

JOSIELE CARDOSO CARNEIRO

**EFICÁCIA E ATIVIDADE RESIDUAL DE APLICAÇÕES ISOLADAS OU
ASSOCIADAS DE DIURON, OXYFLUORFEN E PROMETRYNE PARA O
CONTROLE DE *Euphorbia heterophylla***

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2009**

JOSIELE CARDOSO CARNEIRO

EFICÁCIA E ATIVIDADE RESIDUAL DE APLICAÇÕES ISOLADAS OU ASSOCIADAS DE DIURON, OXYFLUORFEN E PROMETRYNE PARA O CONTROLE DE *Euphorbia heterophylla*

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
MARÇO – 2009**

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

C289e Carneiro, Josiele Cardoso
Eficácia e atividade residual de aplicações isoladas ou associadas de diuron, oxyfluorfen e prometryne para o controle de *Euphorbia heterophylla* / Josiele Cardoso Carneiro. -- Maringá, 2009.
ix, 72 f. : il., figs., tabs.

Orientador : Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira Junior.

Co-Orientador : Prof. Dr. Jamil Constantin
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2009.

1. Diuron (Herbicida) - *Euphorbia heterophylla* - Algodão. 2. Oxyfluorfen (Herbicida) - *Euphorbia heterophylla* - Algodão. 3. Prometryne (Herbicida) - *Euphorbia heterophylla* - Algodão. 4. Algodão - Cultura - *Euphorbia heterophylla* - Controle. 5. *Euphorbia heterophylla* - Controle - Algodão. 6. Algodoeiro (*Gossypium* L.) - Plantas daninhas. 7. Herbicida - Atividade residual - Controle - Leiteiro (*Euphorbia heterophylla*). I. Oliveira Junior, Rubem Silvério de, orient. II. Constantin, Jamil, co-orient. III. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDD 21.ed. 633.519954

JOSIELE CARDOSO CARNEIRO

**EFICÁCIA E ATIVIDADE RESIDUAL DE APLICAÇÕES ISOLADAS OU
ASSOCIADAS DE DIURON OXYFLUORFEN E PROMETRYNE PARA O
CONTROLE DE *Euphorbia heterophylla***

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:

Prof. Dr^a. Miriam Hiroko Inoue
UNEMAT

Prof. Dr. Robinson L. Contiero
UEM

Prof. Dr. Jamil Constantin
(Coorientador)

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

Aos meus pais José Carlos e Maria Hortência e ao meu irmão José Thiago pela força durante essa caminhada, pelo amor e dedicação incondicionais, que foram fundamentais para alcançar mais este objetivo.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a DEUS, por estar sempre ao meu lado, principalmente nos momentos mais difíceis, pela saúde e entusiasmo para a realização do mestrado;

Ao meu orientador professor Dr. Rubem Silvério de Oliveira Jr., pela oportunidade, confiança, atenção dispensada à minha orientação e exemplo profissional, contribuindo para minha formação científica e profissional.

Ao professor Dr. Jamil Constantin, pelos ensinamentos transmitidos durante as disciplinas do curso e pela contribuição no planejamento dos experimentos.

À minha família, pelas palavras carinhosas e gestos de apoio e estímulo constantes, os quais me ajudaram a enfrentar as dificuldades e a suportar a distância e a saudade.

Aos amigos e colegas da pós-graduação, em especial às amigas Letícia de Menezes Gonçalves e Ellen Rocco Piffer, pela amizade, parceria na vida acadêmica e particular, pelos momentos de companheirismo e descontração que passamos juntas, que ajudaram a amenizar a saudade de minha família.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, pela colaboração.

Aos alunos e funcionários membros do Núcleo de Estudos Avançados em Ciência da Plantas Daninhas da Universidade Estadual de Maringá (NAPD/UEM) pelo auxílio na condução dos experimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro, através da bolsa de estudos disponibilizada.

Com orgulho, a todos, que dedicaram um pouco ou muito do seu tempo em meu auxílio, orientação ou que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada.

BIOGRAFIA

JOSIELE CARDOSO CARNEIRO, filha de José Carlos Alves Carneiro e Maria Hortência Cardoso Carneiro, nasceu em 1º de outubro de 1983, em Alegrete - RS

Graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas RS, em 28 abril de 2007.

Em março de 2007, iniciou no curso de Pós-graduação em Agronomia em nível de Mestrado, na área de concentração Proteção de Plantas, na Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR.

ÍNDICE

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VIII
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I.....	3
EFICÁCIA DE APLICAÇÕES ISOLADAS OU ASSOCIADAS DE DIURON, OXYFLUORFEN E PROMETRYNE PARA O CONTROLE DE LEITEIRO (<i>Euphorbia heterophylla</i>)	3
1 INTRODUÇÃO.....	4
2 MATERIAL E MÉTODOS	15
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
CAPÍTULO II.....	42
ATIVIDADE RESIDUAL DE DIURON, OXYFLUORFEN E PROMETRYNE, APLICADOS ISOLADAMENTE OU EM MISTURA, EM RELAÇÃO AO CONTROLE DO LEITEIRO (<i>Euphorbia heterophylla</i>)	42
1 INTRODUÇÃO.....	43
2 MATERIAL E MÉTODOS	47
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
CONCLUSÃO.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

RESUMO

CARNEIRO, J.C., M.S., Universidade Estadual de Maringá, março de 2009. **Eficácia e atividade residual de aplicações isoladas ou associadas de diuron, oxyfluorfen e prometryne para o controle de *Euphorbia heterophylla*.** Professor Orientador: Dr. Rubem Silvério de Oliveira Junior. Coorientador: Dr. Jamil Constantin.

A aplicação em pré-emergência no início do ciclo do algodoeiro é prática consagrada entre os produtores. Os herbicidas diuron, oxyfluorfen e prometryne apresentam-se como opções registradas para uso nessa cultura, porém há informações limitadas referentes a eficácia desses herbicidas para o controle de *Euphorbia heterophylla*. Assim, face ao significativo aumento dos problemas de falta de controle do leiteiro na cultura do algodão, este trabalho teve como objetivo estudar a resposta biológica do leiteiro frente à aplicação destes herbicidas, isolados ou em combinações dois a dois. Os experimentos foram conduzidos casa-de-vegetação. Nos primeiros ensaios, as curvas dose-resposta foram ajustadas em relação à porcentagem de controle visual aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e à porcentagem de redução de massa seca aos 28 DAA. Posteriormente, visando avaliar a atividade residual, foram aplicadas doses dos herbicidas ou das misturas aos 30, 20, 10 e zero dias antes da semeadura da planta daninha. A eficiência de controle dos tratamentos foi avaliada 28 dias depois da semeadura. Diuron, oxyfluorfen e prometryne aplicados isoladamente mostraram-se eficientes, dentro do intervalo de doses utilizado, para o controle de *E. heterophylla*. Para diuron, doses de 1,1 kg i.a. ha⁻¹ apresentaram atividade residual por períodos de até 30 dias com controle efetivo do leiteiro (71 a 85%). Doses de 0,9 kg i.a. ha⁻¹ promoveram controles semelhantes por 10 dias. Acima de 85% de controle foi obtido com oxyfluorfen isoladamente a 0,336 kg i.a. ha⁻¹ por períodos de até 10 dias e acima de 72% por até 20 dias. Obteve-se controle acima de 83% de controle com prometryne a 2,050 kg i.a. ha⁻¹ por 20 dias e acima de 71% até 30 dias. Misturas de diuron+prometryne promoveram controle superior a 85% por períodos de até 30 dias para doses de 1,0+2,0 kg i.a. ha⁻¹ e de até 20 dias quando aplicada a 2,0+1,0 kg i.a. ha⁻¹. Para obter nível semelhante de controle

por 30 dias foi necessário no mínimo $1,0+0,228 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$ da mistura diuron+oxyfluorfen. Em relação à mistura prometryne+oxyfluorfen, um mínimo de 80% de controle pode ser obtido por período de 10 dias quando se utiliza um mínimo de $1,0+0,192 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$. As misturas contendo oxyfluorfen apresentaram-se de modo geral, como aditivas ou antagonísticas, ao passo que misturas de diuron+prometryne foram aditivas ou sinérgicas.

Palavras-chave: atividade residual, curva dose-resposta, mistura em tanque.

ABSTRACT

CARNEIRO, J.C., M.S., Universidade Estadual de Maringá, March, 2009. **Efficacy and residual activity of isolated or associated applications of diuron, oxyfluorfen and prometryne for *Euphorbia heterophylla* control.** Adviser: Dr. Rubem Silvério de Oliveira Junior. Co-adviser: Dr. Jamil Constantin.

Pre-emergence herbicide application in cotton is a usual practice by growers. Herbicides diuron, oxyfluorfen and prometryne are registered options for use in cotton, but limited information is available in relation to the efficiency of such molecules to promote effective control of *Euphorbia heterophylla*. Due to the significant increasing of poor control of wild poinsettia in cotton areas, this work was aimed to understand the biological response of wild poinsettia in relation the application of these herbicides alone or in combinations. Experiments were carried out in greenhouse. Initially, dose-response curves were elaborated in relation to visual percentage of control at 14 and 28 days after application (DAA) and to relative biomass production (28 DAA). Later, to evaluate residual activity, herbicides or mixtures were applied at 30, 20, 10 or zero days before the weed sowing. Visual efficiency of treatments was evaluated at 28 DAA. Diuron, oxyfluorfen and prometryne applied isolated were considered efficient within the range of doses evaluated. For diuron, doses of 1.1 kg a.i. ha⁻¹ provided residual activity for periods up to 30 days, with reasonable control of wild poinsettia (71-85%). Rates of 0.9 kg a.i. ha⁻¹ provided similar control for 10 days. Control > 85% was found with oxyfluorfen at 0.336 kg a.i. ha⁻¹ for periods up to 10 days and control > 72% for up to 20 days. A control > 83% de with prometryne at 2.050 kg a.i. ha⁻¹ for up to 20 days and control > 71% for up to 30 days was found. Mixtures of diuron+prometryne promoted control > 85% for periods of up to 30 days for doses of 1.0+2.0 kg a.i. ha⁻¹ and of up to 20 days when applied at 2.0+1.0 kg a.i. ha⁻¹. To obtain similar levels of control fo a period of 30 days, a minimum of 1.0+0.228 kg a.i. ha⁻¹ of the mixture diuron+oxyfluorfen was needed. In relation to prometryne+oxyfluorfen, a minimum of 80% of control was found for periods of 10 days when using a minimum of 1.0+0.192 kg a.i. ha⁻¹. Mixtures containing oxyfluorfen were in

general considered as additive or antagonistic; the mixture of diuron+prometryne was considered as additive or synergistic combination.

Key words: residual activity, dose-response curve, tank mixture.

INTRODUÇÃO GERAL

O algodão é uma das principais plantas domesticadas pelo homem e uma das mais antigas, sendo a mais importante fibra têxtil natural utilizada até hoje. É a planta com aproveitamento mais completo e que oferece os mais variados produtos de utilização universal.

Um dos problemas enfrentados pelos cotonicultores desde a implantação até a colheita refere-se às plantas daninhas que precisam ser controladas em razão da competição com a cultura por nutrientes, água, luz, espaço, e efeitos alelopáticos, e também pelo prejuízo que podem causar à qualidade das fibras durante a colheita e ou beneficiamento.

Portanto, um programa eficiente de manejo de plantas daninhas na cultura do algodão deve incluir a combinação de estratégias, as quais evitem a concorrência das plantas daninhas pelos fatores de produção durante o período de interferência, e que permitam que a cultura seja colhida isenta de impurezas. O uso de herbicidas constitui-se em uma ferramenta indispensável ao controle de plantas daninhas em algodoeiro.

Dentre as modalidades de aplicação de herbicidas, a aplicação em pré-emergência no início do ciclo do algodoeiro é prática consagrada entre os produtores. Esta modalidade de aplicação permite à cultura emergir no limpo e prevenir a interferência precoce das plantas daninhas.

Os herbicidas diuron, oxyfluorfen e prometryne apresentam-se como opções registradas para uso na cultura, porém há informações limitadas referentes à eficiência destes herbicidas para o controle de *Euphorbia heterophylla*. Os três herbicidas apresentam atividade no solo, sendo mais frequentemente utilizados em aplicações em pré-emergência das plantas daninhas.

Diante do que foi exposto e face ao significativo aumento dos problemas relacionados à falta de controle do leiteiro, (*Euphorbia heterophylla*), na cultura do algodão, aliada a limitada disponibilidade de herbicidas registrados para uso no início do ciclo da cultura, objetivou-se, determinar a curva dose-resposta de eficiência biológica de diuron, oxyfluorfen e prometryne no controle de *Euphorbia heterophylla*, assim como avaliar o período de controle residual

proporcionado pelas doses dos herbicidas que propiciaram controle eficiente dessa espécie de planta daninha.

CAPÍTULO I

EFICÁCIA DE APLICAÇÕES ISOLADAS OU ASSOCIADAS DE DIURON, OXYFLUORFEN E PROMETRYNE PARA O CONTROLE DE LEITEIRO (*Euphorbia heterophylla*)

RESUMO. *Euphorbia heterophylla* é uma das espécies de planta daninha mais disseminadas entre as espécies anuais cultivadas no Brasil. Particularmente para a cultura do algodão, as alternativas de herbicidas disponíveis para aplicação em pré-emergência e a disseminação de biótipos resistentes tem causado dificuldades ainda maiores para atingir-se controle adequado desta espécie. O objetivo do trabalho foi determinar a curva dose-resposta de diuron, oxyfluorfen e prometryne para o controle de *E. heterophylla*, bem como analisar a eficiência biológica de misturas destes herbicidas no manejo desta espécie. O trabalho foi composto por seis experimentos conduzidos simultaneamente em casa-de-vegetação, sendo três deles com doses crescentes de cada herbicida aplicado isoladamente e mais três compostos por misturas dos herbicidas dois a dois. A curva dose-resposta foi ajustada para os dados das avaliações da porcentagem de controle visual aos 14 e 28 dias após a aplicação (DAA) e porcentagem de redução de massa seca aos 28 DAA. Determinou-se as doses GR₈₀ e GR₉₅, que correspondem ao controle de 80% e 95%, respectivamente, de controle visual ou redução da massa seca. Diuron, oxyfluorfen e prometryne aplicados isoladamente, mostraram-se eficientes, dentro do intervalo de doses utilizado, no controle de *Euphorbia heterophylla*. As misturas contendo oxyfluorfen apresentaram-se de modo geral, como aditivas ou antagonísticas, ao passo que misturas de diuron+prometryne foram aditivas ou sinérgicas. Das três misturas avaliadas, oxyfluorfen+prometryne foi a associação que resultou em menor número de combinações que promoveram controle aceitável do leiteiro.

Palavras-chave: curva dose-resposta, mistura em tanque, eficácia

1 INTRODUÇÃO

O leiteiro ou amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla* L.) é uma planta daninha da família Euphorbiaceae, originária da América Tropical e Subtropical amplamente disseminada em todo o Brasil (KISSMANN & GROTH, 1992), sendo muito encontrada no Sudoeste, Sul e Centro-oeste do Brasil, causando muitos prejuízos em várias regiões agrícolas importantes. Também na cultura do algodoeiro o leiteiro se destaca entre as plantas daninhas de maior disseminação e importância (LORENZI, 2006).

E. heterophylla é uma planta herbácea, anual e lactescente. Possui um sistema radicular bem desenvolvido, e caule oco e ereto. As folhas são simples, com forma bastante variável, de 4 a 10 cm de comprimento, apresenta inflorescência terminal com flores amarela. O sistema de reprodução pode ser tanto por autofecundação como por fecundação cruzada (CRONQUIST, 1981; BARROSO, 1984; KISSMANN & GROTH, 1992). Apresenta na fase adulta porte médio de 40-60 cm e é altamente competitiva, com rápido crescimento e multiplicação.

As sementes podem ser globosas, ovoides, cônicas, mais ou menos angulares, com 2,5 a 3 mm de comprimento por 2,5 mm de largura. Apresentam dois cotilédones e testa escura, marmorada ou não (CRONQUIST, 1981; BARROSO, 1984; KISSMANN & GROTH, 1992), sendo produzidas em grande quantidade e com pouca dormência. A causa da dormência não é conhecida, mas a luz aliada a temperaturas alternadas de 25 a 35°C estimulam a germinação (KISSMANN & GROTH, 1992). As sementes germinam facilmente a uma profundidade de 4 cm. Em lavouras de soja no Rio Grande do Sul e do Paraná, ocorrem germinação escalonada (KISSMANN & GROTH, 1992).

