pela resistência que o biótipo apresenta aos herbicidas inibidores de ALS, visto que, mesmo apresentando sintomas de intoxicação, não ocorre a morte das plantas (Trezzi et al., 2005).

Na segunda avaliação de controle (14 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 empregou doses mais elevadas de pyriithiobac-sodium.

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 exercida pelo pyriithiobac-sodium exerceu elevada intoxicação das plantas de *E. heterophylla*, deixando estas com potencial de competição reduzido.

Na última avaliação de controle (28 DAE), os níveis obtidos em função da aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência das plantas de leiteiro

permaneceram similares aos verificados aos 14 DAE. 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 da espécie com resistência a este mecanismo de ação (inibidores de ALS) encontram-se disseminados no Brasil.

Tabela 19 – Porcentagem de controle de *E. heterophylla* aos 7, 14 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)	10,00	ABa*	13,75	Aa*	6,25	Bb
pyriithiobac-sodium (56)	15,00	Aa*	12,50	Aa*	16,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	16,25	Aa*	16,25	Aa*	17,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	10,00	Aa*	16,25	Aa*	16,25	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha ⁻¹)	14 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	33,75	Ba*	57,50	Aa*	60,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	42,50	Aa*	52,50	Aa*	42,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	40,00	Aa*	40,00	Aa*	50,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	41,25	Aa*	52,50	Aa*	46,25	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha ⁻¹)	28 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	42,50	Bb*	51,50	ABa*	60,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	62,00	Aa*	53,75	Aa*	57,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	52,50	Aab*	48,75	Aa*	62,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	65,75	Aa*	65,00	Aa*	60,00	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
	7 - DAE		14 - DAE		28 - DAE	
CV (%)	30,19		24,66		18,73	
DMS testemunha	7,93		21,77		20,17	
DMS linha	6,64		18,25		16,91	
DMS coluna	7,32		20,11		18,63	

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.

A atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo afetou o desenvolvimento vegetativo das plantas de *E. heterophylla* (Tabela 20). 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 sem controle químico, as plantas estavam dois pares de folhas.

Tabela 20 – Estádio das plantas de *E. heterophylla* 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.	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.		

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

Família: Fabaceae (Leguminosae)

Soja RR[®] (*Glycine max*)

Os maiores percentuais de controle inicial de soja voluntária RR[®] pela atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo foram observados quando o herbicida foi aplicado no dia da semeadura desta espécie (Tabela 21). Verifica-se que, independente da época de aplicação do pyriithiobac-sodium, há incremento no controle quando se aumenta a dose. As doses que apresentaram maiores médias de controle, considerando as três épocas de aplicação, foram 84 e 112 g ha⁻¹, com 66,33 e 73,08%, respectivamente.

Os níveis de controle impostos pela atividade residual do pyriithiobac-sodium não foram suficientes para credenciar sua utilização no manejo de plantas voluntárias de soja no vazio sanitário, pois há necessidade de eliminação de todas as plantas emergidas da espécie. Apesar dos valores não serem considerados satisfatórios para atender ao vazio sanitário, no manejo de plantas daninhas dentro do ciclo do algodoeiro, estes níveis de controle demonstram que as plantas de soja estão sob condições de estresse, fazendo com que sua capacidade competitiva seja reduzida (Lee et al., 2009).

O controle de soja na avaliação realizada aos 14 DAE, para todas as épocas de aplicação de pyriithiobac-sodium em pré-emergência, foi proporcional ao incremento da dose do herbicida. Na avaliação realizada aos 28 DAE, as doses de 84 e 112 g ha⁻¹ de pyriithiobac-sodium apresentaram menor variação nos valores de controle entre as

diferentes épocas de aplicação (Tabela 21). Maior atividade residual do pyriithiobac-sodium foi observada quando o herbicida foi aplicado no dia da sementeira, observando-se valores de controle superiores em comparação com as outras épocas de aplicação.

O pyriithiobac-sodium apresenta elevado potencial de lixiviação, sendo o volume de precipitação fator determinante para a remoção do herbicida na camada superficial do solo (Smith et al., 2005). A partir da primeira aplicação, os vasos foram irrigados a cada cinco dias, que pode ter favorecido a lixiviação do produto, resultando em menor atividade residual para as primeiras épocas de aplicação.

Tabela 21 – Porcentagem de controle de soja RR[®] aos 7, 14 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)	52,50	Bb*	41,25	Cc*	69,50	Ab*
pyriithiobac-sodium (56)	53,75	Bb*	43,75	Cc*	78,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	72,50	Aa*	53,75	Bb*	72,75	Aab*
pyriithiobac-sodium (112)	76,00	Aa*	63,75	Ba*	79,50	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha ⁻¹)	14 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	50,00	Ac*	45,00	Ac*	57,50	Ab*
pyriithiobac-sodium (56)	58,75	Bbc*	55,00	Bbc*	77,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	71,50	Aab*	72,50	Aa*	68,50	Aab*
pyriithiobac-sodium (112)	77,25	Aa*	62,00	Bab*	80,75	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
Dose (g ha ⁻¹)	28 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	43,75	Abc*	25,00	Ab*	40,00	Ab*
pyriithiobac-sodium (56)	31,25	Bc*	50,00	Ba*	78,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (84)	62,50	Aab*	69,50	Aa*	64,00	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	77,00	Aa*	66,50	Aa*	85,75	Aa*
Testemunha sem herbicida	0,00					
	7 - DAE		14 - DAE		28 - DAE	
CV (%)	7,01		14,12		21,96	
DMS testemunha	8,39		17,31		24,06	
DMS linha	7,04		14,51		20,17	
DMS coluna	7,75		15,99		22,23	

¹Dias antes da sementeira (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 valores de controle observados para a última época de aplicação do pyriithiobac-sodium, que simula uma aplicação em pré-emergência, demonstram que a modalidade de aplicação do herbicida pode não interferir no efeito final de controle de

soja RR[®], pois níveis de controle semelhantes com a aplicação do pyriithiobac-sodium (72 g ha⁻¹) em pós-emergência da soja já foram descritos (York et al., 2005).

Os dados de estágio da soja RR[®] em função da atividade residual do pyriithiobac-sodium estão apresentados na Tabela 22. Aos 7 DAE, todas as doses de pyriithiobac-sodium, independente da época em que foram aplicadas, causaram retardamento no desenvolvimento das plantas de soja RR[®], com destaque para a dose de 112 g ha⁻¹ aplicada no dia da semeadura. Nesta dose, as plantas permaneceram apenas com os cotilédones acima da superfície do solo, sem a formação das folhas unifolioladas. Entre as injúrias provocadas por herbicidas, cita-se o retardamento no desenvolvimento das plantas (Thomas et al., 2005), que dentro do manejo da comunidade infestante em uma lavoura pode permitir que as plantas semeadas exerçam controle cultural sobre as espécies daninhas.

Tabela 22 – Estádio das plantas de *G. max* 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)	V1	V1	V1	V4	V4	V3
pyriithiobac-sodium (56)	V1	V1	V1	V4	V4	V2
pyriithiobac-sodium (84)	V1	V1	V1	V4	V4	V2
pyriithiobac-sodium (112)	V1	V1	VE	V4	V4	V2
Testemunha sem herbicida	V2			V4		

¹Dias antes da semeadura (DAS).

Aos 28 DAE, nota-se que, para as duas primeiras épocas de aplicação, as plantas de soja RR[®] encontravam-se com crescimento paralisado, retomaram seu desenvolvimento vegetativo normal. A aplicação de pyriithiobac-sodium no mesmo dia da semeadura, em todas as doses avaliadas, causou paralisação no desenvolvimento da soja, com destaque para doses iguais ou superiores a 56 g ha⁻¹. Apesar de não ter controlado eficientemente a soja RR[®], a paralisação no desenvolvimento das plantas, causada pela atividade residual do pyriithiobac-sodium, faz com que o seu manejo nas lavouras de algodoeiro seja facilitado, pois em estádios iniciais de desenvolvimento as plantas apresentam maior suscetibilidade à ação dos herbicidas aplicados em pós-emergência (Lima et al., 2011).

Família: Convolvulaceae**Corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*)**

Os percentuais de controle inicial de *I. grandifolia* pela atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo foram baixos se comparados às outras espécies avaliadas (Tabela 23). Quanto mais previamente realiza-se a aplicação do herbicida em relação à semeadura da espécie, menores são os níveis de controle (20 e 10 DAS).

Tabela 23 – Porcentagem de controle de *I. grandifolia* aos 7, 14 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)	14 DAE - Controle (%)					
	20 DAS		10 DAS		0 DAS	
pyriithiobac-sodium (28)	52,50	Bb*	33,75	Cb*	72,50	Aa*
pyriithiobac-sodium (56)	67,50	Aa*	66,25	Aa*	60,75	Ab*
pyriithiobac-sodium (84)	72,75	Aa*	67,75	Aa*	75,25	Aa*
pyriithiobac-sodium (112)	65,25	Aa*	70,25	Aa*	70,75	Aab*
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		14 - DAE		28 - DAE	
CV (%)	14,91		10,33		26,57	
DMS testemunha	13,31		12,65		28,76	
DMS linha	11,16		10,61		24,11	
DMS coluna	12,29		11,69		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.

Na segunda avaliação de controle, realizada 14 DAE de *I. grandifolia*, os níveis observados tiveram acréscimos se comparados aos da primeira avaliação. Nota-se que doses de pyriithiobac-sodium a partir de 56 g ha⁻¹ consistiram nos melhores tratamentos visando ao controle da planta daninha.