As plantas de *E. heterophylla* apresentam um rápido crescimento e formam uma densa cobertura vegetal, ocasionando grandes perdas em rendimento e na qualidade quando em competição com espécies cultivadas (WILSON, 1981). À medida que o fruto amadurece, a cor é alternada e, quando atinge plena maturação, apresenta deiscência explosiva, lançando as sementes para longe da planta-mãe (BARROSO, 1984). Um dos fatores que mais dificultam seu controle é que, durante a estação de crescimento, há

sementes germinando continuamente. Trezzi et al. (2006) também relatam que a grande capacidade de produção de sementes e a emergência em fluxos são fatores que dificultam o manejo dessa espécie, por propiciar o reabastecimento do banco de sementes do solo, perpetuando a infestação dessa espécie nas áreas.

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum latifolium* Hutch.) é uma das culturas mais suscetíveis à interferência de plantas daninhas, seja por fatores diretos e/ou indiretos, que a prejudicam desde o plantio até a colheita. Na fase inicial da cultura a presença das plantas daninhas reduzem bastante o crescimento e vigor da cultura, além de hospedar pragas e doenças. No final do ciclo causam perdas, pela redução na qualidade da fibra, dificultando a colheita manual ou mecânica e ocasionando baixo rendimento de trabalho, assim como reduzem a eficiência das máquinas beneficiadoras, por causa das fibras imaturas, tornando difícil o descaroçamento. Aumentam a umidade das sementes, atrasando a colheita e reduzindo a qualidade do línter (LACA-BUENDIA, 1992)

A sensibilidade do algodoeiro à concorrência das plantas daninhas é em virtude, principalmente da arquitetura da planta, do desenvolvimento inicial lento, da baixa densidade populacional e do próprio arranjo das plantas em fileiras, espaçadas de 0,60 m a 1,00 m de distância. Este espaçamento dificulta a cobertura do solo, levando cerca de 90 dias para cobrir totalmente a área plantada, o que facilita o desenvolvimento de plantas daninhas (AZEVEDO et al., 1988; FREITAS et al., 2002).

Por ser uma espécie de metabolismo fotossintético C_3 , o algodoeiro apresenta elevada taxa de fotorrespiração, baixa taxa de fotossíntese líquida, e também por apresentar raízes superficiais, é extremamente sensível à concorrência imposta pelas plantas daninhas que ocorrem nos agrossistemas cotonícolas (LACA-BUENDIA, 1990). Portanto, a cultura do algodoeiro pode levar desvantagem na competição pelo CO_2 com relação às plantas daninhas, especialmente aquelas de metabolismo C_4 que apresentam crescimento inicial rápido (BELTRÃO et al., 1983).

As plantas daninhas podem causar danos à cultura pela sua eficiência na competição por água, luz, nutrientes, CO_2 e oxigênio. Além da competição exercida em relação à cultura, elas podem liberar substâncias químicas

(aleloquímicos) prejudiciais a lavoura e ainda podem ser hospedeiras de pragas e doenças. A concorrência de plantas daninhas com a cultura do algodoeiro pode causar perdas consideráveis, sendo observadas reduções de até 90,2% na produtividade, pela infestação das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura (LACA-BUENDIA, 1990). Azevedo et al. (1994) relatam que a cultura do algodão necessita de um período total entre 20 e 80 dias após sua emergência sem a interferência das plantas daninhas, para que não haja nenhum prejuízo à produtividade. Segundo Freitas et al. (2002), decorridos 14 dias após a emergência da cultura, a presença das plantas daninhas já interfere de modo significativo na produtividade. Para Salgado et al. (2002), a presença das plantas daninhas 8 dias após a emergência da cultura, já causa prejuízos na produtividade do algodoeiro.

Um particular agravante no caso do algodoeiro é a necessidade de colheita no limpo, tanto pelo fato desta operação ser basicamente feita por meio de colhedoras quanto pelo fato de que a presença de impurezas nas fibras colhidas afeta a qualidade e a remuneração paga pelas mesmas. Algumas plantas daninhas, como capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e picão-preto (*Bidens pilosa*), apresentam estruturas frutíferas que aderem ao capulho do algodoeiro, e quando presentes na colheita, podem reduzir a qualidade da fibra, dificultando a colheita e seu beneficiamento (LACA-BUENDIA, 1990). Para Azevedo et al. (1988), de maneira geral, o que diferencia o algodoeiro das demais culturas é que, além das perdas quantitativas, a interferência das plantas daninhas, quando não estão devidamente controladas, podem provocar significativas perdas qualitativas à fibra do algodão. Contrariamente, portanto, às demais culturas, o controle das plantas daninhas no algodoeiro deve estender-se da semeadura à floração, para evitar reduções de produtividade e se prolongar até a colheita, especialmente quando houver incidência de espécies como *C. echinatus* e *B. pilosa*, por interferirem na qualidade da fibra.

Dentre as modalidades de aplicação de herbicidas, a aplicação em pré-emergência no início do ciclo do algodoeiro é prática consagrada entre os produtores de algodão. Esta aplicação permite à cultura emergir no limpo e prevenir a interferência precoce das plantas daninhas. A aplicação em pré-

emergência é normalmente complementada por uma ou mais aplicações em pós-emergência, em área total ou em aplicações dirigidas às entrelinhas.

Além de a cultura ser muito susceptível à interferência das plantas daninhas é extremamente sensível aos herbicidas, principalmente no início do desenvolvimento da cultura (AZEVEDO et al., 1994, SALGADO et al., 2002). As poucas opções de herbicidas seletivos ao algodoeiro, para manejo de plantas daninhas dicotiledôneas, frequentemente, levam a aplicações de herbicidas que resultam em alta toxidez e baixa qualidade de fibra e rendimento (SNIPES & MUELLER, 1992; MONKS et al., 1999; FOLONI et al., 1999), ou controle deficiente das plantas daninhas pelo uso de subdoses.

Os herbicidas diuron, oxyfluorfen e prometryne apresentam-se como opções registradas para uso na cultura, porém há poucas informações disponíveis referentes à eficiência destes herbicidas para o controle de *E. heterophylla*. Os três herbicidas apresentam atividade residual no solo, e são frequentemente utilizados em aplicações pré-emergência das plantas daninhas.

O diuron é designado quimicamente como 3 (3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilureia), pertence ao grupo químico dos derivados da ureia, cujo mecanismo de ação é a inibição da reação de Hill, e é registrado no Brasil para o controle de mono e dicotiledôneas na cultura do algodão entre outras. Preferivelmente é utilizado em pré-emergência, por ser a via radicular a mais importante forma de absorção do produto e, também em pós-emergência precoce das ervas. Em algodão, usa-se em pré-emergência logo depois da semeadura, e antes da emergência da cultura, utilizado também em solo úmido, área total, faixa sobre a linha de semeadura ou ainda em jato dirigido na entrelinha. (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

O prometryne, 2,4 bis (isopropilamino)-6-(metiltio)-S-triazina, é um herbicida seletivo de ação sistêmica, indicado para o controle em pré-emergência de plantas daninhas mono e dicotiledôneas na cultura de algodão. A principal forma de absorção é a radicular, ocorrendo a translocação pelo xilema e floema, acumulando-se nos cloroplastos e meristemas apicais (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

Diuron e prometryne são herbicidas inibidores do fotossistema II, sendo o prometryne pertencente ao grupo químico das triazinas e o diuron do grupo químico derivados das ureias, exercem sua ação fitotóxica ligando-se ao nicho

ou “bolso” da proteína D₁, no qual a quinona B deveria ligar-se para receber os elétrons da quinona A. Isto bloqueia o transporte de elétrons no fotossistema e gera moléculas de clorofila mais carregadas energeticamente (³Chl). Nesse estado, elas dão origem a uma reação em cadeia formando radicais livres (R^{*}) como: oxigênio singleto (¹O₂), superóxidos (O₂⁻), radical hidroxila (OH^{*}) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂), que irão peroxidar os lipídios das membranas, formando novos radicais lipídicos, também capazes de oxidar outros lipídios de membranas, levando assim as plantas tratadas à morte (VIDAL, 1997).

O oxyfluorfen pertence ao grupo químico dos derivados do difeniléter, cuja designação química é 2-cloro-1-(3-etoxi-4-nitrofenoxi)-4-(trifluorometil)benzeno. É registrado no Brasil, para a utilização na cultura do algodão em pré e pós-emergência precoce e em jato dirigido em doses que variam de 2 a 3 L ha⁻¹. É pouco translocável por se tratar de um produto essencialmente de contato. Atua inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO ou PROTOX), que atua na oxidação de protoporfirinogênio à protoporfirina IX (precursores da clorofila). Quando aplicado em pré-emergência, age sobre o hipocótilo e epicótilo das plantas em emergência e nos meristemas foliares, impedindo a emergência das plantas daninhas não apresentando nenhuma ação sobre os tecidos radiculares (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

Em muitos casos o uso de herbicidas isolados não permite o controle eficiente de todo o complexo espectro de plantas daninhas que infestam determinada área.

Portanto, a associação de dois ou mais herbicidas para o controle de plantas daninhas em uma mesma cultura é prática bastante usual. O tipo de interação decorrente dessa associação é matéria de constante preocupação e investigação. A utilização simultânea ou sequencial de dois ou mais herbicidas sobre uma mesma cultura vem sendo cada vez mais empregada na agricultura e representa um avanço nas estratégias de controle sobre as plantas daninhas. Despertam particular interesse as misturas que apresentam sinergismo, por permitir o uso de doses menores e controlar plantas daninhas resistentes. Esse sinergismo, muitas vezes, ocorre quando se misturam dois herbicidas que apresentam diferentes mecanismos de ação, nos quais pode haver uma ação de complementaridade entre os mesmos, com um facilitando a ação física e ou bioquímica do outro (GRESSEL, 1990).

Estudos têm mostrado que combinações de herbicidas podem apresentar maior eficiência de controle para um maior número de espécies encontradas na cultura algodoeira, pelo fato de que cada herbicida é especialmente eficiente para espécies diferentes de plantas daninhas, tornando-se mais econômico pelo uso de doses menores e prolongamento do efeito residual (LACA-BUENDIA et al., 1978).

Segundo Colby (1967), as misturas herbicidas podem resultar em efeitos antagonísticos, aditivos ou sinérgicos. Se o controle proporcionado pela mistura é maior que a esperada pelo uso individual dos seus componentes, a mistura é sinérgica; se o controle proporcionado pela mistura é menor do que a somatória dos controles dos herbicidas utilizados isoladamente é antagonística e quando o controle das plantas daninhas proporcionado pela mistura é equivalente a somatória do controle dos herbicidas isoladamente, a resposta é considerada aditiva.

O uso continuado de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação pode contribuir para a seleção de populações de plantas daninhas resistentes ou tolerantes a esse mecanismo de ação. Uma das principais práticas de manejo para prevenir ou manejar áreas que apresentam estes problemas é a alternância de mecanismos de ação de herbicidas.

No caso de *E. heterophylla*, a reconhecida eficácia e o uso continuado de herbicidas inibidores da Acetolactato Sintase (ALS) acabou por selecionar diversos biótipos resistentes aos principais herbicidas usados para seu controle. Biótipos de *Euphorbia heterophylla* resistentes aos herbicidas inibidores da ALS, foram identificados em lavouras de soja nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso do Sul, onde estes produtos são empregados há vários anos (VARGAS et al., 1999).

Nos últimos anos, o problema da resistência de plantas daninhas a herbicidas tem feito com que haja o aumento significativo da infestação de muitas áreas cultivadas. Os principais problemas estão relacionados a biótipos de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* resistentes aos herbicidas inibidores da enzima ALS (GAZZIERO et al.; 1998; CHRISTOFFOLETI, 2003). No Brasil, o leiteiro constitui-se no caso de maior disseminação de planta daninha com resistência a herbicidas. Os biótipos resistentes aos herbicidas do grupo dos inibidores da ALS são encontrados em todas as regiões produtoras de grãos do

Brasil (GAZZIERO et al.; 1998; VIDAL & MEROTO Jr.; 1999; VARGAS et al.; 1999a,b; GELMINI et al.; 1999). A razão principal para sua manifestação está relacionada com a presença de ALS insensível à ação desses herbicidas (VIDAL, 1997). Os biótipos mostraram-se, entretanto, suscetíveis à herbicidas com diferentes mecanismos de ação (VIDAL et al., 1997; GAZZIERO et al., 1998; VARGAS et al., 1999a,b; OLIVEIRA Jr. et al., 2006).

Segundo Beltrão et al. (1983) o diuron é um dos herbicidas mais recomendados e utilizados no controle das plantas daninhas na cultura do algodão, tanto isolado quanto combinado com outros herbicidas. De acordo com Victória Filho et al. (1982), normalmente tem sido empregadas doses maiores do que 1,00 kg ha⁻¹ de diuron na cultura algodoeira, porém bons resultados tem sido obtidos com doses menores, ao redor de 0,50 kg ha⁻¹ principalmente quando usado em misturas ou aplicações combinadas com outros herbicidas.

Com o objetivo de verificar o comportamento de misturas de dinitramine e diuron no controle de plantas daninhas na cultura do algodão Victoria Filho et al. (1982), conduziram experimentos de campo nos municípios paulistas de Casa Branca e Jaboticabal, em solo argiloso (3,6% M.O.) e barrento (2,3% M.O.), respectivamente. Foram testados os seguintes tratamentos: dinitramine a 0,25 kg; 0,40 kg; 0,50 kg ha⁻¹; diuron a 1,20 kg; 1,50 kg; 1,80 kg ha⁻¹ e as misturas de dinitramine e diuron nas combinações possíveis com essas doses além do tratamento de trifluralin a 1,00 kg ha⁻¹ isolado ou mistura com diuron a 1,20 kg ha⁻¹. Quando foi considerado o controle geral das plantas daninhas, no ensaio em solo argiloso, os melhores resultados foram obtidos pelas misturas em comparação com as aplicações isoladas de dinitramine e de diuron sobre *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Acanthospermum australe*, *Borreria alata* *Richardia brasiliensis* e *Sida* spp. . Porém, nos experimentos em solo barrento, onde as plantas daninhas mais frequentes foram *Cenchrus echinatus*, *Pannisetum setosum*, os melhores índices de controle foram obtidos com trifluralin + diuron e com dinitramine (0,25 kg; 0,40 kg; 0,50 kg ha⁻¹) em mistura com diuron a 1,80 kg ha⁻¹.

Estudando os efeitos das variações nos métodos de aplicação dos herbicidas diuron e trifluralin na cultura algodoeira no Estado de São Paulo, Alves et al. (1967) observaram que o tratamento diuron aplicado em pré-

emergência (1,60 kg ha⁻¹) foi bastante efetivo no controle de dicotiledôneas (*Portulaca oleracea*; *Ipomea* sp.) enquanto que o manejo das gramíneas (*Cenchrus echinatus* , *Digitaria sanguinalis* não foi tão eficiente. A incorporação do diuron (1,60 kg ha⁻¹), aplicado em pré-plantio também não aumentou a efetividade do produto. O tratamento com trifluralin (1 kg ha⁻¹), em pré-plantio incorporado, resultou em excelente controle das gramíneas, enquanto as dicotiledôneas foram pouco afetadas. A combinação de trifluralin (0,5 kg ha⁻¹) em pré-plantio incorporado com diuron (0,80 kg ha⁻¹) em pré-emergência aumentou consideravelmente o controle nos dois grupos de plantas daninhas.

Laca-Buendia et al. (1978), estudando a eficiência de misturas de herbicidas, também no Estado de Minas Gerais, observaram no Triângulo Mineiro em um solo argilo siltoso e matéria orgânica 2,26%, que para o controle de *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., somente houve controle até os 30 dias após aplicação, sendo as melhores misturas dinitramine em pré-plantio incorporado (0,50 kg ha⁻¹) e diuron em pré-emergência (2,0 kg ha⁻¹); dinitroanilin (1,25 kg ha⁻¹) e prometryne (2,0 kg ha⁻¹) aplicados em pré-plantio incorporado e pendimenthalin em pré-plantio incorporado (1,16 kg ha⁻¹) e diuron em pré-emergência (2,0 kg ha⁻¹), com controle de 96,2%, 92,5% e 96,2% respectivamente. No mesmo trabalho na região Norte de Minas Gerais em um solo franco arenoso matéria orgânica de 1,59% foram observados que os maiores controles para *Sida* sp. e *Portulaca oleracea* foram com pendimenthalin em pré-plantio incorporado (1,16 kg ha⁻¹) e diuron em pré-emergência (2,0 kg ha⁻¹), com controle de 86,4% aos 30 dias, 83,6% aos 50 dias e 70,3% aos 80 dias após a aplicação.

Cruz & Toledo (1982), estudando o efeito de misturas herbicidas no controle de plantas daninhas em algodoeiro em pré-emergência, constataram que, nas condições de Mogi-Mirim, no Estado de São Paulo, a mistura de alachlor+diuron (3,0+1,0 kg ha⁻¹), aplicada em pré-emergência proporcionou o melhor controle por um período de 100 dias após a emergência. No agreste do Estado de Pernambuco, pesquisas envolvendo o uso de misturas em tanques foram desenvolvidas e mostraram que, nas condições daquela região, a mistura alachlor com diuron permitiu o melhor controle de *Amaranthus viridis* e os mais elevados rendimentos de algodão (Azevedo & Beltrão, 1982).

Leiderman et al. (1965) estudaram a efetividade de herbicidas em pré-emergência para o controle de plantas daninhas em algodão em regiões do Estado de São Paulo, que apresentavam solos entre 2,0 e 3,8% de matéria orgânica e entre 24 e 39% de argila respectivamente. Dentre os tratamentos testados estavam: diuron (1,50 e 2,00 kg ha⁻¹) e prometryne (1,25 e 1,50 kg ha⁻¹) e constataram que o diuron apresentou bons resultados no controle para *Portulaca oleracea*, *Galinsoga parviflora* e *Amaranthus viridis* com controles superiores a 90% para ambos os solos testados. Prometryne apresentou controle de apenas 77% em folhas largas no solo com 3,8% de M.O. e 39% de argila, para o solo com 2,0% M.O. e 24% de argila o controle obtido foi de 100%

No Estado do Paraná, Almeida (1978), estudando também a eficácia de misturas de herbicidas no controle de invasoras em algodoeiro, em Latossolo Roxo Eutrófico (textura argilosa) e Latossolo Roxo Distrófico (textura franco-argilosa). Os autores observaram que para ambos os tipos de solo, as misturas trifluralin+diuron e trifluralin+fluometuron foram mais eficazes no controle da cobertura florística da área experimental. A aplicação do segundo herbicida em pré-emergência foi ligeiramente mais eficiente que a incorporação da mistura (Almeida, 1978).

Avaliando a seletividade e a eficiência de misturas de herbicidas no controle de plantas daninhas em algodoeiro herbáceo, Azevedo et al. (1988) constataram que as misturas herbicidas apresentaram-se indistintamente seletivas ao algodoeiro e efetivas no controle de plantas daninhas por um período aproximado de 60 dias. A modalidade de aplicação dos tratamentos alachlor+diuron (PRÉ ou PPI) e pendimenthalin+diuron (PRÉ ou PPI) não interferiu na seletividade, na eficiência de controle, no rendimento do algodão em caroço nem na qualidade da fibra de algodão. Em valores absolutos, os maiores rendimentos em caroço foram atingidos pelos tratamentos metolachlor+diuron e alachlor+diuron, superando em 97% e 90%, respectivamente, a testemunha sem capina.

Foloni et al. (1999) avaliaram a eficiência de diferentes combinações de tratamentos herbicidas aplicados em PPI, PRÉ, pós-emergência (PÓS), cultivo mecânico (CM) e jato dirigido (JD) na cultura de algodão. Foram testados tratamentos: trifluralin (1,068 kg ha⁻¹), alachlor (1,584 kg ha⁻¹), MSMA (1,44 e

1,68 kg ha⁻¹), nicosulfuron (0,0201; 0,030 e 0,040 kg ha⁻¹), diuron (1,0 e 1,5 kg ha⁻¹), lactofen (0,18 kg ha⁻¹). Os resultados obtidos levaram a concluir que o sistema trifluralin (PPI), alachlor (PRÉ), (CM), MSMA+lactofen apresentaram a maior produtividade. Os sistemas herbicidas compostos por aplicação de trifluralin (PPI), alachlor (PRÉ), MSMA (PÓS), CM ao redor dos 50 a 60 dias após o plantio e a aplicação de jato dirigido de diuron, lactofen+cyazine, lactofen+diuron, MSMA+cyazine e MSMA+diuron propiciaram de forma geral controle das principais plantas daninhas: *Cenchrus echinatus*; *Brachiaria plantaginea*, *Commelina bengalensis*, *Sida cordifolia*, *Ipomoea grandifolia*, *Acanthospermum hispidum* e *Bidens pilosa*.

Em experimentos realizados por Leiderman et al. (1966), visando avaliar o controle de plantas daninhas do algodão com misturas de trifluralin e diuron em quatro regiões de São Paulo, os tratamentos estudados foram diuron 1,00 kg ha⁻¹, trifluralin 1,00 kg ha⁻¹ e também as misturas de diuron e trifluralin (0,75 + 0,25 kg ha⁻¹); diuron e trifluralin (0,500 + 0,500 kg ha⁻¹) e diuron e trifluralin (0,250+ 0,750 kg ha⁻¹). Os resultados obtidos permitiram concluir que diuron a 1,00 kg ha⁻¹ apenas controlou *Amaranthus viridis* e *Ipomoea purpurea*, dando resultados de baixos a médios para as gramíneas, a mistura mais eficiente foi diuron+trifluralin (0,25+0,75 kg ha⁻¹), a qual não controlou apenas *Ipomoea purpúrea*. Nenhum dos herbicidas ou suas misturas mostrou-se fitotóxico às plantas ou produção de algodão.

A relação entre doses de herbicidas e o controle das plantas é de fundamental importância para o entendimento de diversos aspectos relacionados eficácia dos herbicidas (SEEFELDT et al., 1995).

A curva de dose-resposta consiste em descrever a resposta biológica de uma planta daninha às doses crescentes de um herbicida isolado ou em associação (KRUSE et al., 2006). Normalmente obtém-se uma curva em formato sigmoidal, que pode ser ajustada pelo modelo logístico. É uma ferramenta importante na ciência das plantas daninhas por permitir a interpretação dos resultados de forma objetiva possibilitando uma comparação adequada entre os tratamentos.

Diversos autores têm utilizado e recomendado a curva dose-resposta para estudar o efeito biológico dos herbicidas para os mais variados fins, seja para avaliar o controle e/ou resistência de plantas daninhas a herbicidas ou

para verificar a persistência de herbicidas no solo (SEEFELDT et al., 1995; PONCHIO, 1997; CHRISTOFFOLETI, 1999; MONQUEIRO et al.; 2000; CHRISTOFFOLETI, 2002; LACERDA & VICTORIA FILHO, 2004; CARVALHO et al., 2006; CHRISTOFFOLETI et al., 2006;).

Neste sentido, devido ao significativo aumento dos problemas relacionados à falta de controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura do algodoeiro, aliada a limitada disponibilidade de herbicidas registrados para uso no início da cultura, objetivou-se, com este trabalho, determinar a curva dose-resposta de diuron, oxyfluorfen e prometryne para o controle de *E. heterophylla*, bem como analisar a eficiência biológica de misturas destes herbicidas no controle desta espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos seis experimentos em casa-de-vegetação, nas dependências da Universidade Estadual de Maringá (UEM), durante o período de outubro de 2007 a dezembro de 2008. Foram utilizadas amostras de solo provenientes de uma litossequência localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi, no município de Maringá, PR, coletadas a profundidade de 0 a 20 cm. Após a coleta, as amostras foram submetidas a um processo de separação de raízes, torrões, palha e outras impurezas, por uma peneira com malha de 4 mm.

Após o preparo, as amostras de solo foram submetidas a análises para determinar as características químicas e granulométricas (Tabela 1). Este substrato é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999) de textura franco-arenosa. Para todas as etapas deste trabalho, as unidades experimentais foram constituídas de vasos com capacidade para 3 kg de solo.

Tabela 1. Resultados das análises química e granulométrica das amostras de solo utilizado no experimento – Maringá, PR – 2007/2008.

pH		(cmol _c dm ⁻³)						mg dm ⁻³		g dm ⁻³
CaCl ₂	H ₂ O	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	CTC	P	C
4,5	5,2	0,5	4,96	0,97	0,78	0,24	1,99	6,95	19,2	13,68
Areia Grossa			Areia Fina			Silte		Argila		
			(g kg ⁻¹)							
370			320			80		230		

Fonte: Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Para as aplicações dos herbicidas realizadas em todos os experimentos, foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂, com pressão constante de 35 lb pol⁻², equipado com três pontas XF 110.02, espaçadas em 0,5 m entre si e posicionadas a 0,5 m da superfície do alvo, proporcionando uma vazão aproximada de 200 L ha⁻¹ de calda. As condições no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento inferior a 5 Km h⁻¹, solo úmido, temperatura do ar de 25°C e umidade relativa de 84% .

Inicialmente foram conduzidos três experimentos com a finalidade de avaliar a resposta dos herbicidas em termos controle de *E. heterophylla*. Foram conduzidos experimentos isolados para cada herbicida (diuron, oxyfluorfen e

prometryne), em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições em que os tratamentos foram organizados num modelo hierárquico (Tabela 2). Os tratamentos eram constituídos por cinco doses de cada um dos três herbicidas (Tabela 3). O intervalo de doses foi estabelecido variando as mesmas de zero até a dose máxima comumente utilizada para este tipo de solo.

Posteriormente ao preparo das amostras de solo, foram semeadas 30 sementes de *E. heterophylla* por vaso, na profundidade de 2 a 3 cm. Após a semeadura, e antes da emergência das plantas, os herbicidas diuron, oxyfluorfen e prometryne foram aplicados, respectivamente para os experimentos 1, 2 e 3. Após a emergência das plantas foi feito controle diário da umidade dos vasos.

Tabela 2. Modelo de análise de variância, utilizado nos experimentos visando analisar a eficácia de diuron, oxyfluorfen e prometryne para o controle de *E. heterophylla* (Experimentos 1 a 3)

FV	gl
Herb (H)	2
Dose/Herb	12
Dose/H _{diuron}	4
Dose/H _{oxyfluorfen}	4
Dose/H _{Prometryne}	4
Blocos	3
Resíduo	42
Total	59

Tabela 3. Doses dos herbicidas utilizadas para aplicação em pré-emergência visando o controle de *Euphorbia heterophylla* – Maringá - PR, 2007/2009.

Herbicidas	Doses (kg i.a. ha ⁻¹)
Experimento 1: Diuron	0; 0,25; 0,50; 1,00; 2,00
Experimento 2: Oxyfluorfen	0; 0,048; 0,096; 0,192; 0,288
Experimento 3: Prometryne	0; 0,25; 0,50; 1,00; 2,00

Na segunda etapa, foram conduzidos três experimentos visando avaliar a eficácia das misturas dos herbicidas, dois a dois, seguindo-se as mesmas condições dos experimentos 1 a 3, em relação às unidades experimentais, semeadura da planta daninha e aplicação dos herbicidas. As doses das misturas avaliadas nos experimentos 4, 5 e 6 são apresentadas na Tabela 4.

Para cada um dos experimentos 4 a 6, utilizou-se delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas diferentes combinações de doses dos produtos.

Tabela 4. Doses dos herbicidas utilizadas nos experimentos de mistura em tanque utilizados para aplicação em pré-emergência visando o controle de *Euphorbia heterophylla* – Maringá, PR – 2007/2009.

Tratamentos		Doses kg i.a. ha ⁻¹				
Experimento 4						
Diuron+Prometryne	0+0	0,125+0,125	0,250+0,250	0,500+0,500	1,000+1,000	
Diuron+Prometryne	0+0	0,250+0,125	0,500+0,250	1,000+0,500	2,000+1,000	
Diuron+Prometryne	0+0	0,125+0,25	0,250+0,500	0,500+1,000	1,000+2,000	
Diuron+Prometryne	0+0	2,000+2,000				
Experimento 5						
Diuron+Oxyfluorfen	0+0	0,250+0,024	0,500+0,048	1,000+0,096	1,000+0,192	
Diuron+Oxyfluorfen	0+0	0,125+0,024	0,250+0,048	0,500+0,096	1,000+0,144	
Diuron+Oxyfluorfen	0+0	0,125+0,048	0,250+0,096	0,500+0,192	1,000+0,288	
Diuron+Oxyfluorfen	0+0	0,250+0,048	1,000+0,192	2,000+0,288		
Experimento 6						
Prometryne+Oxyfluorfen	0+0	0,250+0,024	0,500+0,048	1,000+0,096	1,00+0,192	
Prometryne+Oxyfluorfen	0+0	0,125+0,024	0,250+0,048	0,500+0,096	1,00+0,144	
Prometryne+Oxyfluorfen	0+0	0,125+0,048	0,250+0,096	0,500+0,192	1,00+0,288	
Prometryne+Oxyfluorfen	0+0	0,250+0,048	0,500+0,096	2,00+0,288		

Em todos os experimentos o controle de *E. heterophylla* foi avaliado por meio de escala visual atribuindo percentual de notas aos 14 e 28 dias após aplicação (DAA). O valor 0% (zero) correspondeu à ausência de controle e 100% à morte total das plantas, comparados à testemunha sem aplicação de herbicida.

Na última avaliação de controle, foi realizada a colheita da parte aérea do leiteiro, para determinar o acúmulo de massa seca, com posterior secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 48 horas .

Os dados de biomassa foram corrigidos para valores percentuais, partindo-se do princípio de que os vasos que permaneceram sem aplicação de herbicida produziram 100% de biomassa e as demais produziram percentuais desta biomassa, em consequência da redução imposta pelo produto.

Os resultados da avaliação visual de controle e de produção de biomassa foram inicialmente submetidos à análise de variância e posteriormente à análise de regressão. Em seguida, os dados foram ajustados ao modelo não linear segundo modelo proposto por Seefeldt et al. (1995):

$$y = a + \frac{b}{\left[1 + \left(\frac{x}{c} \right)^d \right]}$$

Em que:

y = porcentagem de controle ou de biomassa;

x = dose do herbicida em kg i.a. ha⁻¹

a, b, c e d = coeficientes da curva, de modo que :

a = limite inferior da curva

b = diferença entre o ponto máximo e o mínimo da curva

c = dose que proporciona 50 % de resposta da variável dependente

d = declividade da curva ao redor de c .

A partir das equações log-logísticas foram elaboradas as figuras de dose- resposta.

O modelo log-logístico apresenta vantagens, uma vez que um dos termos integrantes da equação (c) é uma estimativa do valor de GR₅₀ (CHRISTOFFOLETI, 2002). O GR₅₀ (*Growth reduction 50%*) é a dose do herbicida em gramas do ingrediente ativo por hectare que proporciona o valor de 50% de controle ou de redução de crescimento da planta daninha (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2004). Como complementação do trabalho, realizou-se o cálculo matemático da dose do herbicida, em kg i.a.ha⁻¹, que proporcionaria 80% e 95% de controle ou de redução no crescimento das

plantas daninhas, GR_{80} , para cada uma das variáveis, visto que 80% é o controle mínimo exigido pela legislação em vigor.

Embora um dos parâmetros obtidos (c) forneça a estimativa do valor de x que proporciona 50% de resposta ou de redução da massa em y , a realização do cálculo matemático permite a correção de eventuais distorções do modelo, oferecendo valores mais próximos dos reais. Para a realização do cálculo optou-se pela inversão do modelo log-logístico, deixando-o em função de y , de acordo com Carvalho et al. (2005):

$$x = c * \sqrt{\frac{b}{(y-a)} - 1}$$

Observando o modelo log-logístico inverso, nota-se que c será igual a x toda vez que o resultado da raiz apresentar valor igual a 1. Por meio dos devidos cálculos matemáticos ressalta-se que, para que esta condição seja atendida, é necessário que o y lançado na raiz seja a média aritmética entre o valor máximo e o valor mínimo obtidos para a variável dependente. Quando se estudam curvas do tipo dose-resposta, usualmente o primeiro ponto é a dose zero, que tem por resultado zero de controle. Assim, a raiz, no caso de uma curva de dose-resposta, será igual a 1, toda vez que o y lançado for a metade do ponto máximo obtido. Conclui-se que c só promoverá fiel estimativa de GR_{50} quando, em uma curva de dose-resposta, o ponto mínimo de controle for igual a 0 e o ponto máximo da variável resposta se estabilizar em 100%, uma vez que neste caso, a condição de raiz igual a 1 será atendida, pois o y lançado será 50 (CARVALHO et al., 2005).

Sabendo que nem sempre o valor de 100% de controle é alcançado em curvas de dose-resposta, o valor do parâmetro c foi desconsiderado e realizou-se o cálculo matemático de GR_{50} . No instante em que se substitui o y da equação inversa por 50 (controle de 50% da população) ou pela metade de valor de massa seca obtido na dose zero, alcança-se o valor exato de GR_{50} em termos de $kg\ i.a.\ ha^{-1}$. Da mesma forma, quando se substitui y por 80 e 95, obtém-se a dose que proporciona GR_{80} e GR_{95} respectivamente (CARVALHO et al., 2005).