A sensibilidade de *I. grandifolia* ao pyriithiobac-sodium já havia sido relatada, porém em outra modalidade de aplicação, em pós-emergência (Almeida & Leite, 1999). A baixa tolerância apresentada pela planta daninha ao pyriithiobac-sodium, tanto em pré quanto em pós-emergência, torna a utilização deste herbicida de grande utilidade no algodoeiro, pois ele poderá ser efetivo sobre plantas já emergidas, e ainda poderá afetar o desenvolvimento de novos fluxos desta espécie, reduzindo a competição de *I. grandifolia* com as plantas de algodoeiro.

Na última avaliação de controle, verifica-se que a aplicação de pyriithiobac-sodium no dia da sementeira teve médias de controle mais elevadas em quase todas as doses em comparação com as outras épocas de aplicação (Tabela 23). O incremento de dose de pyriithiobac-sodium aplicado no dia da sementeira aumentou os percentuais de controle de *I. grandifolia*.

O estágio das plantas de *I. grandifolia* influenciado pela atividade residual do pyriithiobac-sodium está apresentado na Tabela 24. 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 herbicida.

Tabela 24 – 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 sementeira (DAS); * folha(s); ** folha cotiledonar.

Aos 28 DAE, apenas nos tratamentos com a aplicação de doses de pyriithiobac-sodium iguais ou superiores a 84 g ha⁻¹, causou paralisação no desenvolvimento das plantas de *I. grandifolia*, sendo que estas plantas 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 esta espécie daninha, por meio do fechamento das entrelinhas da cultura (Carvalho & Velini, 2001).

Influência no controle das plantas daninhas

Para verificar a influência das doses de pyri-thiobac-sodium e os diferentes períodos entre a aplicação deste herbicida e a semeadura das plantas daninhas, estes fatores foram apresentados isoladamente nas Tabelas 25 e 26. A classificação da suscetibilidade de cada espécie à atividade residual do pyri-thiobac-sodium foi realizada da seguinte maneira: controle $\leq 50\%$ = baixa sensibilidade ao herbicida; controle variando entre 50 a 80% = suscetibilidade moderada ao herbicida; e controle $\geq 80\%$ = alta sensibilidade ao herbicida (Lorenzi, 2006).

Tabela 25 – Média dos percentuais de controle aos 28 dias após a emergência (DAE), entre as diferentes doses de pyri-thiobac-sodium

28 DAE - Controle (%)				
Dose (g ha ⁻¹)	<i>A. hybridus</i>	<i>A. lividus</i>	<i>A. tenella</i>	<i>T. procumbens</i>
pyri. (28)	67,33	73,17	84,08	44,00
pyri. (56)	65,25	73,75	91,58	60,67
pyri. (84)	68,42	73,00	91,58	55,00
pyri. (112)	74,08	74,08	92,92	63,33
Dose (g ha ⁻¹)	<i>B. pilosa</i>	<i>S. americanum</i>	<i>N. physaloides</i>	<i>S. latifolia</i>
pyri. (28)	0,00	71,00	95,83	68,50
pyri. (56)	0,00	90,08	98,33	75,75
pyri. (84)	0,00	90,50	96,25	73,83
pyri. (112)	0,00	95,17	99,50	84,83
Dose (g ha ⁻¹)	<i>C. benghalensis</i>	<i>E. heterophylla</i>	Soja RR [®]	<i>I. grandifolia</i>
pyri. (28)	51,83	51,33	36,25	36,08
pyri. (56)	50,83	57,75	53,17	58,58
pyri. (84)	73,25	54,58	65,33	70,42
pyri. (112)	74,50	63,58	76,42	63,25

pyri. (pyri-thiobac-sodium). Verde = controle superior a 80%; amarelo = controle variando entre 50 e 80%; vermelho = controle inferior a 50%.

Ao avaliar os resultados de controle obtidos para as diferentes plantas daninhas em função da atividade residual do pyri-thiobac-sodium e levando-se em consideração apenas o fator dose (média das épocas de aplicação), verifica-se que algumas espécies não tiveram sua classificação alterada quanto à sensibilidade ao herbicida mesmo com a adição de 84 g ha⁻¹ (Tabela 25). As espécies que apresentaram este comportamento foram *A. hybridus*, *A. lividus*, *B. pilosa*, *C. benghalensis* e *E. heterophylla*.

A. tenella e *N. physaloides* também não tiveram alteração quanto a classificação de suscetibilidade à atividade residual do pyri-thiobac-sodium com o aumento de dose do pyri-thiobac-sodium. O desempenho da menor dose do herbicida foi equivalente ao da mais elevada, proporcionando níveis de controle superiores a 80%,

que demonstra a elevada sensibilidade destas espécies aos resíduos de pyriithiobac-sodium no solo.

T. procumbens, *I. grandifolia* e soja RR[®] demonstraram ter maior sensibilidade à atividade residual do pyriithiobac-sodium com o incremento de dose do herbicida, sendo que a elevação da menor dose (28 g ha⁻¹) para a imediatamente superior (56 g ha⁻¹) proporcionou, em média, aumento de 22,67, 22,50 e 16,92%, respectivamente. O aumento para doses mais elevadas que 56 g ha⁻¹ de pyriithiobac-sodium, para estas espécies, não repercutiu em grandes melhorias nos níveis de controle. *S. latifolia* consistiu na espécie mais responsiva ao aumento de dose aplicado de pyriithiobac-sodium.

Os resultados de controle obtidos, levando em consideração apenas as diferentes épocas de aplicação (média das doses) do pyriithiobac-sodium, estão apresentados na Tabela 26. Para as espécies *A. hybridus*, *A. lividus*, *B. pilosa*, *E. heterophylla* e soja RR[®], verifica-se menor variação nos níveis de controle em função da aplicação ser realizada em épocas distintas. *A. tenella* e as duas solanáceas também não tiveram grandes diferenciações no controle com a variação da época de aplicação do pyriithiobac-sodium, e o desempenho do herbicida para as três épocas foi elevado, proporcionando níveis de controle superiores a 80%.

Tabela 26 – Média dos percentuais de controle aos 28 dias após a emergência (DAE), para diferentes períodos de tempo entre aplicação de pyriithiobac-sodium e semeadura das plantas daninhas

Espécie	28 DAE - Controle (%)		
	20 DAS	10 DAS	0 DAS
<i>A. hybridus</i>	72,44	66,94	66,94
<i>A. lividus</i>	77,31	69,75	73,44
<i>A. tenella</i>	94,06	90,31	85,75
<i>T. procumbens</i>	20,63	54,25	92,38
<i>B. pilosa</i>	0,00	0,00	0,00
<i>S. americanum</i>	92,63	80,25	89,69
<i>N. physaloides</i>	97,56	97,38	97,50
<i>S. latifolia</i>	62,94	82,06	82,19
<i>C. benghalensis</i>	51,00	54,13	82,69
<i>E. heterophylla</i>	55,69	54,75	60,00
Soja RR [®]	53,63	52,75	67,00
<i>I. grandifolia</i>	40,50	58,38	72,38

Verde = controle superior a 80%; amarelo = controle variando entre 50 e 80%; vermelho = controle inferior a 50%.

Spermacoce latifolia, *C. benghalensis* e *I. grandifolia* sofreram grande influência da época que o pyriithiobac-sodium foi aplicado, sendo que, quanto mais

próxima a aplicação da semeadura da planta daninha, maiores os níveis de controle observados. Assim como *Spermacoce latifolia* foi a espécie mais sensível ao aumento de dose de pyriithiobac-sodium em relação à época de aplicação, *T. procumbens* apresentou maior diferenciação no controle pela existência de épocas diferenciadas de aplicação do herbicida, havendo gradiente próximo a 70% para a primeira e última época de aplicação.

Quando a aplicação e a semeadura foram realizadas no mesmo dia (0 DAS), verifica-se que, excluindo-se *B. pilosa* (resistente a este herbicida), os níveis de controle residual impostos pelo pyriithiobac-sodium foram superiores a 60%. Os tratamentos que tiveram a aplicação realizada 10 DAS apresentaram níveis de controle superiores a 52,75%. Para a primeira época de aplicação (20 DAS), verifica-se que o controle residual apresentou elevado decréscimo, principalmente para as espécies *T. procumbens* e *I. grandifolia*.

Quando se desconsidera *B. pilosa*, por ser um biótipo resistente, a variação entre a maior e menor porcentagem de controle para cada época foi aumentando quando houve maior período entre a aplicação e a semeadura, 37,50, 44,63 e 76,93% para 0, 10 e 20 DAS. Esta informação demonstra a redução no controle residual do pyriithiobac-sodium com o passar do tempo.

Ao analisar as médias de controle para cada espécie em função da atividade residual de pyriithiobac-sodium, verifica-se, em ordem decrescente, que as mais sensíveis a presença do herbicida no solo foram: *N. physaloides*, *A. tenella*, *S. americanum*, *S. latifolia*, *A. lividus*, *A. hybridus*, *C. benghalensis*, soja RR[®], *I. grandifolia*, *E. heterophylla* e *T. procumbens*.

CONCLUSÕES

Nas condições que foram conduzidos os experimentos, os resultados observados permitiram constatar que:

O biótipo de *B. pilosa* resistente aos herbicidas inibidores da ALS não apresentou sensibilidade ao pyriithiobac-sodium aplicado no solo;

Euphorbia heterophylla resistente aos herbicidas inibidores da ALS teve seu desenvolvimento restringido pela atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo, apesar de não haver morte de plantas;

A atividade residual do pyriithiobac-sodium causou restrição no desenvolvimento vegetativo das demais espécies avaliadas, exercendo bons níveis de controle, tratando-se de um herbicida pós-emergente;

O residual do pyriithiobac-sodium no solo diminui com o passar do tempo, visto que as primeiras épocas de aplicação (20 e 10 DAS) exerceram níveis de controle mais baixos;

O aumento de dose de pyriithiobac-sodium propicia maior atividade residual do herbicida no solo;

As espécies mais sensíveis à atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo foram, em ordem decrescente: *N. physaloides*, *A. tenella*, *S. americanum*, *S. latifolia*, *A. lividus*, *A. hybridus*, *C. benghalensis*, soja RR[®], *I. grandifolia*, *E. heterophylla* e *T. procumbens*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.C.V.; LEITE, C.R.F. Eficiência do herbicida pyriithiobac aplicado em pós-emergência no controle de plantas daninhas na cultura do algodão. **Planta Daninha**, v.17, n.1, p.131-138, 1999.
- ALVES, C.C.F. et al. Atividade alelopática de alcalóides glicosilados de *Solanum crinitum* Lam. **Floresta e Ambiente**, v.10, n.1, p.93-97, 2003.
- 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, p.943-963, 1999.
- BIANCHI, M.A. et al. Características de plantas de soja que conferem habilidade competitiva com plantas daninhas. **Bragantia**, v.65, n.4, p.623-632, 2006.
- 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, p.74-85, 2011.
- BRIGHENTI, A.M. et al. Persistência e fitotoxicidade do herbicida atrazine aplicado na cultura do milho sobre a cultura do girassol em sucessão. **Planta Daninha**, v.20, n.2, p.291-297, 2002.
- BURKE, I.C.; WILCUT, J.W. Weed management in cotton with CGA-362622, fluometuron, and pyriithiobac. **Weed Technology**, v.18, n.2, p.268-276, 2004.
- CAMPOS, L.H.F. et al. Suscetibilidade de *Ipomoea quamoclit*, *I. triloba* e *Merremia cissoides* aos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.831-840, 2009.
- CANOSSA, R.S. et al. Temperatura e luz na germinação das sementes de apaga-fogo (*Alternanthera tenella*). **Planta Daninha**, v.26, n.4, p.745-750, 2008.
- CANOSSA, R.S. et al. Efetividade de herbicidas no controle de *Alternanthera tenella*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.6, n.1, p.1-12, 2007.
- CARVALHO, F.T.; VELINI, E.D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. I - Cultivar IAC-11. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.317-322, 2001.
- DAN, H.A. et al. Seletividade de clomazone isolado ou em mistura para a cultura do algodoeiro. **Planta Daninha**, v.29, n.3, p.601-607, 2011.
- FERRI, M.V.W.; VIDAL, R.A. Persistência do herbicida acetochlor em função de sistemas de preparo e cobertura com palha. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.399-404, 2003.
- FOLONI, L.L. et al. Avaliação de tratamentos químicos e mecânicos no controle de plantas daninhas na cultura do algodão. **Planta Daninha**, v. 17, n.1, p.5-20, 1999.
- FREITAS, R.S. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.339-346, 2006.

FREITAS, R.S. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura do algodão em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.20, n.2, p.197-205, 2002.

GUERRA, N. et al. Persistência de trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium em diferentes tipos de solo. **Planta Daninha**, v.29, n.3, p.673-681, 2011a.

GUERRA, N. et al. Seleção de espécies bioindicadoras para os herbicidas trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.1, p.37-48, 2011b.

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, p.61-69, 2011c.

INOUE, M.H. et al. Efeito residual de herbicidas aplicados em pré-emergência em diferentes solos. **Planta daninha**, v.29, n.2, p. 429-435, 2011.

JAREMTCHUK, C.C. et al. Efeito residual de flumioxazin sobre a emergência de plantas daninhas em solos de texturas distintas. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.191-196, 2009.

KALOUMENOS, N.S. et al. Influence of pyriithiobac application rate and timing on weed control and cotton yield in Greece. **Weed Technology**, v.19, n.1, p.207-216, 2005.

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, p.378-383, 2007.

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, p.581-588, 2009.

LEE, D.R. et al. Glyphosate-resistant soybean interference in glyphosate-resistant cotton. **Journal of Cotton Science**, v.13, n.2, p.178-182, 2009.

LIMA, D.B.C. et al. Controle químico de plantas voluntárias de soja Roundup Ready® em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Caatinga**, v.24, n.3, p.64-70, 2011.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 341p.

MONQUERO, P.A. et al. Seletividade de herbicidas em variedades de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.70, n.2, p.286-293, 2011.

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, p.67-74, 2001.

- PROCÓPIO, S.O. et al. Eficácia de imazethapyr e chlorimuron-ethyl em aplicações de pré-semeadura da cultura da soja. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.467-473, 2006.
- 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, p.1073-1085, 2010.
- SALGADO, T.P. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.373-379, 2002.
- SANTOS, M.V. et al. Eficácia e persistência no solo de herbicidas utilizados em pastagem. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.391-398, 2006.
- SMITH, M.C. et al. In-field bioassay to investigate the persistence of imazaquin and pyriithiobac. **Weed Science**, v.53, n.1, p.121-129, 2005.
- THOMAS, W.E. et al. Yield and physiological response of nontransgenic cotton to simulated glyphosate drift. **Weed Technology**, v.19, n.1, p.35-42, 2005.
- 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, p.101-109, 2005.
- TROXLER, S.C. et al. Clomazone, fomesafen, and bromoxynil systems for bromoxynil-resistant cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Technology**, v.16, n.4, p.838-844, 2002.
- 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, p.212-219, 2005.
- WEBSTER, E.P.; SHAW, D.R. Effect of application timing on pyriithiobac persistence. **Weed Science**, v.45, n.1, p.179-182, 1997.
- YAMASHITA, O.M. et al. Efeito de doses reduzidas de oxyfluorfen em cultivares de algodoeiro. **Planta Daninha**, v.26, n.4, p.917-921, 2008.
- YORK, A.C. et al. Control of volunteer glyphosate-resistant soybean in cotton. **Journal of Cotton Science**, v.9, n.2, p.102-109, 2005.

CAPÍTULO 2

SELETIVIDADE DE AMONIO-GLUFOSINATE ISOLADO E EM MISTURA COM PYRITHIOBAC-SODIUM EM ALGODOEIRO TRANSGÊNICO LL[®]

RESUMO - Com a recente introdução no Brasil de variedades transgênicas de algodoeiro que apresentam resistência ao amonio-glufosinate (LL[®]), há escassez de informações tanto a respeito da seletividade de reaplicações de amonio-glufosinate, quanto a respeito de misturas com outros herbicidas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a seletividade de aplicações sequenciais de amonio-glufosinate isolado e em associação com pyriithiobac-sodium em algodoeiro transgênico LL[®]. Desta forma, foi instalado um experimento em arranjo fatorial (3x3)+1. O primeiro fator correspondeu à aplicação dos tratamentos amonio-glufosinate (500 g ha⁻¹); amonio-glufosinate + pyriithiobac-sodium em duas doses (500 + 42 g ha⁻¹ e 500 + 56 g ha⁻¹). O segundo fator foi o número de aplicações sequenciais em pós-emergência do algodoeiro (uma, duas ou três). O tratamento adicional foi composto por testemunha sem aplicação de herbicida. A associação do pyriithiobac-sodium ao amonio-glufosinate causou maiores níveis de fitointoxicação inicial, embora os sintomas tenham desaparecido duas semanas após as aplicações. A qualidade de fibra do algodoeiro não foi influenciada por nenhum dos tratamentos com herbicidas. O amonio-glufosinate isolado foi seletivo para o algodoeiro LL[®] em até três aplicações em pós-emergência. O algodoeiro ainda apresentou tolerância a uma aplicação da mistura de amonio-glufosinate + pyriithiobac-sodium, não se observando qualquer efeito negativo sobre a produtividade de algodão em caroço.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*, fitointoxicação, inibidor da glutamina sintetase, inibidor da acetolactato sintetase, mistura em tanque.

Selectivity of ammonium-glufosinate applied alone or in tank mixture with pyriithiobac-sodium in transgenic LL[®] cotton

ABSTRACT - Due to the recent introduction of transgenic cotton varieties with resistance to ammonium-glufosinate (LL[®]) in Brazil, there is a lack of information related both to the selectivity of sequential reapplications of ammonium-glufosinate and to the tank mixture with other herbicides. This research was aimed at evaluating the selectivity of sequential applications of ammonium-glufosinate isolated or in associations with pyriithiobac-sodium in LL[®] cotton. Treatments were arranged in a factorial scheme (3x3)+1. The first factor consisted of herbicide treatments as follows: ammonium-glufosinate (500 g ha⁻¹), ammonium-glufosinate + pyriithiobac-sodium (500 + 42 and 500 + 56 g ha⁻¹). The second factor was the number of sequential post-emergence applications (one, two or three), and the additional treatment was a no-applied check. All treatments were manually kept free of weeds throughout crop cycle. Associating pyriithiobac-sodium to ammonium-glufosinate increased initial crop injury although no significative differences injuries were found two weeks after applications. Cotton fiber quality was not affected by any herbicidal treatment. Use of isolated ammonium-glufosinate was selective to LL[®] cotton up to three sequential post-emergence applications. LL[®] Cotton yield was also sustained after one application of ammonium-glufosinate + pyriithiobac-sodium, with no effects on crop yield.

Keywords: *Gossypium hirsutum*, crop injury, GS inhibitor, ALS inhibitor, tank mixture.