Para análise dos dados referente às misturas herbicidas, realizou-se análise de variância e as médias de controle dos tratamentos com herbicidas foram comparadas com a testemunha sem aplicação pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAEG 5.0. (SAEG, 1997) Como complemento do trabalho realizou-se para as misturas o cálculo matemático para verificação de possíveis efeitos existentes entre as misturas de acordo com modelo proposto por Colby (1967):

$$E = x + \frac{y(100 - x)}{100}$$

Em que:

E= redução de crescimento esperado ou porcentagem de controle esperada pela mistura de herbicidas,

x e y= representam a redução de crescimento proporcionada ou a porcentagem de controle dos herbicidas aplicados isoladamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Eficácia no controle de *E. heterophylla* de diuron, oxyfluorfen e prometryne

Diuron

Com a aplicação de regressões não lineares sobre os dados obtidos no experimento, foram definidos os parâmetros *a*, *b*, *c* e *d* da equação log-logística (Seefeldt et al., 1995), que estão apresentados na Tabela 5. Verificou-se que os valores de R^2 são próximos de 1, indicando ajuste adequado da equação em relação aos dados originais coletados. A partir desses parâmetros foram calculados os valores de GR_{50} , GR_{80} e GR_{95} para *Euphorbia heterophylla* e para todas as variáveis analisadas (Tabela 6).

Tabela 5. Estimativas dos parâmetros *a*, *b*, *c* e *d* e do coeficiente de determinação (R^2) do modelo log-logístico, ajustados para diuron, oxyfluorfen e prometryne em relação à porcentagem de controle aos 14 e 28 dias, após aplicação (DAA) respectivamente e porcentagem de redução de massa seca de *E. heterophylla*. Maringá, PR – 2007/2009.

Variável	Diuron				
	a	b	c	d	R^2
Controle (%) 14 DAA	2,8852	97,0167	0,7112	-5,4775	0,97
Controle (%) 28 DAA	0,0276	100,1407	0,6041	-5,4548	0,92
Massa Seca (%)	4,7749	95,2517	0,6449	-5,4764	0,99
Variável	Oxyfluorfen				
Controle (%) 14 DAA	0,0255	120,00	0,1061	-1,4183	0,89
Controle (%) 28 DAA	0,010	109,3466	0,0559	-1,1996	0,94
Massa Seca (%)	0,1001	88,1811	0,0739	-3,3135	0,96
Variável	Prometryne				
Controle (%) 14 DAA	0,3178	85,2954	0,9312	-3,8218	0,94
Controle (%) 28 DAA	0,013	91,1335	0,4822	-3,0572	0,96
Massa Seca (%)	0,1000	96,4588	0,4529	-2,7287	0,98

Tabela 6. Valores de GR₅₀ GR₈₀ e GR₉₅ (kg i.a. ha⁻¹) e controle ou biomassa percentual (ajustado – A e observado – O) aos 14 e 28 dias, após a aplicação (DAA) na dose recomendada de diuron, oxyfluorfen e prometryne (kg i.a. ha⁻¹) respectivamente para o controle de *E. heterophylla*. Maringá, PR – 2007/2009.

Variáveis	% de controle para a dose máxima utilizada				
	GR (kg i.a. ha ⁻¹)			Diuron (2 kg i.a. ha ⁻¹)	
	50	80	95	Ajustado	Oobservado
Diuron					
Controle (%) 14 DAA	0,703	0,911	1,215	99,57	99,50
Controle (%) 28 DAA	0,603	0,778	1,030	100,02	100,00
Massa Seca (%)	0,633	0,821	1,093	99,83	100,00
Variável	GR (kg i.a. ha ⁻¹)				
	GR (kg i.a. ha ⁻¹)			Oxyfluorfen (0, 288 kg i.a. ha ⁻¹)	
	50	80	95	Ajustado	Observado
Oxyfluorfen					
Controle (%) 14 DAA	0,083	0,173	0,272	96,61	98,50
Controle (%) 28 DAA	0,048	0,129	0,270	95,92	99,00
Massa Seca (%)	0,080	0,147	> 0,288	87,32	96,74
Variável	GR (kg i.a. ha ⁻¹)				
	GR (kg i.a. ha ⁻¹)			Prometryne (2 kg i.a. ha ⁻¹)	
	50	80	95	Ajustado	Observado
Prometryne					
Controle (%) 14 DAA	1,016	1,864	> 2,00	81,25	81,25
Controle (%) 28 DAA	0,513	0,918	> 2,00	90,10	95,75
Massa Seca (%)	0,465	0,806	>2,00	94,91	99,13

Obs: Sinal > significa a necessidade de doses maiores do que aquelas utilizadas neste estudo.

E. heterophylla foi eficientemente controlada pelo herbicida diuron em todas as avaliações, cujos valores de controle visual encontrados para a dose máxima utilizada mantiveram-se superiores a 99% (Tabela 6). Os valores percentuais de controle alcançados para o intervalo estudado de doses de diuron estão representados na Figura 1A.

Os valores de produção relativa de massa seca encontram-se na Figura 2. Pode-se observar que dentro do intervalo de doses testado, foi possível obter GR₈₀ de cada herbicida avaliado.

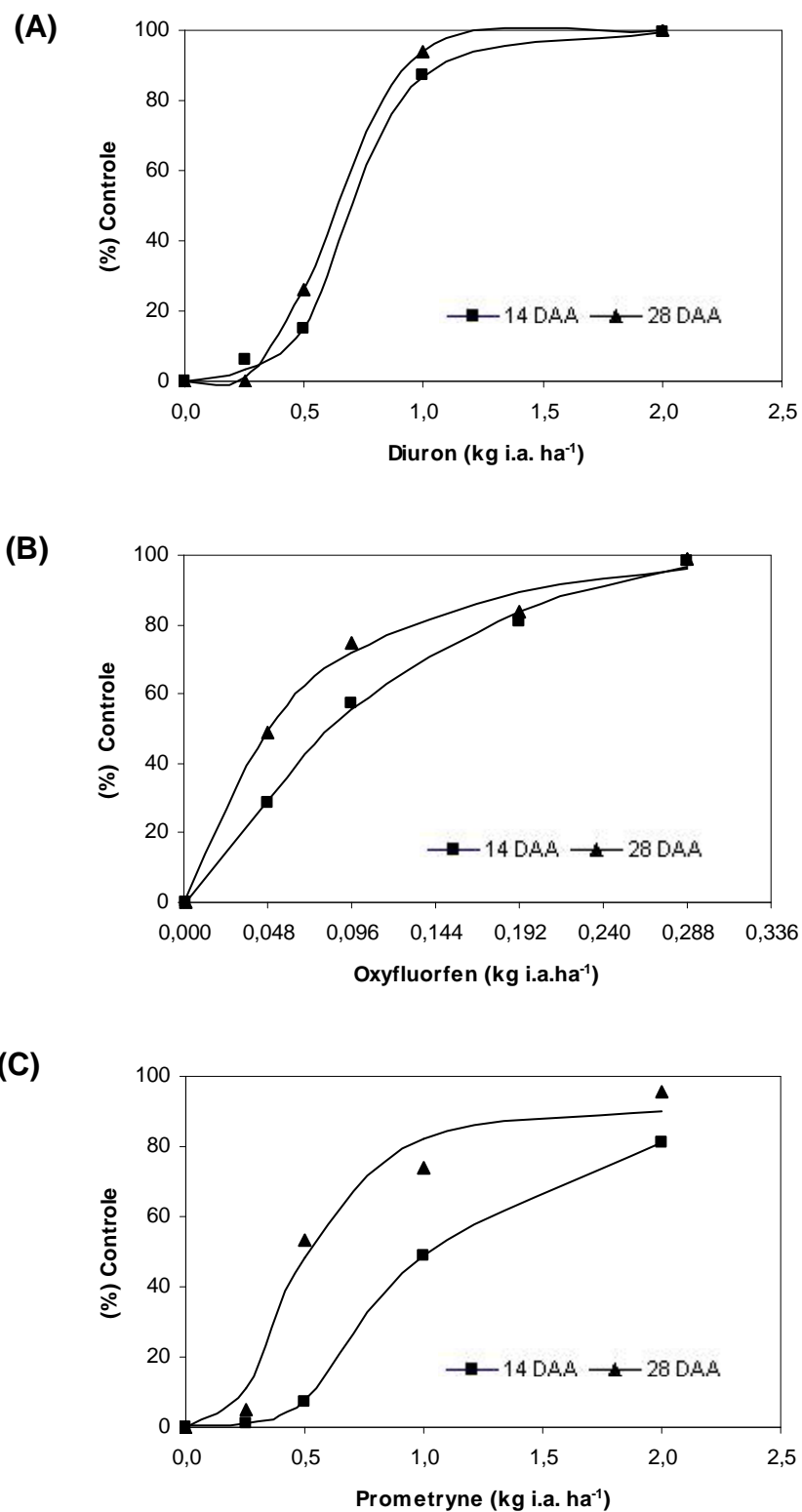


Figura 1. Curvas de dose-resposta de diuron (A), oxyfluorfen (B) e prometryne (C) referentes à porcentagem de controle visual de *E. heterophylla* aos 14 e 28 DAA .

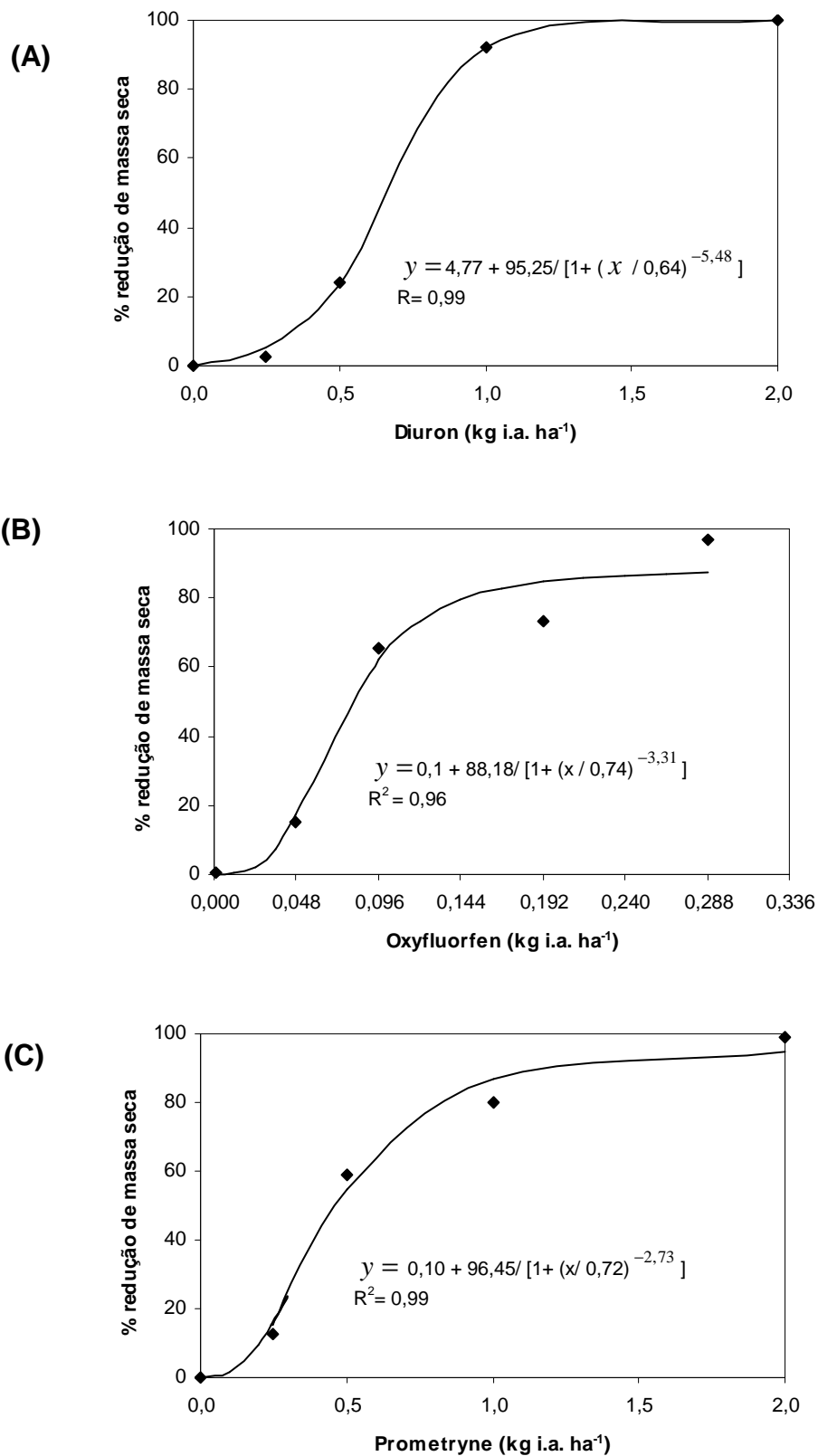


Figura 2. Curvas de dose-resposta de diuron (A), oxyfluorfen (B) e prometryne (C) em relação à porcentagem de redução de massa seca da parte aérea de *E. heterophylla*.

Para as variáveis analisadas a dose para alcançar controle satisfatório 80% (GR₈₀) de *E. heterophylla* variou entre 0,778 e 0,911 kg i.a. ha⁻¹ de diuron. Enquanto que para obter excelente controle (GR₉₅) foram necessárias doses entre 1,030 e 1,215 kg i.a. ha⁻¹ (Tabela 6).

Dourado Neto et al. (2005) e Azevedo et al. (2003) obtiveram controles de aproximadamente 95% de *E. heterophylla* ao utilizarem doses de diuron de 1,6 (aos 10 DAA) e 2,0 kg i.a. ha⁻¹ (aos 30 DAA) respectivamente. Observa-se nestes trabalhos que houve necessidade de doses mais altas do que aquelas obtidas no presente trabalho. Tal fato pode estar associado ao maior teor de argila presente nos solos dos referidos trabalhos, visto que ambos eram de textura argilosa.

Por outro lado, Azevedo (2008), avaliando aplicação em pré-emergência na cultura do algodão em solo de textura areia-franca, observou que aplicações de doses menores de diuron (0,50 a 0,75 kg i.a. ha⁻¹) proporcionaram controle de 85, 87 e 90% aos 30 DAA, respectivamente. Estes resultados são mais próximos aos observados no presente trabalho, uma vez que a textura do solo e teor de carbono orgânico são semelhantes entre os solos.

Beltrão et al. (1983) relatam que diuron quando aplicado em pré-emergência exerceu elevado controle de latifoliadas, como botão-de-ouro (*Galinsoga parviflora*) e picão-preto (*Bidens pilosa*), nas doses de 1,6 e 2,4 kg i.a. ha⁻¹ em solo argiloso com 1,38% de carbono orgânico, semelhante ao observado neste estudo para *E. heterophylla*.

A persistência do herbicida no solo exerce influência no controle das plantas daninhas. Quando o herbicida é fortemente aderido nas partículas e/ou matéria orgânica do solo, uma quantidade menor de ingrediente ativo fica disponível na solução solo para o controle das plantas daninhas, por isso geralmente uma quantidade maior de produto é necessária. No entanto, quando está totalmente disponível na solução do solo, o controle inicial poderá ser mais efetivo, até mesmo com doses reduzidas de herbicida, mas, é alto o potencial de lixiviação do herbicida, e geralmente o período residual deste herbicida é curto. Diversos estudos mostraram que o comportamento sortivo do herbicida apresenta correlação significativa com os teores de matéria orgânica, argila e CTC do solo (PEÑAHERRERA-COLINA, 2005), sendo que em solos

com baixos teores de matéria orgânica apresentam maior potencial de lixiviação do herbicida.

Dentro deste contexto, a sorção do diuron e, conseqüentemente, sua lixiviação, é governada principalmente pela fração orgânica do solo (PRATA & LAVORENTI, 2000). A molécula é fortemente adsorvida pelos coloides de argila ou matéria orgânica e por esta razão a dose adequada é altamente dependente das características do solo (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005). No entanto, em solos que apresentam baixo teor de argila e matéria orgânica, como o utilizado neste trabalho, pode ocorrer uma lixiviação moderada. Tal fato pode inclusive tornar o herbicida mais eficiente, movendo-o da superfície do solo para onde estão concentradas as sementes de plantas daninhas (OLIVEIRA, 2001).

Desta forma, pode-se supor que por este solo apresentar baixo teor de matéria orgânica propiciou uma maior disponibilidade do produto na solução do solo para a obtenção de controles satisfatórios de *E. heterophylla*.

Oxyfluorfen

O oxyfluorfen mostrou-se eficiente no controle de *E. heterophylla*. Em todas as avaliações, os valores de controle visual observados para a dose máxima utilizada mantiveram-se superiores a 95% (Tabela 6). Os valores percentuais de controle visual alcançados para o intervalo de doses estudado de oxyfluorfen estão representados na Figura 1B.