INTRODUÇÃO

Ao longo das décadas, a cotonicultura brasileira passou por grandes dificuldades em seu sistema de produção e comercialização. Inicialmente a entrada de uma nova praga, o bicudo do algodoeiro, dizimou plantações por todo país, fazendo com que houvesse uma redução na produção. Posteriormente, na década de 90, ocorreu o processo de abertura das fronteiras comerciais brasileiras, que proporcionou a entrada de produtos estrangeiros com preços mais competitivos, diminuindo a área cultivada. Na última década, houve uma revitalização na importância do algodoeiro, que atualmente consiste na espécie mais semeada no Brasil, com o objetivo de produção de fibras para as indústrias têxteis (Constantin et al., 2007).

Entre os fatores que contribuem negativamente no rendimento do algodoeiro, a interferência imposta pelas plantas daninhas consiste em um dos mais danosos, acarretando em grandes prejuízos à produção quando não manejadas (Dan et al., 2011). As reduções de rendimento provocadas pela interferência das plantas daninhas no algodoeiro podem variar de 82 a 98% (Freitas et al., 2002).

O potencial de interferência que a comunidade infestante apresenta sobre o rendimento do algodoeiro é elevado. Desta forma, a utilização de herbicidas nesta cultura consiste em excelente prática de manejo por apresentar grande eficácia na maioria dos casos (Branson et al., 2005).

O número de herbicidas disponíveis para controle de espécies dicotiledôneas no algodoeiro em pós-emergência em área total é restrito, criando uma constante necessidade de pesquisas que busquem novas moléculas que sejam seletivas nesta modalidade de aplicação (Miller et al., 2003). A partir dos anos 90, as pesquisas sobre a seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência no algodoeiro se estenderam para algumas variedades transgênicas, as quais apresentavam tolerância/resistência a alguns produtos como glyphosate, bromoxynil e amonio-glufosinate (Troxler et al., 2002; Thomas et al., 2004).

O amonio-glufosinate apresenta elevada seletividade ao algodoeiro transgênico LL[®] (“Liberty Link”), não havendo alterações morfofisiológicas nas plantas tratadas com este herbicida (Blair-Kerth et al., 2001). A resistência apresentada pelo algodoeiro geneticamente modificado ao herbicida ocorre em função da elevada eficiência na metabolização do amonio-glufosinate, sendo que plantas transgênicas são capazes de metabolizar 70% do herbicida absorvido dentro de um período de 72 horas após a sua aplicação, ao passo que as não-transgênicas metabolizam apenas 16% (Everman et al.,

2009). A resistência do algodoeiro ao amonio-glufosinate foi conseguida através da inserção e expressão de um gene isolado a partir da *Streptomyces hygroscopicus*. Este gene é responsável pela codificação da enzima fosfinotricina acetil transferase, que desintoxica o amonio-glufosinate em derivados inativos (Tsaftaris, 1996).

O amonio-glufosinate apresenta amplo espectro de controle de plantas daninhas, porém sua atividade residual no solo é mínima. Aparentemente, a falta de atividade residual no solo parece estar ligada ao fato de que o amonio-glufosinate é pouco sorvido ao solo e rapidamente degradado pelos micro-organismos (Mahan et al., 2006). Entretanto, a mistura de amonio-glufosinate com produtos que apresentem efeito residual pode suprir esta carência, ampliando o espectro de controle e reduzindo a emergência de novos fluxos de plantas daninhas (Koger et al., 2007).

Neste contexto, o pyriithiobac-sodium apresenta-se como uma boa alternativa para associação com o amonio-glufosinate por ser um herbicida seletivo ao algodoeiro em pós-emergência e apresentar razoável persistência no solo (meia-vida de 62 dias no campo e 43 dias em casa-de-vegetação), que é um indicativo do potencial efeito residual que o herbicida possui (Webster & Shaw, 1997).

Em função da recente introdução, no Brasil, de cultivares transgênicas de algodoeiro que apresentam resistência ao amonio-glufosinate (LL[®]), há escassez de informações tanto a respeito da seletividade de reaplicações de amonio-glufosinate visando ao controle de novos fluxos de plantas daninhas quanto a respeito de misturas com outros herbicidas visando à obtenção de controle residual para a cultura. A partir destas carências, o objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de aplicações sequenciais de amonio-glufosinate isolado e em associação com pyriithiobac-sodium em algodoeiro transgênico LL[®].

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Indaiá (S 18°41'50,06" e W 052°55'12,9", a 844 m de altitude), localizada no município de Chapadão do Sul – MS. O período de condução do experimento foi de dezembro de 2009 a julho de 2010.

Antecedendo a instalação do ensaio, realizou-se a coleta de solo na área experimental para a realização da análise físico-química, obtendo-se os seguintes valores: pH (CaCl₂) 5,3; 4,3 cmol_c de H⁺ + Al⁺³/dm³ de solo; 3,7 cmol_c/dm³ de Ca⁺²; 0,9 cmol_c/dm³ de Mg⁺²; 0,3 cmol_c/dm³ de K⁺; 10,3 mg/dm³ de P; 38,3 g/dm³ de Mat. Org.; 24% de areia; 13% de silte; e 63% de argila (textura muito argilosa). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho.

O manejo de plantas daninhas antes da semeadura do algodoeiro foi realizado por meio de duas dessecações, sendo que a primeira foi aos 12 dias antes da semeadura com glyphosate (1920 i.a. g ha⁻¹) e a segunda um dia antes da semeadura, utilizando-se paraquat (400 g ha⁻¹).

A adubação de semeadura consistiu na aplicação de 300 kg ha⁻¹ de superfostato simples, sendo realizadas duas coberturas à lanço com 200 + 250 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio + sulfato de amônio. A semeadura do algodoeiro foi realizada no dia 23/12/2009, utilizando a variedade Fiber Max 966 LL[®]. A variedade Fiber Max 966 LL[®] apresenta plantas de porte baixo (90 a 120 cm de altura), com arquitetura moderna e baixa necessidade de utilização de regulador de crescimento. Esta variedade de algodoeiro apresenta resistência ao acamamento e ciclo total (conforme a região de cultivo) variando de 135 a 170 dias. O espaçamento adotado foi 0,9 m entre linhas, com densidade de 8,5 sementes m⁻¹. Aos 85 dias após a emergência (DAE), foi realizada aplicação do regular de crescimento cloreto de mepiquat 0,2 L p.c. ha⁻¹ (Pix[®]), sendo esta dose parcelada em duas vezes.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com oito repetições, sendo os tratamentos dispostos em arranjo fatorial (3 x 3) + 1. O primeiro fator correspondeu à aplicação de amonio-glufosinate (500 g ha⁻¹), amonio-glufosinate + pyriithiobac-sodium (500 + 42 g ha⁻¹) e amonio-glufosinate + pyriithiobac-sodium (500 + 56 g ha⁻¹). O segundo fator foi o número de aplicações sequenciais em pós-emergência do algodoeiro (uma, duas ou três). Além disso, um tratamento adicional composto por testemunha sem aplicação de herbicida foi incluído.

O pyriithiobac-sodium é um herbicida sistêmico seletivo para a cultura do algodoeiro, cujo mecanismo de ação atua inibindo a enzima acetolactato sintase. No

Brasil, o produto comercial com o princípio ativo pyriithiobac-sodium denomina-se Staple, apresentando dose de registro para o algodoeiro na faixa entre 0,15 a 0,50 L p.c. ha⁻¹ (42 a 140 g i.a. ha⁻¹). O amonio-glufosinate é um herbicida sistêmico não seletivo, que pode ser aplicado em pós-emergência no algodoeiro apenas em plantas geneticamente modificadas, que apresentam em seu genoma a inserção do gene que confere resistência ao herbicida. Os principais produtos comerciais contendo este princípio ativo no Brasil são Finale e Liberty, apresentando registro nas doses de 2 L p.c. ha⁻¹ e 2 a 3 L p.c. ha⁻¹, respectivamente.

Cada unidade experimental foi composta por seis linhas de algodoeiro com seis metros de comprimento. Foram desconsideradas, nas avaliações, 0,5 m de cada extremidade das parcelas, totalizando uma área útil de 18,0 m². Os dados de precipitação durante os meses em que o ensaio foi conduzido estão apresentados na Figura 1.

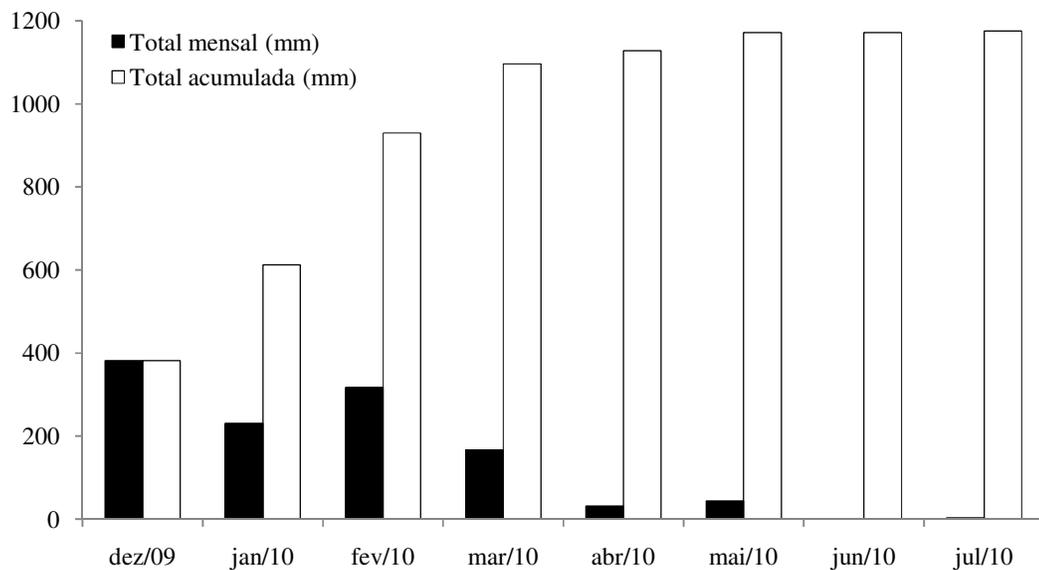


Figura 1 – Precipitação pluvial mensal e acumulada (mm) durante os meses de condução do ensaio de seletividade de herbicidas em pós-emergência no algodoeiro LL[®]. Chapadão do Sul-MS, 2010

Todos os tratamentos foram capinados durante todo o ciclo do algodoeiro, para eliminar o efeito da matocompetição sobre a produtividade da cultura, deixando as plantas expostas apenas ao efeito dos herbicidas. As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal à base de CO₂, munido de pontas XR110.02, mantido à pressão de 35 lb.pol⁻², resultando em volume de calda equivalente a 200 L ha⁻¹. Os dados das

condições climáticas e estágio do algodoeiro no momento das aplicações encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Condições climáticas e estágio de desenvolvimento da cultura por ocasião das diferentes aplicações sequenciais em pós-emergência no algodoeiro LL[®]. Chapadão do Sul-MS, 2010

	1ª Aplicação (12/01/2010)	2ª Aplicação (26/01/2010)	3ª Aplicação (20/02/2010)
Umidade relativa (%)	82	75	72
Temperatura (°C)	26	23	24
Vel. do vento (km h ⁻¹)	2	1,7	2
Alt. de plantas (cm)	18	28	50
Estádio fenológico*	V6	V8	B1
Dias após a emergência	10	24	49

*Fonte: Marur & Ruano (2001); V6 – Quatro folhas verdadeiras expandidas; V8 – Seis folhas verdadeiras expandidas; B1 – Primeiro botão floral visível.

Foram realizadas avaliações de fitointoxicação das plantas de algodoeiro aos 7 e 14 dias após cada uma das aplicações sequenciais dos herbicidas (DAA) por meio de escala visual descrita na Tabela 2. Realizou-se também uma avaliação de altura de plantas antes da aplicação do regulador de crescimento, aos 80 dias após a emergência (DAE), e 31 dias após a terceira aplicação de herbicidas. Para esta avaliação, mediu-se a altura da planta desde o nível do solo até a inserção da última folha completamente expandida.

Tabela 2 – Escala de fitointoxicação utilizada para as avaliações (EWRC, 1964)

Nota	Sintomas de fitointoxicação
1	Nenhum dano
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em muitas plantas
4	Forte descoloração (amarelecimento) ou razoável deformação, sem, contudo, ocorrer necrose
5	Necrosamento (queima) de algumas folhas, em especial nas margens, acompanhado de deformação em folhas e brotos
6	Mais de 50% das folhas e brotos apresentando necrose/deformação
7	Mais de 80% das folhas e brotos destruídos
8	Danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas
9	Danos totais (morte das plantas)

Aos 100 DAE, avaliou-se a incidência de luz na entrelinha do algodoeiro, por meio de luxímetro (Minipa, modelo MLM-1011), realizando-se duas amostragens por unidade experimental.

Para determinar a produtividade de cada tratamento, procedeu-se a colheita da área útil (01/07/2010), e os valores foram apresentados em rendimento de algodão em caroço em arrobas por hectare, uniformizando a umidade para 13%. Após a colheita manual de todas as plantas da área útil das parcelas, foram realizadas análises com relação à qualidade da fibra produzida, sendo utilizado o aparelho HVI (High Volume Instruments), os quais foram: o índice Micronaire, que representa o complexo finura + maturidade, determinado no aparelho Fibronaire, que revela a proporção do fluxo de ar que atravessa uma amostra de fibra de 3,24 g, sob pressão constante; e a maturidade, dada em porcentagem, que corresponde ao índice médio fornecido pelo Fibrógrafo, segundo método proposto por Sabino et al. (1980).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando houve significância entre os fatores 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 capinada foi realizada pelo teste Dunnett ($p \leq 5\%$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de amonio-glufosinate isolado não causou injúrias visíveis nas plantas de algodoeiro aos 7 DAA, independente do número de aplicações realizadas em pós-emergência (Tabela 3). Tendência semelhante foi descrita anteriormente na literatura, no que diz respeito à tolerância do algodoeiro LL[®] ao amonio-glufosinate isolado (Blair-Kerth et al., 2001). Esta capacidade do algodoeiro transgênico, resistente ao amonio-glufosinate, em tolerar mais de uma aplicação deste herbicida tem sido atribuída à rápida metabolização em compostos inativos no interior das plantas (Everman et al., 2009).

Tabela 3 – Resultados das avaliações visuais de fitointoxicação (EWRC, 1964) realizada aos 7 e 14 DAA de amonio-glufosinate isolado e em associação com pyriithiobac-sodium em pós-emergência em algodoeiro LL[®]. Chapadão do Sul-MS, 2010

Tratamentos	Número de aplicações					
	7 DAA			14 DAA		
	1	2	3	1	2	3
gluf. (500 g ha ⁻¹)	1	1	1	1	1	1
gluf. + pyri. (500 + 42 g ha ⁻¹)	5	3	3	1	1	1
gluf. + pyri. (500 + 56 g ha ⁻¹)	6	3	3	1	1	1
Testemunha capinada	1			1		

gluf. (amonio-glufosinate); pyri. (pyriithiobac-sodium).

Quando se adicionou pyriithiobac-sodium ao amonio-glufosinate, os sintomas de fitointoxicação inicial (7 DAA) foram mais severos, principalmente nas plantas que receberam maiores doses de pyriithiobac-sodium (56 g ha⁻¹). Nestes tratamentos, as plantas apresentaram menor porte e, em algumas partes do limbo foliar, foi verificado encarquilhamento, arroxamento e necrose (Nota 6, pela escala EWRC, 1964).

Observando os níveis de injúria aos 7 DAA, constata-se que a fitointoxicação do algodoeiro é maior após a primeira aplicação do que após a segunda ou terceira, quando é utilizada a mistura de amonio-glufosinate e pyriithiobac-sodium (Tabela 3). Nas avaliações das reaplicações, independente da dose de pyriithiobac-sodium utilizada, verificou-se clorose mais pronunciada apenas próximo às nervuras das folhas novas, além de leve encarquilhamento e ligeira redução de porte (Nota 3, pela escala EWRC, 1964).

A menor sensibilidade do algodoeiro às aplicações sequenciais da mistura entre amonio-glufosinate e pyriithiobac-sodium pode estar relacionada ao estágio mais avançado em que a cultura se encontrava no momento das aplicações. Em geral, as

plantas em estádios mais desenvolvidos de formação apresentam alterações nas características morfofisiológicas que lhe conferem maior tolerância aos herbicidas. Em espécies como algodoeiro, soja e milho, a maior deposição de cutícula sobre o limbo foliar e a maior capacidade de degradação dos herbicidas são fatores que têm sido utilizados para explicar o aumento da tolerância aos herbicidas em estádios de desenvolvimento mais avançados (Souza et al., 2001; Cavalieri et al., 2008).

Quando se realizou as avaliações de fitointoxicação aos 14 DAA, nenhuma planta apresentava injúrias visíveis provocadas pela aplicação dos diferentes tratamentos (Tabela 3), indicando que, mesmo quando ocorreram injúrias iniciais significativas, houve rápida recuperação das plantas. Resultados de trabalho anteriormente realizado demonstraram comportamento semelhante do algodoeiro, com relação à rápida recuperação dos sintomas provocados pela aplicação de pyriithiobac-sodium, na dose de 140 g ha^{-1} (Almeida & Leite, 1999). Conhecendo os possíveis efeitos da adoção de misturas entre herbicidas, a comparação com os dados deste trabalho é importante, já que a dose de pyriithiobac-sodium utilizada foi 2,5 vezes maior. Observa-se que, independente do número de aplicações, a adição de pyriithiobac-sodium ao amonio-glufosinate causa aumento no nível de injúria inicial observada no algodoeiro, sem, no entanto, refletir em qualquer diferença aos 14 DAA.

Na Tabela 4, estão apresentados os valores de altura das plantas de algodoeiro aos 80 DAE. A primeira constatação que pode ser feita é o fato de que, em maior ou menor grau, todos os tratamentos causaram redução na taxa de crescimento das plantas, fazendo com que estas apresentassem altura inferior à testemunha sem herbicida. Por mais que um herbicida apresente-se seletivo para uma espécie vegetal, a sua utilização exerce alterações na fisiologia da planta, fazendo com que estas necessitem expressar genes que conferem tolerância aos produtos. Muitas vezes, a expressão dos genes implica em elevados gastos metabólicos, que faz com que características morfológicas das plantas possam ser transitória ou definitivamente afetadas (Monquero, 2005).

A adoção de uma terceira aplicação de amonio-glufosinate afetou o crescimento das plantas de algodoeiro, quando comparada à aplicação do herbicida uma ou duas vezes em pós-emergência. Os resultados demonstram que, apesar da alta tolerância demonstrada pelo algodoeiro ao amonio-glufosinate, o gasto metabólico da planta para a metabolização do amonio-glufosinate implica em menor alocação de recursos destinados ao crescimento.