Para todas as variáveis-resposta desta espécie, observou-se controles de 80% com doses variando entre 0,129 e 0,173 kg i.a. ha⁻¹ (Tabela 6). Para obtenção de controles excelentes (95%) o leiteiro exigiu doses variando entre 0,270 e 0,272 kg i.a. ha⁻¹ para controle visual. No entanto para redução de 95% da massa seca da parte aérea esta espécie exigiu doses maiores do que as utilizadas neste estudo (>0,288 kg i.a. ha⁻¹) (Tabela 6).

Estudos realizados por Castro et al. (2002) na cultura do girassol em solo com 77,5% de argila e 19,8 g dm⁻³ de C demonstraram que em condições de campo a dose 0,36 kg i.a. ha⁻¹ de oxyfluorfen foi eficiente no controle de *E. heterophylla*, apresentando 97 e 95% de controle aos 25 e 35 DAA respectivamente. Observa-se, portanto, que foram necessárias doses mais altas para o controle de *E. heterophylla* do que aquelas avaliadas neste

trabalho. Comparando os dois solos, observa-se também que no trabalho de Castro et al. (2002) o solo apresentava teor de argila 4 vezes maior e 5,7 g dm⁻³ mais C orgânico do que o solo utilizado neste experimento.

Portanto, o solo em que foi realizado este trabalho pode ter influenciado para a maior disponibilidade de oxyfluorfen e conseqüentemente a elevada eficiência do herbicida até aos 28 DAA.

Prometryne

A dose máxima de prometryne proporcionou controles superiores a 81%. Os valores percentuais de controle alcançados para o intervalo de doses estudado estão representados na Figura 1C. Para todas as variáveis analisadas neste estudo, controle considerado satisfatório (80%) de *E. heterophylla* foi alcançado por doses que variaram de 0,806 a 1,864 kg i.a. ha⁻¹. Para controle de 95% (GR₉₅), esta espécie exigiu dose maior do que a dose máxima testada nesse estudo (>2,00 kg i.a. ha⁻¹) para todas as variáveis-resposta analisadas.

Nos estudos de Leiderman et al. (1965), utilizando o prometryne em pré-emergência na dose de 1,5 kg i.a. ha⁻¹, observou-se controle de 100% de dicotiledôneas (*Portulaca oleracea*, *Galinsoga parviflora* e *Amaranthus viridis*) no solo com 2,0% de matéria orgânica e 24% de argila. A diferença de controle observado no presente estudo em relação ao trabalho de Leiderman et al. (1965) pode ser atribuída ao maior nível de infestação de *E. heterophylla* simulada no presente trabalho, o que pode ter interferido na eficácia do comportamento do herbicida. Embora seja possível obter controle de várias espécies de plantas daninhas com alta eficiência com doses dentro do intervalo estudado, *E. heterophylla* é uma espécie menos suscetível, o que faz com que não seja possível atingir níveis elevados de eficácia comparativamente com outras espécies.

Monquero & Silva (2007) avaliando a eficácia de sulfosate (0,66 e 1,32 kg ha⁻¹) e glyphosate (0,72 e 1,44 kg ha⁻¹) no controle de *E. heterophylla* e *Ipomoea purpurea*, concluíram que *E. heterophylla* não foi eficazmente controlada, sendo que a maior dose de glyphosate proporcionou controle de apenas 60%. Para o sulfosate o controle alcançado foi de 75%, evidenciando que *E. heterophylla* é um espécie de difícil controle.

Para as doses máximas utilizadas neste experimento foi possível obter controle visual de 100%, 99% e 95,75% para os herbicidas diuron, oxyfluorfen e prometryne respectivamente. Os excelentes controles observados foram proporcionados por doses que representam 100%, 40% e 100% das doses máximas de diuron, oxyfluorfen e prometryne, recomendadas para aplicação em pré-emergência para este tipo de solo para cultura do algodão, segundo Rodrigues & Almeida (1998). Utilizando-se doses semelhantes prometryne é menos efetivo do que diuron no controle do leiteiro.

No experimento realizado os dados de massa seca estão de acordo com os valores de controle visual.

Eficácia no controle de *E. heterophylla* das misturas de herbicidas

Diuron+prometryne

Na Tabela 7, são apresentados os valores de massa seca, número de plantas emergidas por vaso obtidos aos 28 DAA além da porcentagem de controle visual aos 14, 21 e 28 DAA. Para os herbicidas utilizados em mistura pode-se observar que a massa seca obtida nas doses 1,000+1,000; 1,000+0,500; 2,000+1,000; 1,000+2,000 e 2,000+2,000 kg i.a. ha⁻¹ de diuron+prometryne foram significativamente inferiores à testemunha (Tabela 7). Em suma, combinações destes herbicidas em doses a partir de 1,0 kg i.a. ha⁻¹ de diuron e 0,500 kg i.a. ha⁻¹ de prometryne promoveram efetiva redução do acúmulo de massa seca do leiteiro.

Tabela 7. Massa seca aos 28 DAA e porcentagem de controle visual de *E. heterophylla* aos 14, 21 e 28 DAA, proporcionadas pelas misturas de diuron e prometryne.

HERBICIDAS	Doses kg i.a. ha ⁻¹	Massa seca (g vaso ⁻¹) 28 DAA	Controle visual (%)		
			14 DAA	21 DAA	28 DAA
Diuron + Prometryne	(0,125 + 0,125)	0,99	2,50	7,50	7,50
Diuron + Prometryne	(0,250 + 0,250)	0,53	13,75	51,25(+)	51,25(+)
Diuron + Prometryne	(0,500 + 0,500)	0,17	63,75(+)	82,50(+)	82,50(+)
Diuron + Prometryne	(1,000 + 1,000)	0,00(-)	96,75(+)	99,50(+)	99,50(+)
Diuron + Prometryne	(0,250 + 0,125)	0,70	13,75	43,75(+)	43,75(+)
Diuron + Prometryne	(0,500 + 0,250)	0,40	46,25(+)	74,25(+)	74,25(+)
Diuron + Prometryne	(1,000 + 0,500)	0,00(-)	97,5(+)	100,00(+)	100,00(+)
Diuron + Prometryne	(2,000 + 1,000)	0,00(-)	98,25(+)	100,00(+)	100,00(+)
Diuron + Prometryne	(0,125 + 0,250)	0,67	41,25(+)	53,00(+)	53,00(+)
Diuron + Prometryne	(0,250 + 0,500)	0,28	60,00(+)	80,00(+)	80,00(+)
Diuron + Prometryne	(0,500 + 1,000)	0,13	78,75(+)	90,00(+)	90,00(+)
Diuron + Prometryne	(1,000 + 2,000)	0,00(-)	95,75(+)	100,00(+)	100,00(+)
Diuron + Prometryne	(2,000 + 2,000)	0,00(-)	97,25(+)	100,00(+)	100,00(+)
TESTEMUNHA	(0,00 + 0,00)	0,68	0,00	0,00	0,00
DMS(5%)		0,56	29,23	30,62	30,62

* Médias seguidas de (+) são significativamente superiores à testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunett

* Médias seguidas de (-) são significativamente inferiores à testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunett

Em relação à porcentagem de controle visual (Tabela 7), excelente controle aos 28 DAA (> 95%) foi obtido pelas misturas de 1,000+1,000; 1,000+0,500; 2,000+1,000; 1,000+2,000 e 2,000+2,000 kg i.a. ha⁻¹ de diuron+prometryne respectivamente. Controle considerado muito bom, ou seja, entre 90 e 95% de controle foi alcançado pela mistura de 0,500+1,000 kg i.a. ha⁻¹ de diuron e prometryne respectivamente. O controle tido como aceitável (80 a 85%) foi obtido com as doses de 0,500+0,500; 0,250+0,500 kg i.a. ha⁻¹ desta associação.

Victória Filho et al. (1982), concluíram que as misturas testadas em solo com 2,3% de matéria orgânica e 32% de argila, foram superiores aos seus componentes quando empregados isoladamente. Portanto as misturas de dinitramine a 0,25; a 0,40 ou a 0,50 kg i.a. ha⁻¹ com diuron a 1,80 kg i.a. ha⁻¹ ou de trifluralin a 1,00 kg i.a. ha⁻¹ com diuron a 1,20 kg i.a. ha⁻¹ foram as que apresentaram os índices de controle superiores a 80%, de monocotiledôneas (*Digitaria sanguinalis*; *Eleusine indica*; *Cenchrus echinatus*) e de dicotiledôneas (*Acanthospermum australe*; *Richardia brasiliensis*; *Sida* spp.) na cultura de

algodão. Laca Buendia & Barros (1976), empregando doses maiores da mistura de dinitramine com diuron, de respectivamente 0,63 +2,00 kg i.a. ha⁻¹, conseguiram bons resultados de controle para o *Cenchrus echinatus* em solo com 2,0% de matéria orgânica, teor semelhante ao do solo utilizado neste trabalho, em que essa mistura mostrou-se seletiva para a cultura do algodoeiro.

Conclui-se que para obter acima de 95% de controle foi necessário no mínimo 1,00 kg i.a. ha⁻¹ de diuron e 0,500 kg i.a. ha⁻¹ de prometryne. Para obter controle superior a 80% foi necessário no mínimo 0,250+0,500 kg i.a. ha⁻¹ de diuron e prometryne .

Diuron+oxyfluorfen

Para as misturas de diuron+oxyfluorfen, reduções significativas de massa seca em relação à testemunha foram obtidas nas misturas de 1,000+0,096; 1,000+0,192; 0,500+0,096; 1,000+0,144; 0,250+0,096; 0,500+0,192; 1,000+0,288; 2,000+0,288 kg i.a. ha⁻¹ de diuron+oxyfluorfen respectivamente (Tabela 8).

Tabela 8. Massa seca aos 28 DAA e porcentagem de controle visual de *E. heterophylla* aos 14, 21 e 28 DAA proporcionados pelas misturas de diuron e oxyfluorfen.

HERBICIDAS	Doses kg i.a. ha ⁻¹	Massa seca (g vaso ⁻¹) 28 DAA	Controle visual (%)		
			14 DAA	21 DAA	28 DAA
Diuron + Oxyfluorfen	(0,250 + 0,024)	1,03	8,75	12,50	12,50
Diuron + Oxyfluorfen	(0,500 + 0,048)	0,47	48,75(+)	53,25(+)	53,25(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,096)	0,09(-)	82,25(+)	92,50(+)	92,50(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,192)	0,15(-)	80,00(+)	80,50(+)	80,50(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(0,125 + 0,024)	0,87	32,50(+)	15,00	15,00
Diuron + Oxyfluorfen	(0,250 + 0,048)	0,82	17,50	12,50	12,50
Diuron + Oxyfluorfen	(0,500 + 0,096)	0,27(-)	62,50(+)	72,00(+)	72,00(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,144)	0,18(-)	63,75(+)	80,25(+)	80,25(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(0,125 + 0,048)	0,96	27,50	20,00	20,00
Diuron + Oxyfluorfen	(0,250 + 0,096)	0,32(-)	47,50(+)	69,50(+)	69,50(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(0,500 + 0,192)	0,12(-)	77,50(+)	84,25(+)	84,25(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,288)	0,00(-)	98,00(+)	99,00(+)	99,00(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(0,250 + 0,048)	0,62	13,75	28,75	28,75
Diuron + Oxyfluorfen	(2,000 + 0,288)	0,00(-)	97,00(+)	99,75(+)	99,75(+)
TESTEMUNHA	(0,00 + 0,00)	0,92	0,00	0,00	0,00
DMS(5%)		0,52	29,74	31,44	31,44

* Médias seguidas de (+) são significativamente superiores à testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett

* Médias seguidas de (-) são significativamente inferiores à testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett

Em relação à porcentagem de controle visual aos 28 DAA, controle considerado excelente (> 95%) foi obtido pelas misturas de diuron+oxyfluorfen nas doses de 1,00+0,288 e 2,00+0,288 kg i.a. ha⁻¹. A dose 1,00+0,096 proporcionou controle muito bom (92,5%). Controle considerado aceitável (80 a 85%) foi alcançado pelas doses 1,00+0,192; 1,00+0,144; 0,500+0,192 kg i.a. ha⁻¹ de diuron+oxyfluorfen, respectivamente (Tabela 8).

Leiderman et al. (1966) descrevem que para solo com 1,1% de matéria orgânica e 10,8% de argila as doses de diuron+trifluralin de 0,750+0,250; 0,500+0,500 e 0,250+0,750 alcançaram controles de 98,6, 87,8 e 98,6%, respectivamente, das plantas *Amaranthus viridis*, *Ipomoea purpurea* e *Cenchrus echinatus*.

Laca-Buendia (1985) relata controle de 78,8% *Cyperus* sp., aos 30 dias com a mistura de 0,800+0,800 kg i.a.ha⁻¹ de cyanazine e diuron em solo apresentando 54% de argila e 1,75% de matéria orgânica para a cultura algodoeira.

Portanto, os melhores níveis de controle (>95% de controle) foram obtidos com misturas contendo 0,288 kg i.a. ha⁻¹ de oxyfluorfen, com 1,000 a 2,000 kg i.a. ha⁻¹ de diuron. Controles entre 80 e 95% foram obtidos com misturas contendo 1,000 kg i.a.ha⁻¹ de diuron e doses a partir de 0,096 kg i.a.ha⁻¹ de oxyfluorfen. Doses mais baixas de diuron (0,500 kg i.a.ha⁻¹) só atingiram este nível de controle quando em mistura com 0,192 kg i.a.ha⁻¹ de oxyfluorfen.

Prometryne + oxyfluorfen

Para os herbicidas utilizados nesta mistura pode-se observar que reduções significativas de massa seca em relação à testemunha foram obtidas nas misturas de 0,500+0,048; 1,000+0,096; 0,500+0,096; 1,000+0,144; 0,250+0,096; 0,500+0,192; 1,000+0,288; 0,500+0,096; 1,000+0,192; 2,000+0,288 kg i.a. ha⁻¹ de prometryne+oxyfluorfen (Tabela 9). Nota-se que mesmo havendo redução significativa de massa seca em relação à testemunha, nenhum dos tratamentos contendo essas misturas promoveram 100% de redução de massa de *E. heterophylla*.

Tabela 9. Massa seca aos 28 DAA e porcentagem de controle visual de *E. heterophylla* aos 14, 21 e 28 DAA, proporcionados pelas misturas de prometryne e oxyfluorfen.

HERBICIDAS	Doses kg i.a.	Massa seca (g vaso ⁻¹) 28 DAA	Controle visual (%)		
			14 DAA	21 DAA	28DAA
Prometryne + Oxyfluorfen	(0,250 + 0,024)	0,79	31,25(+)	35,00(+)	35,00(+)
Prometryne + Oxyfluorfen	(0,500 + 0,048)	0,40(-)	45,00(+)	56,25(+)	56,25(+)
Prometryne + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,096)	0,23(-)	68,75(+)	73,25(+)	73,25(+)
Prometryne + Oxyfluorfen	(0,125 + 0,024)	0,83	16,25	2,50	2,50
Prometryne + Oxyfluorfen	(0,250 + 0,048)	0,77	23,75(+)	15,00	15,00
Prometryne + Oxyfluorfen	(0,500 + 0,096)	0,41(-)	58,75(+)	50,00(+)	50,00(+)
Prometryne + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,144)	0,25(-)	77,50(+)	64,75(+)	64,75(+)
Prometryne + Oxyfluorfen	(0,125 + 0,048)	0,81	30,00(+)	6,25	6,25
Prometryne + Oxyfluorfen	(0,250 + 0,096)	0,35(-)	60,00(+)	58,75(+)	58,75(+)
Prometryne + Oxyfluorfen	(0,500 + 0,192)	0,16(-)	80,00(+)	78,25(+)	78,25(+)
Prometryne + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,288)	0,04(-)	85,00(+)	95,25(+)	95,25(+)
Prometryne + Oxyfluorfen	(0,250 + 0,048)	0,72	20,00	5,00	5,00
Prometryne + Oxyfluorfen	(0,500 + 0,096)	0,45(-)	50,00(+)	43,75(+)	43,75(+)
Prometryne + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,192)	0,12(-)	75,00(+)	81,25(+)	81,25(+)
Prometryne + Oxyfluorfen	(2,000 + 0,288)	0,04(-)	91,00(+)	93,25(+)	93,25(+)
TESTEMUNHA	(0,00 + 0,00)	1,15	0,00	0,00	0,00
DMS (5%)		0,50	21,99	32,39	32,39

* Médias seguidas de (+) são significativamente superiores à testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunett
 * Médias seguidas de (-) são significativamente inferiores à testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunett

Em relação à porcentagem de controle visual proporcionado pelas misturas de prometryne+oxyfluorfen (Tabela 9) a única combinação de dose que obteve excelente controle aos 28 DAA (>95%) foi 1,00+0,288 kg i.a. ha⁻¹. Controle considerado muito bom (90 a 95%) foi alcançado pela mistura de 2,000+0,288 kg i.a. ha⁻¹. Controle considerado aceitável (80 a 85%) foi proporcionado pela mistura de 1,000+0,192 kg i.a. ha⁻¹ aos 28 DAA (Tabela 9)

Yadav et al. (2006), testando os herbicidas prometryne, trifluralin, pendimethalin e oxyfluorfen isoladamente ou em combinação para o controle de plantas daninhas em algodão, concluíram que oxyfluorfen a 0,100 e 0,150 kg i.a. ha⁻¹ aplicado em pré-emergência além de apresentar controle insuficiente das plantas daninhas (<40%) também causou 10 a 20% de toxicidade ao algodão até os 15 DAA, porém recuperando-se gradualmente mais tarde. Prometryne a 1,5 kg i.a. ha⁻¹ aplicado em pré-emergência em mistura com trifluralin 0,100 kg i.a. ha⁻¹ ou pendimentalin 1,5 kg i.a. ha⁻¹ em

pré-emergência, proporcionaram controle de 76-84% e 71-82% de *Echinochloa colonum* e *Trianthema portulacastrum* respectivamente.