Tabela 4 – Altura (cm) das plantas de algodoeiro aos 80 dias após a emergência, em função do número de aplicações de amonio-glufosinate isolado e em associação com pyriithiobac-sodium. Chapadão do Sul-MS, 2010

Tratamentos	Número de aplicações					
	1		2		3	
gluf. (500 g ha ⁻¹)	102,95*	Aa	100,77*	Aa	95,45*	Ba
gluf. + pyri. (500 + 42 g ha ⁻¹)	96,42*	Ab	92,50*	Bb	91,40*	Bb
gluf. + pyri. (500 + 56 g ha ⁻¹)	93,72*	Ab	94,12*	Ab	86,82*	Bc
Testemunha capinada	108,57					
CV (%)	3,13					
DMS linhas ou colunas	3,57					
DMS testemunha	4,24					

gluf. (amonio-glufosinate); pyri. (pyriithiobac-sodium); *Diferem da testemunha pelo teste Dunnett ($p \leq 0,05$); Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e seguidas por letras minúsculas na coluna diferem pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Quando se compara a aplicação do amonio-glufosinate isolado, independente do número de aplicações, com os tratamentos com a associação deste herbicida ao pyriithiobac-sodium, verifica-se uma redução média de altura de 7%. Apesar do valor ser relativamente baixo, a redução na altura das plantas de algodoeiro pode implicar em menor altura do solo até os primeiros capulhos formados, que eventualmente pode ocasionar maiores perdas na colheita. Por outro lado, quando não são observadas reduções no rendimento do algodoeiro, em função de uma menor altura das plantas, a redução causada pelos herbicidas pode ser benéfica, pois permitiria a diminuição na utilização de reguladores de crescimento, reduzindo o custo de produção.

A incidência de luz nas entrelinhas das culturas pode ser um indicativo do efeito de determinado herbicida na extensão do dossel da cultura. Espera-se que plantas que apresentem maior nível de injúria causada pela aplicação do herbicida possuam também menor desenvolvimento do dossel, que, por sua vez, implica em menor cobertura do solo e, conseqüentemente, maior incidência de luz nas entrelinhas. Os resultados da avaliação de incidência de luz nas entrelinhas do algodoeiro estão registrados na Tabela 5.

Apesar de nenhum dos tratamentos ter diferido da testemunha, nota-se claramente que houve correlação entre os níveis de fitointoxicação provocados e os valores de incidência de luz na entrelinha do algodoeiro, observando-se diferenças entre os manejos empregados em pós-emergência. O amonio-glufosinate isolado, independente do número de aplicações, apresentou valores muito próximos aos observados na testemunha, demonstrando que estes tratamentos, apesar de terem causado redução de altura, provavelmente não alteraram a cobertura do solo pelas

plantas tratadas com ele. Estes resultados são importantes pensando no manejo cultural, pois conferem ao algodoeiro a capacidade de exercer sombreamento sobre plantas daninhas já emergidas, causando redução na taxa de crescimento destas e diminuição na emergência de novos fluxos de infestantes (Lee et al., 2009).

Tabela 5 - Incidência de luz (lux cm^{-2}) nas entrelinhas do algodoeiro, aos 100 dias após a emergência, em função do número de aplicações de amonio-glufosinate isolado e em associação com pyriithiobac-sodium. Chapadão do Sul-MS, 2010

Tratamentos	Número de aplicações					
	1		2		3	
gluf. (500 g ha^{-1})	11,00	Ab	10,81	Ab	11,56	Ab
gluf. + pyri. ($500 + 42 \text{ g ha}^{-1}$)	13,56	Aab	14,68	Aa	13,68	Aab
gluf. + pyri. ($500 + 56 \text{ g ha}^{-1}$)	14,50	Aa	13,81	Aab	15,25	Aa
Testemunha capinada	11,68					
CV (%)	20,90					
DMS linhas ou colunas	3,38					
DMS testemunha	3,75					

gluf. (amonio-glufosinate); pyri. (pyriithiobac-sodium); *Diferem da testemunha pelo teste Dunnett ($p \leq 0,05$); Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e seguidas por letras minúsculas na coluna diferem pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

De maneira semelhante aos resultados encontrados nas avaliações de altura de plantas, a incidência de luz nas entrelinhas foi mais afetada quando se empregou a mistura entre amonio-glufosinate e pyriithiobac-sodium. A aplicação de pyriithiobac-sodium junto ao amonio-glufosinate permitiu em média a passagem de 27% a mais de luminosidade em relação ao amonio-glufosinate isolado, demonstrando a redução no dossel do algodoeiro que esta mistura exerceu.

As alterações na morfologia das plantas, verificadas no porte e no dossel, provocadas pela aplicação de herbicidas, são extremamente prejudiciais à fisiologia das culturas, pois cada espécie necessita de uma quantidade de luz interceptada para que seu ciclo possa ser desenvolvido naturalmente, garantindo estabilidade na produção (Suganuma et al., 2008). Desta forma, os danos provocados pela associação entre o amonio-glufosinate e o pyriithiobac-sodium podem acarretar em redução na produtividade das plantas submetidas às aplicações destas misturas.

Com relação aos dados de qualidade de fibra do algodoeiro, não houve efeito da aplicação dos diferentes tratamentos herbicidas sobre as características de fibra (dados não apresentados). A análise da característica da fibra do algodoeiro é extremamente importante, visto que, em trabalho anteriormente descrito na literatura, já

foi constatado o efeito negativo dos herbicidas fluometuron e MSMA sobre esta variável (Snipes & Mueller, 1994).

Os resultados referentes ao rendimento de algodão em caroço em função da aplicação dos diferentes tratamentos herbicidas estão apresentados na Tabela 6. Nota-se que a produtividade das plantas de algodoeiro, que foram tratadas apenas com amonio-glufosinate isolado (500 g ha⁻¹), não variou em função do número de aplicações realizadas em pós-emergência. Estes resultados confirmam os observados para as outras variáveis avaliadas, demonstrando que esta cultivar de algodoeiro geneticamente modificado apresentou tolerância a até três aplicações de amonio-glufosinate.

Tabela 6 – Produtividade de algodão em caroço (kg ha⁻¹) em função do número de aplicações de amonio-glufosinate isolado e em associação com pyriithiobac-sodium. Chapadão do Sul-MS, 2010

Tratamento	Número de aplicações					
	1		2		3	
gluf. (500 g ha ⁻¹)	4175,10	Aa	4193,55	Aa	4177,05	Aa
gluf. + pyri. (500 + 42 g ha ⁻¹)	4151,40	Aa	3981,75*	ABb	3897,15*	Bb
gluf. + pyri. (500 + 56 g ha ⁻¹)	4133,70	Aa	3976,20*	ABb	3900,90*	Bb
Testemunha capinada	4227,75					
CV (%)	4,25					
DMS linhas ou colunas	207,75					
DMS testemunha	236,10					

gluf. (amonio-glufosinate); pyri. (pyriithiobac-sodium); *Diferem da testemunha pelo teste Dunnett (p≤0,05); Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e seguidas por letras minúsculas na coluna diferem pelo teste Tukey (p≤0,05).

Quando se optou pela utilização da associação entre os herbicidas amonio-glufosinate e pyriithiobac-sodium, verifica-se que uma aplicação apresentou-se como seletiva, independentemente da dose de pyriithiobac-sodium empregada. Isto implica na possibilidade de utilizar-se um herbicida com efeito residual (pyriithiobac-sodium) no controle de plantas daninhas no algodoeiro transgênico em pós-emergência, sem que haja redução no rendimento da cultura (Grichar et al., 2004). Outra vantagem na seletividade apresentada pela mistura ao algodoeiro é a possibilidade de utilizar dois mecanismos de ação em uma única aplicação, que é importante visando prevenir a seleção de biótipos de plantas daninhas que apresentem resistência.

As maiores reduções no rendimento foram observadas quando se adotou três aplicações sequenciais da associação entre amonio-glufosinate e pyriithiobac-sodium, sendo observada queda na produção próxima a 8% em relação à testemunha. Os resultados permitem inferir ainda que o número de aplicações desta mistura é muito

mais determinante na redução da produtividade do que a dose de pyriithiobac-sodium utilizada, constatando-se que entre as doses há uma menor variação na redução de produtividade quando comparado ao efeito do número de aplicações.

CONCLUSÕES

O algodoeiro transgênico LL[®] apresentou-se tolerante ao amonio-glufosinate, não sendo verificadas reduções na produtividade das plantas que receberam até 1500 g ha⁻¹ deste produto, em três aplicações. A adoção do pyriithiobac-sodium junto ao amonio-glufosinate apresentou-se seletiva ao algodoeiro apenas para uma aplicação em pós-emergência, podendo representar uma excelente ferramenta no manejo de plantas daninhas nesta cultura, tanto pelo controle residual proporcionado pelo pyriithiobac-sodium, quanto pela associação de mecanismos de ação distintos, que amplia o espectro de controle desta mistura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.C.V.; LEITE, C.R.F. Eficiência do herbicida pyriithiobac-sodium aplicado em pós-emergência no controle de plantas daninhas na cultura do algodão. **Planta Daninha**, v.17, n.1, p.131-138, 1999.

BLAIR-KERTH, L.K. et al. Tolerance of transformed cotton to glufosinate. **Weed Science**, v.49, n.3, p.375-380, 2001.

BRANSON, J.W. et al. Comparison of trifloxysulfuron and pyriithiobac in glyphosate-resistant and bromoxynil-resistant cotton. **Weed Technology**, v.19, n.2, p.404-410, 2005.

CAVALIERI, S.D. et al. Tolerância de híbridos de milho ao herbicida isoxaflutole. **Planta Daninha**, v.26, n.4, p.901-909, 2008.

CONSTANTIN, J. et al. Efeito de subdoses de 2,4-D na produtividade do algodão e suscetibilidade da cultura em função de seu estágio de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.esp., p.24-29, 2007.

DAN, H.A. et al. Seletividade de clomazone isolado ou em mistura para a cultura do algodoeiro. **Planta Daninha**, v.29, n.3, p.601-607, 2011.

EVERMAN, W.J. et al. Absorption, translocation, and metabolism of glufosinate in transgenic and nontransgenic cotton, palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*), and pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*). **Weed Science**, v.57, n.4, p.357-361, 2009.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL – EWRC. Report of 3rd and 4rd meetings of EWRC. Committee of methods in weed research. **Weed Research**, v.4, n.1, p.88, 1964.

FREITAS, R.S. et al. Interferência de plantas daninhas na cultura de algodão em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.20, n.2, p.197-205, 2002.

GRICHAR, W.J. et al. Using soil-applied herbicides in combination with glyphosate in a glyphosate-resistant cotton herbicide program. **Crop Protection**, v.23, n.10, p.1007-1010, 2004.

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, p.378-383, 2007.

LEE, D.R. et al. Glyphosate-resistant soybean interference in glyphosate-resistant cotton. **Journal of Cotton Science**, v.13, n.2, p.178-182, 2009.

MAHAN, J.R. et al. Thermal dependence of bioengineered glufosinate tolerance in cotton. **Weed Science**, v.54, n.1, p.1-5, 2006.

MARUR, C.J.; RUANO, O. A reference system for determination of cotton plant development. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.5, n.2, p.243-7, 2001.

- MILLER, D.K. et al. Response of non-glufosinate-resistant cotton to reduced rates of glufosinate. **Weed Science**, v.51, n.5, p.781-785, 2003.
- MONQUERO, P.A. Plantas transgênicas resistentes aos herbicidas: situação e perspectivas. **Bragantia**, v.64, n.4, p.517- 531, 2005.
- SABINO, N.P. et al. Maturidade da fibra de algodão determinada pelo Fibrógrafo Modelo 430. **Bragantia**, v.43, n.1, p.87-94, 1980.
- SNIPES, C.E.; MUELER, T.C. Influence of fluometuron and MSMA on cotton yield and fruiting characteristics. **Weed Science**, v.42, n.2 p.210-215, 1994.
- SOUZA, L.S. et al. Seletividade do halosulfuron isolado ou em mistura com glyphosate para culturas anuais. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.351-358, 2001.
- SUGANUMA, M.S. et al. Comparando metodologias para avaliar a cobertura do dossel e a luminosidade no sub-bosque de um reflorestamento e uma floresta madura. **Revista Árvore**, v.32, n.2, p.377-385, 2008.
- THOMAS, W.E. et al. Glufosinate does not affect floral morphology and pollen viability in glufosinate-resistant cotton. **Weed Technology**, v.18, n.2, p.258-262, 2004.
- TROXLER, S.C. et al. Clomazone, fomesafen, and bromoxynil systems for bromoxynil-resistant cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Technology**, v.16, n.4, p.838-844, 2002.
- TSAFTARIS, A. The development of herbicide-tolerant transgenic crops. **Field Crops Research**, v.45, n.1-3, p.115-123, 1996.
- WEBSTER, E.P.; SHAW, D.R. Effect of application timing on pyriithiobac-sodium persistence. **Weed Science**, v.45, n.1, p.179-182, 1997.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A atividade residual do pyriithiobac-sodium afetou o desenvolvimento de quase todas as espécies avaliadas (exceto *B. pilosa* resistente à ALS), havendo aumento nos níveis de controle com o incremento de dose do herbicida e com a redução do período de tempo entre aplicação e a semeadura da planta daninha.

A ação do pyriithiobac-sodium em pré-emergência das plantas daninhas é nítida, podendo observar a capacidade do herbicida em reduzir a emergência de novos fluxos de infestantes, além de retardar o desenvolvimento destas plantas. Isto resultaria em maior facilidade no manejo de plantas daninhas no algodoeiro, seja ele convencional ou transgênico (LL[®]), pois o controle residual ou a supressão do crescimento das plantas daninhas leva à possibilidade de redução de dose de herbicidas em pós-emergência, além de ampliar o intervalo de aplicação pelo fato das plantas daninhas estarem menores.

Em alguns casos, seria possível a 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.

Dentro do manejo de plantas daninhas no algodoeiro, o posicionamento do pyriithiobac-sodium, que parece ser coerente para explorar a sua atividade residual, seria uma aplicação no início do desenvolvimento da cultura, em pós-emergência das plantas daninhas, pois o herbicida iria exercer o seu efeito supressor sobre as espécies já emergidas e haveria o benefício do controle residual.

A aplicação do pyriithiobac-sodium isolado ou em mistura com outro pós-emergente, visando ao controle residual das plantas daninhas, demonstrou-se viável em doses iguais ou superiores a 56 g ha⁻¹, variando de acordo com as espécies presentes na comunidade infestante da lavoura. Esta recomendação pode ser estendida inclusive para algodoeiro LL[®], pois foi verificado que a variedade apresentou tolerância a uma aplicação do pyriithiobac-sodium (42 a 56 g ha⁻¹) em associação com o amonio-glufosinate.

CONCLUSÃO GERAL

O biótipo de *B. pilosa* não apresentou sensibilidade ao pyriithiobac-sodium aplicado no solon demonstrando uma possível resistente aos herbicidas inibidores da ALS. *Euphorbia heterophylla* resistente aos herbicidas inibidores da ALS teve seu desenvolvimento restringido pela atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo, apesar de não haver morte de plantas. A atividade residual do pyriithiobac-sodium causou restrição no desenvolvimento vegetativo das demais espécies avaliadas até 28 dias após a emergência.

A atividade residual do pyriithiobac-sodium no solo diminui com o passar do tempo, visto que as primeiras épocas de aplicação (20 e 10 DAS) exerceram níveis de controle mais baixos. O aumento de dose de pyriithiobac-sodium propicia maior atividade residual ao herbicida no solo.

O algodoeiro transgênico LL[®] apresentou elevada tolerância ao amonio-glufosinate, não sendo verificadas reduções na produtividade das plantas que receberam até 1500 g ha⁻¹ deste produto, parceladas em três aplicações. A adoção do pyriithiobac-sodium junto ao amonio-glufosinate apresentou-se seletiva ao algodoeiro apenas para uma aplicação em pós-emergência.

ANEXOS

Quadro 1 – Resumo da análise de variância das avaliações de controle realizadas aos 7, 14 e 28 dias após a emergência (DAE) das plantas daninhas. Maringá-PR, 2010

FV	GL	QM								
		<i>A. hybridus</i>			<i>A. lividus</i>			<i>A. tenella</i>		
		7 DAE	14 DAE	28 DAE	7 DAE	14 DAE	28 DAE	7 DAE	14 DAE	28 DAE
Época (E)	2	206,395*	109,645*	161,333*	158,333*	103,896 ^{ns}	228,813*	34,75 ^{ns}	166,937 ^{ns}	299,77 ^{ns}
Doses (D)	3	317,298*	135,298*	171,243*	20,556 ^{ns}	16,021 ^{ns}	3,056 ^{ns}	427,854 ^{ns}	247,687*	150,75 ^{ns}
Interação E x D	6	103,506*	152,841*	73,555 ^{ns}	38,556*	19,146 ^{ns}	135,701 ^{ns}	314,25 ^{ns}	271,771*	375,104*
E/D ₂₈	2	21,583 ^{ns}	258,25*	165,333*	36,083 ^{ns}	25,583 ^{ns}	98,583 ^{ns}	569,083 ^{ns}	655,75*	1018,083*
E/D ₅₆	2	240,333*	245,583 ^{ns}	115,75 ^{ns}	152,083*	126,333 ^{ns}	257,25*	6,083 ^{ns}	7,75 ^{ns}	164,583 ^{ns}
E/D ₈₄	2	29,25 ^{ns}	25,75 ^{ns}	100,333 ^{ns}	27,25 ^{ns}	3,083 ^{ns}	190,75 ^{ns}	5,333 ^{ns}	18,75 ^{ns}	102,083 ^{ns}
E/D ₁₁₂	2	225,75*	38,583*	0,583 ^{ns}	58,583*	6,333 ^{ns}	89,333 ^{ns}	397 ^{ns}	300*	140,333 ^{ns}
D/E ₀	3	56,25 ^{ns}	223,729*	140,062*	8,667 ^{ns}	8,917 ^{ns}	162,229 ^{ns}	497,062 ^{ns}	551,729*	680,666*
D/E ₁₀	3	336,5*	193*	171,062*	24 ^{ns}	34,563 ^{ns}	86,167 ^{ns}	278,729 ^{ns}	201,416 ^{ns}	162,229 ^{ns}
D/E ₂₀	3	131,562*	24,25 ^{ns}	7,229 ^{ns}	65*	10,833 ^{ns}	26,063 ^{ns}	280,562 ^{ns}	38,083 ^{ns}	58,062 ^{ns}
Fatorial x Test. (Tratamentos)	1 12	13190,963* -	26351,001* -	17462,501* -	27414,256* -	20573,54* -	19946,769* -	33016,861* -	33542,668* -	29383,852* -
Resíduo	39	31,455	24,096	41,814	13,769	45,442	60,333	177,416	85,916	92,911
Total	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ftab. (2/39 - $\alpha=5\%$) = 3,235; Ftab. (3/39 - $\alpha=5\%$) = 2,845; Ftab. (6/39 - $\alpha=5\%$) = 2,345; * significativo a 5% de probabilidade, pelo teste f.