Em resumo, apenas as misturas contendo 0,288 kg i.a. ha⁻¹ de oxyfluorfen com 1,00 a 2,00 kg i.a. ha⁻¹ de prometryne proporcionaram controle acima de 93%. Com oxyfluorfen a 0,192 kg i.a. ha⁻¹ em mistura com prometryne 0,500 a 1,00 kg i.a. ha⁻¹ obtém-se 78 a 81% de controle de *Euphorbia heterophylla* nas condições em que foi realizado este trabalho.

Comparando-se as três misturas de herbicidas avaliadas neste trabalho, oxyfluorfen+prometryne foi a associação que resultou em menor número de combinações que promoveram controle aceitável de *E. heterophylla*.

Os herbicidas diuron e prometryne, que são herbicidas inibidores do Fotossistema II, mostraram-se eficientes para o controle da espécie *E. heterophylla*. Desta forma, prometryne e diuron poderiam substituir os herbicidas inibidores da enzima Acetolactato Sintase ALS em áreas com problemas de infestação por *E. heterophylla* resistentes a estes herbicidas, apresentando-se portanto, como alternativas para o manejo desta espécie na cultura do algodão.

Da mesma forma, *E. heterophylla* mostrou-se sensível também ao herbicida oxyfluorfen, cujo mecanismo de ação é a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). Este fato sugere que em áreas com alta infestação de *E. heterophylla*, a rotação de mecanismos de ação utilizando oxyfluorfen pode ser uma alternativa eficiente no controle de *E. heterophylla*, além de eliminar plantas resistentes selecionadas pela aplicação repetitiva de mecanismos de ação comumente utilizados.

De modo geral, nenhuma das misturas contendo oxyfluorfen promoveu ganhos de controle em relação aos resultados esperados para a aplicação isolada dos herbicidas avaliados (Tabela 10). De acordo com o modelo de cálculo dos efeitos de misturas proposto por Colby (1967), os efeitos mais evidentes de antagonismo para as misturas contendo oxyfluorfen foram observados quando a dose de 0,192 kg i.a. ha⁻¹ deste herbicida foi misturado à dose de 1,000 kg i.a. ha⁻¹ de diuron e de prometryne (Tabela 10). Misturas de diuron e prometryne apresentaram, no mínimo, efeito aditivo, isto é, o uso simultâneo destes herbicidas em mistura em tanque não afetou o desempenho destas moléculas.

A aparente ambiguidade de resultados sugere, na verdade, que as respostas em termos de sinergismo ou antagonismo para uma determinada mistura podem diferir em relação à infestação, às doses utilizadas ou aos herbicidas envolvidos.

Deste modo, quando se optar pela utilização de misturas herbicidas, deve-se analisar antes da escolha, visto que, estas misturas devem apresentar algumas vantagens em relação à aplicação dos produtos isolados. A mistura deve proporcionar um controle total no mínimo igual (aditivo) ou maior (sinergismo) em relação aos produtos quando aplicados isolados senão não se torna vantajoso, não acrescenta em termos de eficácia de controle.

Tabela 10 - Porcentagens de controle dos herbicidas isolados, controle esperado, controle observado pelas misturas e o efeito apresentado pelas misturas de diuron, oxyfluorfen e prometryne (Colby, 1967) para *Euphorbia heterophylla*.

Dose (kg i.a. ha ⁻¹)		Controle proporcionado pela aplicação isolada de:		Controle proporcionado pelas misturas:		
		Diuron	Prometryne	Esperado	Observado	Efeito da mistura
Diuron	Prometryne	Diuron	Prometryne	Esperado	Observado	Efeito da mistura
1,000	1,000	94	73,75	98,425	99,5	Sinergístico/aditivo
2,000	2,000	100	95,75	100	100	Aditivo
1,000	2,000	94	95,75	99,745	100	Sinergístico/aditivo
2,000	1,000	100	73,75	100	100	Aditivo
Diuron	Oxyfluorfen	Diuron	Oxyfluorfen	Esperado	Observado	Efeito da mistura
1,000	0,192	94	83,75	99,025	80,5	Antagonístico
2,000	0,288	100	99	100	99,75	Antagonístico/aditivo
1,000	0,288	94	99	99,94	99	Antagonismo/aditivo
Prometryne	Oxyfluorfen	Prometryne	Oxyfluorfen	Esperado	Observado	Efeito da mistura
1,000	0,192	73,75	83,75	95,73	81,25	Antagonístico
2,000	0,288	95,75	99	99,96	93,25	Antagonístico/aditivo
1,000	0,288	73,75	99	99,74	95,25	Antagonístico/aditivo

CONCLUSÃO

Conclui-se para as condições avaliadas, dentro da faixa de doses estudadas que para obter controle mínimo de 80% (GR_{80}) de *E. heterophylla* foram necessárias doses de 0,778 kg i.a. ha^{-1} de diuron 0,129 kg i.a. ha^{-1} de oxyfluorfen e 0,918 kg i.a. ha^{-1} de prometryne.

Em relação às misturas herbicidas para obter controle acima de 95% de controle de *E. heterophylla* foi necessário no mínimo 1,00 kg i.a. ha^{-1} de diuron e 0,500 kg i.a. ha^{-1} de prometryne e para o controle superior a 80% foi necessário no mínimo 0,250+0,500 kg i.a. ha^{-1} de diuron e prometryne.

Para a combinação de oxyfluorfen e diuron apenas com 0,288 de oxyfluorfen, em mistura com 1,00 a 2,00 kg i.a. ha^{-1} de diuron foram alcançados controles superiores a 95%. Para obter controles superiores a 80% as doses foram oxyfluorfen a 0,192 kg i.a. ha^{-1} em mistura com 0,500 a 1,000 kg i.a. ha^{-1} de diuron e ainda Diuron+Oxyfluorfen (1,000+0,144) 80,25% (21, 28DAA).

Para a associação oxyfluorfen+prometryne apenas quando oxyfluorfen na dose 0,288 kg i.a. ha^{-1} em mistura com 1,00 a 2,00 kg i.a. ha^{-1} de prometryne o controle foi maior que 93%. Com oxyfluorfen a 0,192 kg i.a. ha^{-1} em mistura com prometryne 0,500 a 1,00 obtém-se 78 a 80% de controle de *Euphorbia heterophylla* nas condições em que foi realizado este trabalho.

As misturas contendo oxyfluorfen apresentaram-se, de modo geral, como aditivas ou antagonísticas, ao passo que misturas de diuron+prometryne foram aditivas ou sinérgicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.; FORSTER, R.; GREGORI, R. Variações nos métodos de aplicação dos herbicidas diuron e trifluralin na cultura do algodoeiro. **Bragantia**, v.26, n.19, p.253-263, 1967.

AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. Combinação de herbicidas no controle de plantas invasoras em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.11, p.1577-1583, 1982.

AZEVEDO, D.M.P.; NOBREGA, L.B.; BELTRÃO, N.E.M. Seletividade e eficiência de misturas de herbicidas no controle de plantas daninhas em algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n.8, p.861-867, 1988.

AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M.; NÓBREGA, L.B.; SANTOS, J.W.; VIEIRA, D.J. Período crítico de competição entre as plantas daninhas e o algodoeiro anual irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1417-1425, 1994

AZEVEDO, D.M.P., CARVALHO, L.P., PEREIRA, J.R., ARAÚJO, G.P., BRANDÃO, Z.N.; JERÔNIMO, J.F. **Controle químico de plantas daninhas em algodoeiro herbáceo no cerrado mineiro**. Campina Grande: EMBRAPA Comunicado técnico 191, 2003.

AZEVEDO, D.M.P. **Controle de plantas daninhas em algodoeiro irrigado**. Campina Grande: EMBRAPA, Comunicado técnico 247, 21p, 2008.

BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas no Brasil**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984. v.2, 377p.

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, J.J.; SILVEIRA, A.J.; SEDIYAMA, C.S.; COSTA, L.M.; OLIVA, M.A; Comportamento do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. Hutch) e controle das plantas daninhas com o uso de herbicidas diuron e sethoxydim. **Planta Daninha**, v.6, n.1, p.58-71, 1983.

CARVALHO, S.J.P.; LOMBARDI, B.P.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MEDEIROS, D. Curvas de dose-resposta para avaliação do controle de fluxos de emergência de plantas daninhas pelo herbicida imazapic. **Planta Daninha**, v.23, n. 3, p. 535-542, 2005.

CARVALHO, S.J.P.; BUISSA, J.A.R.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Suscetibilidade diferencial de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* aos herbicidas trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p. 541-548, 2006.

CASTRO, C.; BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Mistura em tanque de boro e herbicidas em semeadura convencional de girassol. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.83-91, 2002.

COLBY, S.R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. **Weeds**, v.15, p.20-22, 1967.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase e acetil coenzima A carboxilase. 1999. 211f. **Tese** (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Curvas de dose-resposta de biótipos resistente e suscetível de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. **Sciencia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 513-519, 2002.

CHRISTOFFOLETI, P.J (Coord). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Londrina: Associação Brasileira de Ação a Resistência de plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2003. 90p.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no Mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.) **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2.ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2004. p. 3-22.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; BORGES, A.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ- OVEJERO, R.F.; MONQUERO, P.A. Carfentrazone-ethyl aplicado em pós- emergência para o controle de *Ipomea* spp. e *Commelina benghalensis* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.24, p. 83-90, 2006.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York, Columbia University Press, 1981, 1262p.

CRUZ, L.S.P.; TOLEDO, N.M.P. Aplicação pré-emergente de misturas de alachlor com diuron e cymazine para controle de plantas daninhas em algodão IAC 17. **Planta Daninha**, v.5, n.2, p.57-61, 1982.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; Bonnacarrère, R,A,G; MARTIN, T,N, MANFRON, P,A; CRESPO, P,E,N. Controle químico de plantas infestantes em pré e em pós-emergência da cultura de cana-de-açúcar. **Revista da FZVA**. v.12, n.1, p.14-24. 2005.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Embrapa: Rio de Janeiro, 1999.

FOLONI, L. L.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. 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.; BERGER, P.G.; FERREIRA, L.R.; CARDOSO, A.A.; FREITAS, T.S.S; PEREIRA, C.J. Interferência de plantas daninhas na cultura do algodão em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.20, n.2, p.197-205, 2002.

GAZZIERO, D.L.P.; BRIGUENTI, A.M.; MACIEL, C.D.G; CHRISTOFFOLETI, P.J; ADEGAS, F.S; VOLL, E. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima ALS. **Planta Daninha**, v.16, n.2, p.117-125, 1998.

GELMINI, G.A.; VICTÓRIA FILHO, R.; NOVO, M.C.S.S.; ADORYAN, M.L; VIDAL, R.A.; MEROTO JÚNIOR, A. Resistência de amendoim-bravo aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase. **Planta Daninha**, v.17, n.3, p.367-373, 1999.

GRESSEL, J.Synergizing herbicides. **Reviews of Weed Science Champaign**, v.5. p.49-82,1990.

GUTHRIE, D. S.; YORK, A. C. Cotton (*Gossypium hirsutum*) development and yield following fluometuron postemergence applied. **Weed Technology**, v.3, p.501-504, 1989.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo II. São Paulo: BASF Brasileira S.A., 1992, 798 p.

KRUSE, N.D.; VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M. Curvas de resposta e isoblograma como forma de descrever a associação de herbicidas inibidores do Fotossistema II e da síntese de carotenóides. **Planta Daninha**, v.24, n.3,p.579-587,2006.

LACA-BUENDIA, J.P.; BARROS, A.T. Competição de misturas herbicidas na cultura algodoeira (*G.hirsutum* L.) nas principais regiões produtoras de Minas Gerais. In: Seminário de Herbicidas e ervas daninhas, 2, Londrina/PR, **Resumo**...Londrina/PR, SBCPD, p.42, 1976.

LACA-BUENDIA, J.P.; PURCINO, A.A.C.; FERREIRA, L.; FERREIRA, M.B. Combinações de misturas de herbicidas nas principais regiões algodoeiras (*Gossypium hirsutum* L.) no estado de Minas Gerais. **Planta Daninha**, v.1, n.2, p.5-16, 1978.

LACA-BUENDIA, J.O. Controle de plantas daninhas com Cyanazine aplicado e mistura com outros herbicidas, na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Planta Daninha**. V.9, n.1/2, p.72-80, 1985.

LACA-BUENDIA, J.P. Controle das plantas daninhas na cultura do algodoeiro. **Inf. Agropec**; v.8.n.92, p.37-47, 1990.

LACA-BUENDIA, J.P. Controle de plantas daninhas na cultura algodoeira. **Informe Agropecuário**; V.92, n.8, p.28-33, 1992.

LACERDA, A.L.S.; VICTORIA FILHO, R. Curvas dose-resposta em espécies de plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate. **Bragantia**, v.63, p.73-79, 2004.

LEIDERMAN, L.; LOBATO, G.A.; SILVEIRA, R.I. Aplicação de herbicidas em algodão em três regiões do Estado de São Paulo. **O Biológico**, v.31, n.8, p.168-1975, 1965.

LEIDERMAN, L.; LOBATO, G.A.; SILVEIRA, R.I.. Controle de ervas daninhas do algodão com misturas de trifluralin e Diuron em quatro regiões de São Paulo. **O Biológico**, v. 32, n.7, p. 5-16, 1966.

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

MONKS, C. D. Effect of pyriithiobac, MSMA, and DSMA, on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) growth and weed control. **Weed Technology**, v. 13, p. 6-11, 1999.

MONQUEIRO, P. A.; CHRISTOFOLLETI, P. J.; DIAS, C.T. S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycine Max*). **Planta Daninha** v.18, n.3, p. 419-423, 2000.

MONQUERO, P.A.; SILVA, A.C.Efeito do período de chuva no controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea purpúrea* pelos herbicidas glyphosate e sulfosate. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.399-404,2007.

OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; KAJIHARA, L.H STASIEVSKI, A.; PAGLIARI, P.H.; ARANTES,J.G.Z.; CAVALIERI, S.S.; ALONSO, D.G.; ROSO, A.C. Aplicações sequenciais de flumiclorac-pentil para o controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.28, n.1, p.115-122, 2006.

OLIVEIRA, M.F. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. (Ed.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. P. 315-362.

PONCHIO, J.A.R. **Resistência de *Bidens pilosa* aos herbicidas inibidores da enzima acetolactato synthase**. 1997. 139f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PENAHERRERA-COLINA, L.A.; SOUZA, I.F.; GUILHERME, L.R.G.; BUENO FILHO, J.S.S. Persistência biológica de ametryn, diuron e oxyfluorfen no solo. **Ciência e agrotecnologia**, v.29, n.5, p.980-987, 2005.

PRATA, F.; LAVORENTI, A. Comportamento de herbicidas no solo: influência da matéria orgânica. **Revista Biociência**. v.6, n.2, p.17-22, 2000.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**, 5.d. Londrina, 1998. 592p.

SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, versão 7.0, Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1997.

SALGADO, T.T.; ALVES, P.L.C.A, MATTOS, E.D.; MARTINS, J.F.; ERNANDEZ, D.D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.373-379, 2002.

SEEFELDT, S.S.; JENSEN, S.E.; FUERST, E.P. Loglogistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technology**, v.9, p.218-227, 1995.

SNIPES, C.E.; MUELER, T.C. Influence of fluometuron and MSMA on cotton yield and fruiting characteristics. **Weed Science**. v.42, p.210-215, 1992.

TREZZI, M.M.; MATEI, D.; SILVA, H.L.; CARNIELETO, C.E.; GUSTMANN, M.S.; VIOLA.R.; MACHADO, A. Efeitos de resíduos da parte aérea de sorgo, milho e aveia na emergência e no desenvolvimento de plântulas de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes a inibidores da ALS. **Planta Daninha**,v.24, n.3, p.443-450, 2006.