Quadro 2 – Resumo da análise de variância das avaliações de controle realizadas aos 7, 14 e 28 dias após a emergência (DAE) das plantas daninhas. Maringá-PR, 2010

FV	GL	QM								
		<i>T. procumbens</i>			<i>S. americanum</i>			<i>N. physaloides</i>		
		7 DAE	14 DAE	28 DAE	7 DAE	14 DAE	28 DAE	7 DAE	14 DAE	28 DAE
Época (E)	2	6142,645*	7476,583*	20619,25*	233,333*	176,521*	1604,312*	534,895*	408,562*	0,145 ^{ns}
Doses (D)	3	3217,909*	3028,909*	881,222 ^{ns}	42,521 ^{ns}	76,354*	1298,743*	78,916 ^{ns}	941,687*	36,131 ^{ns}
Interação E x D	6	1622,534*	1578,388*	539,972 ^{ns}	16,833 ^{ns}	95,854*	75,201 ^{ns}	107,229*	330,479*	19,173 ^{ns}
E/D ₂₈	2	8477,083*	8658,333*	8017*	36,333 ^{ns}	61,583*	666,75*	7 ^{ns}	681,333*	27,583 ^{ns}
E/D ₅₆	2	518,25 ^{ns}	739,083 ^{ns}	5561,583*	18,25 ^{ns}	46,333 ^{ns}	294,083 ^{ns}	35,583 ^{ns}	58,333 ^{ns}	8,083 ^{ns}
E/D ₈₄	2	1500,333*	1740,083*	6475*	121*	214,583*	756,75*	527,25*	613,083*	21 ^{ns}
E/D ₁₁₂	2	514,583 ^{ns}	1074,25 ^{ns}	2185,583*	108,25*	141,583*	112,333 ^{ns}	286,75*	47,25 ^{ns}	1 ^{ns}
D/E ₀	3	62,5 ^{ns}	39,562 ^{ns}	131,75 ^{ns}	20,229 ^{ns}	6,75 ^{ns}	338,562 ^{ns}	104,229*	460,5*	9,166 ^{ns}
D/E ₁₀	3	5798,25*	5532,062*	1072,916 ^{ns}	13,729 ^{ns}	104,562*	813,833*	43,729 ^{ns}	410,916*	31,75 ^{ns}
D/E ₂₀	3	602,229 ^{ns}	614,062 ^{ns}	756,5 ^{ns}	42,229 ^{ns}	156,75*	296,75 ^{ns}	145,416*	731,229*	33,562 ^{ns}
Fatorial x Test. (Tratamentos)	1 12	19958,078*	19552,963*	11475,923*	26040,001*	24663,347*	26952,245*	29274,161*	27348,014*	35085,001*
Resíduo	39	316,608	337,185	573,769	24,711	15,083	146,608	28,358	93,173	21,544
Total	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ftab. (2/39 - $\alpha=5\%$) = 3,235; Ftab. (3/39 - $\alpha=5\%$) = 2,845; Ftab. (6/39 - $\alpha=5\%$) = 2,345; * significativo a 5% de probabilidade, pelo teste f.

Quadro 3 – Resumo da análise de variância das avaliações de controle realizadas aos 7, 14 e 28 dias após a emergência (DAE) das plantas daninhas. Maringá-PR, 2010

FV	GL	QM								
		<i>S. latifolia</i>			<i>C. benghalensis</i>			<i>E. heterophylla</i>		
		7 DAE	14 DAE	28 DAE	7 DAE	14 DAE	28 DAE	7 DAE	14 DAE	28 DAE
Época (E)	2	154,083*	252,895*	1963,583*	3801,395*	6066,812*	3760,562*	14,583 ^{ns}	623,438*	125,438 ^{ns}
Doses (D)	3	194,055*	114,805*	554,965*	929,472*	1240,055*	1467,576*	93,576*	103,299 ^{ns}	326,854*
Interação E x D	6	216,638*	165,784*	401,277*	490,034*	461,701 ^{ns}	758,368*	36,806*	203,299 ^{ns}	163,438 ^{ns}
E/D ₂₈	2	520,083*	599,083*	1275,25*	627,083*	1332,25*	839,083*	56,25*	839,583*	306,333 ^{ns}
E/D ₅₆	2	72,75*	51,583 ^{ns}	625*	2893,75*	4060,333*	3702,083*	14,583 ^{ns}	133,333 ^{ns}	68,25 ^{ns}
E/D ₈₄	2	0,583 ^{ns}	18,583 ^{ns}	1184,083*	1474,083*	1334,083*	1272,25*	2,083 ^{ns}	133,333 ^{ns}	202,083 ^{ns}
E/D ₁₁₂	2	210,583*	81*	83,083 ^{ns}	276,583 ^{ns}	725,25 ^{ns}	222,25 ^{ns}	52,083*	127,083 ^{ns}	39,083 ^{ns}
D/E ₀	3	449,083*	344,416*	319,395*	193,562 ^{ns}	85,562 ^{ns}	58,062 ^{ns}	109,896*	226,563 ^{ns}	16,667 ^{ns}
D/E ₁₀	3	93,833*	59,729 ^{ns}	109,229 ^{ns}	260,25 ^{ns}	653,166 ^{ns}	314,083 ^{ns}	14,063 ^{ns}	222,917 ^{ns}	203,5 ^{ns}
D/E ₂₀	3	84,416*	42,229 ^{ns}	928,895*	1455,729*	1424,729*	2612,166*	43,229*	60,417 ^{ns}	433,563*
Fatorial x Test. (Tratamentos)	1 12	26886,564*	26338,006*	21175,041*	15341,083*	14193,231*	15690,129*	708,694*	8005,168*	11917,514*
Resíduo	39	9,243	23,358	93,532	147,858	275,641	244,801	14,904	112,34	96,442
Total	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ftab. (2/39 - $\alpha=5\%$) = 3,235; Ftab. (3/39 - $\alpha=5\%$) = 2,845; Ftab. (6/39 - $\alpha=5\%$) = 2,345; * significativo a 5% de probabilidade, pelo teste f.

Quadro 4 – Resumo da análise de variância das avaliações de controle realizadas aos 7, 14 e 28 dias após a emergência (DAE) das plantas daninhas. Maringá-PR, 2010

FV	GL	QM					
		Soja RR [®]			<i>I. grandifolia</i>		
		7 DAE	14 DAE	28 DAE	7 DAE	14 DAE	28 DAE
Época (E)	2	2392,562*	607,271*	1020,583*	1909,895*	425,521*	4084,083*
Doses (D)	3	820,694*	1222,687*	3556,805*	9,722 ^{ns}	829,243*	1895,944*
Interação E x D	6	148,423*	173,354*	679,388*	225,868*	407,826*	826,777*
E/D ₂₈	2	809,083*	158,333 ^{ns}	393,75 ^{ns}	1539,583*	1502,083*	4495,75*
E/D ₅₆	2	1280,083*	554,083*	2239,083*	327,083*	51,583 ^{ns}	276,583 ^{ns}
E/D ₈₄	2	475,083*	17,333 ^{ns}	54,333 ^{ns}	414,583*	58,333 ^{ns}	1412,333*
E/D ₁₁₂	2	273,583*	397,583*	371,583 ^{ns}	306,25*	37 ^{ns}	379,75 ^{ns}
D/E ₀	3	90,395*	426,062*	1621,5*	205,729*	159,729*	322,416 ^{ns}
D/E ₁₀	3	422,916*	536,916*	1663*	237,5*	1189,666*	1995,666*
D/E ₂₀	3	604,229*	606,416*	1631,083*	18,229 ^{ns}	295,5*	1231,416*
Fatorial x Test. (Tratamentos)	1 12	14712,981*	15430,463*	12331,852*	8185,256*	15410,578*	12031,410*
Resíduo	39	16,705	71,032	137,179	41,987	37,942	196,025
Total	51	-	-	-	-	-	-

Ftab. (2/39 - $\alpha=5\%$) = 3,235; Ftab. (3/39 - $\alpha=5\%$) = 2,845; Ftab. (6/39 - $\alpha=5\%$) = 2,345; * significativo a 5% de probabilidade, pelo teste f.

Quadro 5 – Resumo da análise de variância das variáveis analisadas no experimento de seletividade de misturas em algodoeiro transgênico LL[®]. Chapadão do Sul-MS, 2010

FV	GL	QM		
		Algodoeiro		
		Altura	Luxímetro	Produtividade
Tratamento herbicida (T)	2	438,886*	79,885*	1090,171*
Número de aplicações (N)	2	265,865*	1,572 ^{ns}	714,292*
Interação T x N	4	21,909 ^{ns}	3,411 ^{ns}	193,559 ^{ns}
T/N ₁	2	179,955*	27,541*	15,298 ^{ns}
T/N ₂	2	153,785*	29,291*	545,435*
T/N ₃	2	148,965*	26,375*	916,555*
N/T ₁	2	119,115*	1,291 ^{ns}	3,637 ^{ns}
N/T ₂	2	55,821*	2,375 ^{ns}	595,999*
N/T ₃	2	134,746*	4,541 ^{ns}	501,774*
Fatorial x Test.	1	1344,8*	16,653 ^{ns}	844,935*
(Tratamentos)	9	-	-	-
Blocos	7	24,923*	74,695*	1025,605*
Resíduo	63	9,436	7,379	129,514
Total	79	-	-	-

Ftab. (2/63 - $\alpha=5\%$) = 4,959; Ftab. (4/63 - $\alpha=5\%$) = 2,517; * significativo a 5% de probabilidade, pelo teste f.