VICTÓRIA FILHO, R.; CRUZ, L.S.P.; GARCIA, I. Efeitos de misturas de dinitramine e diuron em pré-plantio incorporado na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Planta Daninha**, v.5, n.1, p.57-64, 1982.

VARGAS, L.; SILVA, A.A da.; BORÉM, A.; OLIVEIRA, S.P de. **Identificação e manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas**. Viçosa: Jard, 1999. 39p.

VARGAS, L.; SILVA, A.A da.; BORÉM,A.; REZENDE, S.T.; FERREIRA, F.A.; SEDIYAMA, T. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Viçosa, MG: Edição dos Autores, 1999. 131 p.

VIDAL, R.A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: R.A. Vidal, 1997. 165p.

VIDAL, R. **Ação dos herbicidas: absorção, translocação e metabolização**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.89p.

YADAV, A.; MALIK, R.S.; MALIK, R.K.; HASIJA, R.C. Integrated control of weeds in cotton. **Environment and Ecology**. 2006; 24S (Special 3A): 883-885.

CAPÍTULO II

ATIVIDADE RESIDUAL DE DIURON, OXYFLUORFEN E PROMETRYNE, APLICADOS ISOLADAMENTE OU EM MISTURA, EM RELAÇÃO AO CONTROLE DO LEITEIRO (*Euphorbia heterophylla*)

RESUMO. O principal objetivo de aplicações de herbicidas em pré-emergência é a obtenção de atividade residual no início do ciclo das culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade residual dos herbicidas diuron, oxyfluorfen e prometryne, aplicados isoladamente ou em misturas dois a dois, para o controle de *Euphorbia heterophylla*. Foram conduzidos oito experimentos em casa-de-vegetação, aplicando doses dos herbicidas ou das misturas aos 30, 20, 10 e zero dias antes da semeadura da planta daninha. A eficiência de controle dos tratamentos foi avaliada depois de 28 dias da semeadura. Para o diuron, doses de 1,1 kg i.a. ha⁻¹ apresentaram atividade residual por períodos de até 30 dias com controle efetivo do leiteiro (71 a 85%). Doses de 0,9 kg i.a. ha⁻¹ promoveram controles semelhantes por 10 dias. Acima de 85% de controle pode ser obtido com oxyfluorfen aplicado isoladamente a 0,336 kg i.a. ha⁻¹ por períodos de até 10 dias e acima de 72% por até 20 dias. Com a dose de 0,288 kg i.a. ha⁻¹ obtém-se controle acima de 65% por períodos de até 10 dias. É possível obter controle acima de 83% com prometryne a 2,050 kg i.a. ha⁻¹ por 20 dias e acima de 71% por até 30 dias. Em relação às misturas dos herbicidas, a associação de diuron+prometryne promoveu controle superior a 85% por períodos de 30 dias quando aplicada em doses mínimas de 1,0+2,0 kg i.a. ha⁻¹ e de 20 dias quando aplicada em doses mínimas de 2,0+1,0 kg i.a. ha⁻¹. Para obter este mesmo nível de controle por 30 dias foi necessário no mínimo 1,0+0,288 kg i.a. ha⁻¹ da mistura diuron+oxyfluorfen. Em relação à prometryne+oxyfluorfen, um mínimo de 80% de controle pode ser obtido pelo período de 10 dias quando se utiliza um mínimo de 1,0+0,192 kg i.a. ha⁻¹.

Palavras-chave: misturas em tanque, persistência, comportamento no solo

1 INTRODUÇÃO

Herbicidas aplicados ao solo normalmente apresentam características que lhes conferem capacidade de controlar diferentes fluxos de emergência de plantas daninhas durante um período. A atividade residual no solo, no entanto, é determinada por um somatório de efeitos relacionados ao herbicida, ao solo, ao clima, e à espécie de planta daninha envolvida.

Na cultura do algodão o emprego de aplicações em pré-emergência é usual, sendo muito utilizado em função do lento crescimento inicial e da arquitetura da cultura. Neste caso, o objetivo destas aplicações é promover o controle dos primeiros fluxos sem afetar o crescimento inicial da cultura e facilitar o controle de aplicações posteriores em pós-emergência. No entanto, em função do longo ciclo e da necessidade de manter a cultura no limpo até a colheita, dificilmente as aplicações em pré-emergência são suficientes para promover controle durante todo esse período.

O problema da falta de atividade residual suficiente para contemplar o ciclo da cultura ocorre mesmo quando as doses máximas recomendadas pelos fabricantes são utilizadas, o que implica na necessidade de outras aplicações posteriores durante o ciclo da cultura, de modo a propiciar a colheita no limpo. Mesmo com a elevada eficiência dos herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado e em pré-emergência no controle das plantas daninhas no algodoeiro, uma única aplicação raramente é suficiente para permitir a colheita da cultura sem a interferência das plantas daninhas (AZEVEDO et al., 1988).

Então, a aplicação em pré-emergência é normalmente complementada por uma ou mais aplicações em pós-emergência, em área total ou em aplicações dirigidas. Segundo Christoffoleti (2002), a combinação destas modalidades de aplicação é uma ferramenta de manejo das plantas daninhas muito importante para a cotonicultura da região central do Brasil, e usual pelos agricultores (CONSTANTIN et al., 2002; TAKIZAWA, 2004).

Uma exigência fundamental para obter controle adequado em aplicações realizadas em pré-emergência da cultura é a necessidade de umidade no solo. Este fato favorece a solubilização do composto, o que permite a sua distribuição em uma fina camada superficial protegida contra fatores adversos ao ambiente (BELTRÃO & AZEVEDO, 1994). Caso esta exigência de umidade

não seja atendida, podem ocorrer perdas significativas por fotodegradação, volatilização e ou arrastamento pelo vento (erosão eólica). Portanto, as condições de umidade do solo que prevalecem antes, durante e após as aplicações em pré-emergência são fundamentais para determinar a eficácia destes herbicidas.

No caso da cultura do algodão, entre as principais alternativas de herbicidas usados nesta modalidade de aplicação estão diuron, oxyfluorfen e prometryne.

O diuron caracteriza-se por apresentar amplo espectro de ação e apresenta baixa solubilidade em água (42 mg L⁻¹ a 25°C), é relativamente persistente em solos (meia-vida de dissipação de 90 a 180 dias), e a principal forma de dissipação da molécula é a degradação microbiológica (CULLINGTON & WALKER, 1999; RODRIGUES & ALMEIDA, 2005). Por ser uma molécula não-iônica (neutra), a sorção do diuron é governada principalmente pela fração orgânica do solo (LUCHINI, 1987). Mesmo classificado como produto com baixa a moderada lixiviabilidade, os baixos valores de coeficiente de adsorção (Kd) permitem eficiente movimentação no perfil do solo (MATALLO et al., 2003).

Diversos estudos mostraram que o comportamento sortivo do diuron apresenta correlação positiva principalmente com os teores de matéria orgânica (SPURLOCK & BIGGAR, 1994; ROCHA, 2003), em solos com baixos teores de matéria orgânica apresentam baixa capacidade de sorção, favorecendo as perdas do produto por lixiviação. Em estudo de cinética e sorção do diuron (INOUE et al., 2006), observou-se que cerca de 85% do herbicida foi sorvido após 30 minutos de contato entre as moléculas e o solo (fase rápida). A sorção na fase lenta foi similar nos seis solos estudados, embora os teores de matéria orgânica fossem muito diferentes.

Estudos realizados em águas subsuperficiais da Califórnia mostraram que o diuron esteve presente na maioria das amostras avaliadas e atribuíram este fato a sua elevada persistência e a alta mobilidade que o composto apresenta em solos com baixos teores de matéria orgânica (TROIANO et al., 2001).

Resultados de Dourado Neto et al. (2005) também evidenciam a eficiência de diuron para o controle em pré-emergência de *Amaranthus viridis*.

Diuron na dose de 2200 g i.a. ha⁻¹ promoveu controle total até aos 28 DAA, e manteve níveis aceitáveis de controle até aos 98 DAA, na cultura da cana-de-açúcar. Em solo argiloso, Neto & Moraes (1986) utilizando diuron a 1600 g i.a.ha⁻¹, verificaram, por mais de 90 DAA, eficiente controle de *Amaranthus viridis* e *Digitaria sanguinalis* na cultura do algodão.

Matallo et al. (2003) ao desenvolverem estudos de lixiviação dos herbicidas, entre eles diuron, em colunas de solo contendo Latossolo Vermelho (argiloso) e Neossolo Quartzarênico (arenoso), concluíram que diuron lixiviou através de 50 cm, e o teor de matéria orgânica desses solos determinou a capacidade de lixiviação desse herbicida. O conteúdo de matéria orgânica é um fator importante principalmente para os herbicidas não-iônicos, como o diuron, que apresentam elevada capacidade de sorção; quanto maior a sorção, menor a lixiviação. Em solos arenosos, a lixiviação será ainda maior do que em siltosos ou argilosos (ROSSI et al., 2005). Para Velini (1992) a lixiviação apresenta dois aspectos importantes: é fundamental para incorporação da maioria dos herbicidas, atingindo sementes ou plantas em germinação, mas quando excessiva, pode carregá-los para camadas mais profundas do solo, limitando sua ação.

O prometryne 2,4 bis (isopropilamino)-6-(metiltio)-S-triazina, é pouco lixiviado em solos médios e argilosos e lixiviável nos arenosos, com Koc médio de 400 mL g⁻¹ de solo. Sua degradação se dá principalmente por microrganismos, que o utilizam como fonte de energia, sendo pouco sensível às perdas por fotodecomposição e/ou volatilização. Nas doses recomendadas apresenta uma persistência média de 1 a 3 meses em solos cultivados, dependendo da textura do solo, das condições climáticas e da dose (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

Leiderman et al. (1966), em seus estudos observou que a aplicação de prometryne em pré-emergência na dose de 1,5 kg i.a. ha⁻¹ em solo semelhante ao utilizado neste trabalho, com 2,0% de matéria orgânica e 24% de argila, proporcionou controle moderado de 77,5% da dicotiledônea *Portulaca oleracea* e de 66% da gramínea *Digitaria horizontalis* aos 35 DAA. Portanto, é possível obter controles que variam de fracos a moderados no intervalo de doses testado neste estudo e nessas condições de solo para *P. oleracea* e *D. horizontalis*.

A meia vida do oxyfluorfen no solo é de 30 a 40 dias, podendo apresentar efeito residual até 6 meses depois da aplicação. Sua degradação é essencialmente por fotólise, sendo mínima a degradação por microrganismos, fazendo com que em áreas com condições de umidade e sombreamento o período residual do produto seja mais prolongado. Depois de aplicado no solo o oxyfluorfen é fortemente adsorvido pelos coloides, resistindo à lixiviação. A perda por foto-decomposição é mais lenta no solo do que na água (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

A atividade pré-emergente de oxyfluorfen depende de adequada umidade do solo durante a aplicação. Particularmente por essa razão o oxyfluorfen tem se mostrado especialmente ativo em culturas irrigadas. Oxyfluorfen adsorve totalmente às partículas do solo, formando uma barreira química nos primeiros centímetros da superfície do solo, que atua sobre as plantas daninhas que emergem, as quais morrem ao entrarem em contato com o herbicida. Ele possui, ainda, “ação de vapor”. Dessa forma, quando o solo se apresenta seco, existindo a emergência de plantas daninhas, assim que houver uma chuva ou irrigação, poderá haver morte dessas espécies através da referida ação (PEREIRA, 1987).

Yen et al. (2003), estudaram a dissipação e mobilidade de oxyfluorfen em solos sob diferentes condições de umidade e temperatura, concluindo que as altas temperaturas aumentam a taxa de dissipação. A temperatura tem grande importância, favorecendo a dissipação a partir dos 25°C, porém apresentando dissipação mínima em temperatura de 10°C. Costa et al. (2003) relatam que o herbicida oxyfluorfen na dose de 120 g ha⁻¹, foi eficiente no controle das espécies *A. retroflexus* (95%) e *P. oleracea* (98%) até 65 DAA, em culturas brássicas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o período de atividade residual proporcionado pelas doses de cada herbicida e suas combinações (diuron, oxyfluorfen e prometryne) que promoveram a partir de 60% de controle visual de *Euphorbia heterophylla*, determinadas na primeira etapa no capítulo I.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Nesta etapa foram conduzidos oito experimentos em casa-de-vegetação, nas dependências da Universidade Estadual de Maringá (UEM), durante o período de dezembro de 2008 a janeiro de 2009. Foram utilizadas amostras de solo de textura média, provenientes de uma litossequência localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi, no município de Maringá, PR, coletado na profundidade de 0 a 20 cm. Após a coleta, as amostras foram submetidas a um processo de separação de raízes, torrões, palha e outras impurezas, por uma peneira com malha de 4 mm.

Após o preparo, as amostras de solo foram submetidas a análises para determinar as características químicas e granulométricas. Os resultados das análises evidenciaram as seguintes características: pH (H₂O) de 5,2, 230 g kg⁻¹ de argila; 80 g kg⁻¹ de silte; 370 g kg⁻¹ de areia grossa; 320 g kg⁻¹ de areia fina; 11,43 g dm⁻³ de carbono orgânico. Estas amostras foram classificadas como Argissolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999) de textura franco-arenosa. Para todas as etapas deste trabalho, as unidades experimentais foram constituídas de vasos com capacidade para 3 kg de solo.

Para as aplicações dos herbicidas foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂, com pressão constante de 35 lb pol⁻², equipado com três pontas XF 110.02, espaçadas em 0,5 m entre si e posicionadas 0,5 m da superfície do alvo, proporcionando uma vazão aproximada de 200 L ha⁻¹ de calda. As condições no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento inferior a 5 Km h⁻¹, solo úmido, temperatura do ar de 23°C e umidade relativa de 87%. A aplicação foi realizada simultaneamente para todos experimentos.

Nesta etapa foram conduzidos experimentos visando avaliar o período de atividade residual das doses de cada herbicida que promoveram controle visual a partir de 60% de *Euphorbia heterophylla* (GR₆₀, GR₈₀, GR_{87,5} e GR₉₅), determinadas na primeira etapa no capítulo I. Na etapa anterior, como a aplicação foi realizada apenas uma vez, os resultados demonstraram apenas a eficácia dos herbicidas no controle do leiteiro, ou seja, controle pontual.

Contudo, os resultados não são suficientes para avaliar a extensão da atividade residual dos herbicidas.

Para alcançar este objetivo, a aplicação dos herbicidas foi realizada em diferentes períodos de modo que correspondiam a certo número de dias antecedendo a semeadura de *E. heterophylla*, de acordo com metodologia previamente estabelecida (MARCHIORI et al., 2005). Foram avaliados períodos de tempo de 30, 20, 10 e 0 dias antes da semeadura (DAS) das plantas daninhas.

Nas datas pré-estabelecidas para a aplicação dos herbicidas (30, 20, 10 e 0 DAS), as unidades experimentais foram irrigadas, com lâmina d'água de 15 mm, 24 horas antes da aplicação. Portanto, todas as aplicações foram realizadas com solo úmido. Na data de aplicação posterior, decorrido o número de dias estabelecidos, foi realizada a irrigação dos vasos a serem pulverizados, de acordo com o procedimento descrito acima. Também foram, irrigados todos os vasos que haviam recebido a aplicação dos tratamentos nas datas anteriores, novamente com lâmina d'água de 15 mm. Desse modo, os vasos com tratamentos referentes a aplicação dos herbicidas aos 30 DAS receberam quatro irrigações (60 mm); os vasos com aplicação aos 20 DAS receberam três irrigações (45 mm); os vasos com aplicação aos 10 DAS receberam duas irrigações (30 mm), e os vasos com aplicação aos 0 DAS receberam uma irrigação (15 mm). No dia "0", além da aplicação dos herbicidas, todos os vasos foram semeados cuidadosamente com a espécie em estudo, visando causar o mínimo distúrbio possível no solo. No momento da semeadura, em cada unidade experimental foi colocado um número conhecido de sementes (30 sementes vaso⁻¹) à profundidade de 2 a 3 cm. Depois de realizadas todas as aplicações e semeadas as plantas daninhas, as unidades experimentais foram irrigadas quando necessário.

Para cada data de aplicação (30, 20, 10 e 0 DAS) foram conduzidos experimentos em separado. Em cada um dos experimentos, os tratamentos foram arranjados num modelo hierárquico constituído pelas combinações de doses e herbicidas Tabela 1. Para cada experimento, foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições.

Tabela 1. Doses dos herbicidas selecionadas em função da porcentagem de controle visual, aplicadas em pré-emergência ao 0, 10, 20 e 30 DAS visando o controle de *Euphorbia heterophylla* – Maringá - PR, 2008/2009.

Herbicidas	Doses (kg i.a. ha⁻¹)
Experimento Diuron	0; 0,700; 0,800; 0,900; 1,100
Experimento Oxyfluorfen	0; 0,096; 0,144; 0,288; 0,336
Experimento Prometryne	0; 0,550 ;0,800; 1,050; 2,050

Os experimentos de avaliação das misturas dos herbicidas (Tabela 2) foram conduzidos nas mesmas condições dos experimentos para diuron, oxyfluorfen e prometryne, em relação às unidades experimentais, semeadura da planta daninha e aplicação dos herbicidas. Considerou-se que cada uma das épocas (30, 20, 10 e 0 DAS) constituiu um experimento. Em cada experimento os tratamentos foram constituídos pelas diferentes combinações de doses das misturas (Tabela 2). Todos os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Tabela 2. Doses dos herbicidas nos experimentos de mistura em tanque utilizadas para aplicação em pré-emergência visando avaliar a atividade residual no controle de *Euphorbia heterophylla*, Maringá, 2008/2009.

Tratamentos	Doses kg i.a. ha⁻¹				
Diuron+Prometryne	0+0	0,500+0,500	1,000+1,000	0,500+0,250	1,000+0,500
		2,000+1,000	0,250+0,500	0,500+1,000	1,000+2,000
		2,000+2,000			
Diuron+Oxyfluorfen	0+0	1,000+0,096	1,000+0,192	0,500+0,096	1,000+0,144
		0,250+0,096	0,500+0,192	1,000+0,288	2,000+0,288
Prometryne+Oxyfluorfen	0+0	1,000+0,096	1,000+0,192	1,000+0,144	0,500+0,192
		1,000+0,288	2,000+0,288		

Em todos os experimentos o controle de *E. heterophylla* foi avaliado por meio de escala percentual de notas aos 28 dias depois da semeadura (DDS). O valor 0% (zero) correspondeu à ausência total de controle e 100% à morte total das plantas, comparados à testemunha sem aplicação de herbicida. Decorridos 28 DDS, foi realizada a colheita da parte aérea do leiteiro para

determinar o acúmulo da massa seca da parte aérea, secada em estufa, na temperatura de 55°C por 48 horas.

Os dados de massa seca foram corrigidos para valores percentuais, partindo-se do princípio de que os vasos que permaneceram sem aplicação de herbicida produziram 100% de biomassa e as demais produziram percentuais desta biomassa, em consequência da redução imposta pelos herbicidas.

Os resultados da avaliação visual de controle dos herbicidas isolados foram inicialmente submetidos à análise de variância, calculando-se posteriormente a média e o desvio padrão das médias do controle visual aos 28 DDS para os diferentes períodos entre a aplicação e a semeadura da planta daninha em estudo.

Para análise dos dados referente às misturas herbicidas, realizou-se análise de variância e as médias de controle dos tratamentos com herbicidas foram comparadas com a testemunha sem aplicação pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAEG 5.0 (SAEG, 1997).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atividade residual dos herbicidas utilizados isoladamente

Diuron

As porcentagens de controle de matéria fresca de *Euphorbia heterophylla* obtidas em função das doses de diuron, após aplicações realizadas aos 30, 20, 10 e 0 (DAS) encontram-se na Figura 1. Em nenhuma das épocas de aplicação, os valores médios de controle observados foram superiores a 86%. De acordo com a figura 1, pode-se observar que para aplicações aos 30 DAS e 20 DAS à maior dose de diuron (1,1 kg ha⁻¹) proporcionou controle visual de *E. heterophylla* variando de 71 a 84% respectivamente. Para aplicações aos 10 DAS e 0 DAS nas doses de 0,9 e 1,1 kg i.a. ha⁻¹ o controle alcançado variou de 67 a 85% (Figura 1).

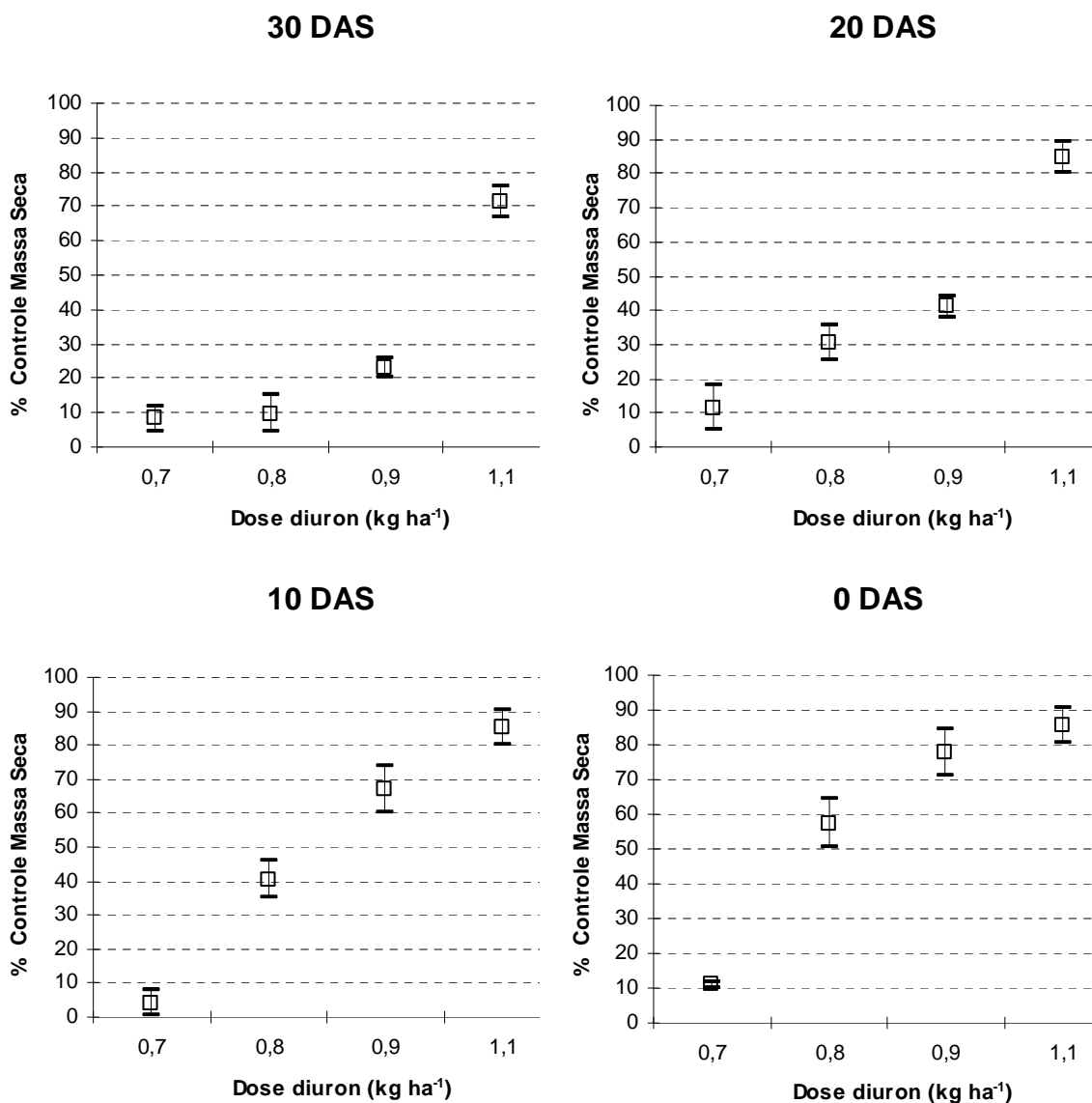


Figura 1. Porcentagens de controle de massa seca proporcionadas pelas doses de diuron aplicadas aos 30; 20; 10 e zero dias antes da semeadura de *Euphorbia heterophylla*.

Portanto, pode-se considerar que as doses de 1,1 kg ha⁻¹ de diuron apresentam atividade residual no solo para proporcionar controles efetivos de leiteiro (71 a 85%) por períodos de até 30 dias, ao passo que doses de 0,9 kg ha⁻¹ são capazes de proporcionar controles semelhantes, mas com atividade residual de apenas 10 dias.

Graham-Bryce (1981) relata que entre os processos de degradação do diuron, maior importância tem sido atribuída à degradação biológica, que está relacionada, principalmente, com os microrganismos presentes no solo. A fotodecomposição também pode ser um fator significativo para a degradação dos

herbicidas sensíveis à radiação ultravioleta, quando aplicados diretamente nos solos (PLIMMER, 1976). Inoue et al. (2008) sugerem que a degradação de diuron pode ser maior pelo efeito estimulativo da luz sobre a população/atividade microbiana ou pela fotólise do diuron na presença de luz. Tal fato pode comprometer a persistência no ambiente e, conseqüentemente, o efeito residual do herbicida.

Portanto, pode-se supor que, nas condições em que o experimento foi conduzido, a atividade microbiana teve sua ação favorecida, visto que o ambiente de casa-de-vegetação apresenta diariamente elevadas temperaturas, sobre tudo nos meses de dezembro a janeiro, período em que foi conduzido este estudo. Aliado a as altas temperaturas os vasos foram irrigados sempre que se julgou necessário, mantendo-se os teores de umidade adequados à microbiota, sem a ocorrência de estresse hídrico, o que pode ter contribuído para diminuir o poder residual de diuron.

Contudo, as características deste solo podem também ter contribuído para a maior perda de produto por lixiviação. Uma implicação importante feita por Inoue et al. (2008) é o fato que eventuais aumentos da dose de diuron, em solos de textura arenosa ou de menor teor de matéria orgânica, podem não surtir efeito no aumento de sua atividade residual, já que há lixiviação para camadas mais profundas. Monquero et al. (2008), estudando a lixiviação de misturas herbicidas entre elas a associação de diuron+hexazinone (1.170+330 g ha⁻¹) observaram que ao simular 80 mm de chuva, o herbicida diuron+hexazinone foi encontrado aos 30 cm de profundidade para ambos os solos de textura argilosa e média. Os autores concluíram que os herbicidas avaliados têm tendência a serem lixiviados por influência das precipitações pluviais ou de irrigações artificiais, com efeitos mais pronunciados em solos com textura média e com menor teor de matéria orgânica. Tal fato pode determinar a seletividade e/ou a eficiência de controle das plantas daninhas.

Cruz & Santos (1985), observaram que diuron aplicado em pré-emergência em condições de campo em solo de textura argilosa, empregando a dose de 1,20 kg i.a. ha⁻¹ não proporcionou controle eficiente das plantas daninhas aos 30 DAA, entre elas *E. heterophylla*. A causa do baixo período de controle de diuron no experimento, não foi determinada, podendo-se atribuir o

fato à alta infestação, à baixa dose empregada para solo argiloso, ou às condições climáticas ocorridas por ocasião da aplicação.

Oxyfluorfen

Níveis de controle muito bons (82,4 a 86,52%) foram obtidos com as duas maiores doses de oxyfluorfen aplicadas aos 0 DAS (Figura 2). Para aplicação realizada aos 10 DAS controle efetivo (84,44%) somente foi alcançado pela maior dose 0,336 kg i.a. ha⁻¹. Controle proporcionado pela dose de 0,288 kg i.a. ha⁻¹ foi considerado efetivo (82,4%) apenas para a aplicação realizada na mesma data de semeadura (0 DAS) de *E. heterophylla*, e um mínimo de 65,33% de controle foi proporcionado por essa dose até 10 entre a aplicação e a semeadura. Já a maior dose (0,336 kg i.a. ha⁻¹) proporcionou controles considerados de razoáveis à muito bons (72,19 a 86,52%) para intervalos de aplicação de até 20 dias antes da semeadura da planta daninha (Figura 2).

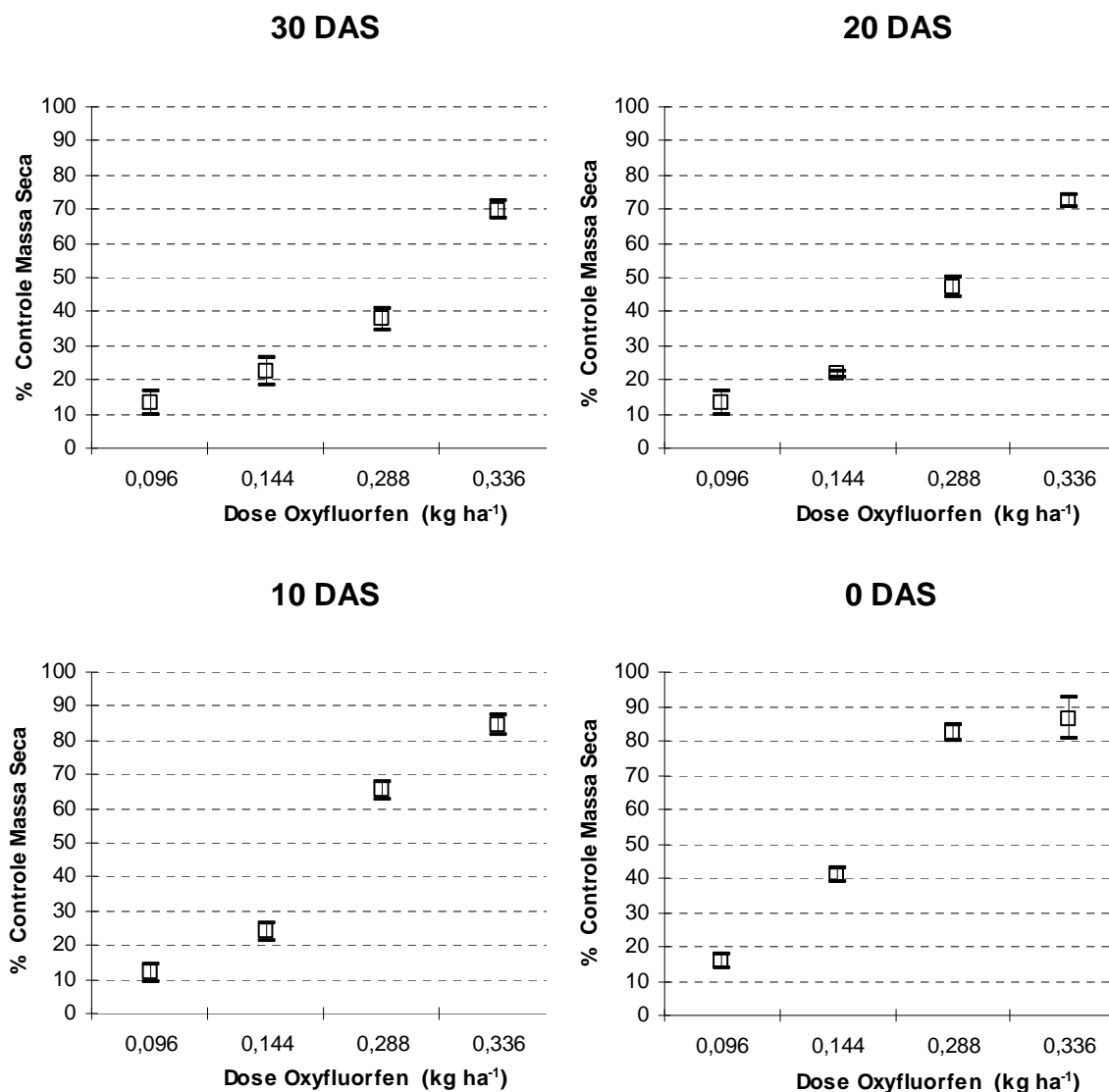


Figura 2. Porcentagens de controle de massa seca proporcionadas pelas doses de oxyfluorfen aplicadas aos 30; 20; 10 e zero dias antes da semeadura de *Euphorbia heterophylla*.

Costa et al. (2003) relatam que o oxyfluorfen na dose de 120 g ha⁻¹ foi eficiente no controle das espécies *A. retroflexus* (95%) e *P. oleracea* (98%) até 65 DAA, em culturas brássicas. Bezutte et al. (1995), utilizando doses mais elevadas, 480 e 960 g i.a. ha⁻¹, verificaram que o oxyfluorfen promoveu controle satisfatório de *Amaranthus retroflexus* até 60 DAA, em experimento realizado em casa-de-vegetação. Contudo são doses muito mais altas quando comparadas à dose máxima utilizada neste estudo.

Prometryne

Para prometryne, foram observados controles considerados muito bons (86,32 e 83,42%), quando foi utilizada a maior dose (2,050 a kg i.a. ha⁻¹) nos períodos em que a aplicação foi realizada no dia da semeadura da planta daninha (0 DAS) até 20 dias antes da semeadura (20 DAS). Para o intervalo de 30 dias entre a aplicação e a semeadura de *E. heterophylla* a maior dose promoveu controle de 71,32% (Figura 3). A dose de 1,050 kg i.a. ha⁻¹ promoveu controle razoável (77,89%) apenas quando a aplicação foi realizada no dia da semeadura (0 DAS) e um controle mínimo de 64,47% foi promovido por essa dose até 10 DAS.

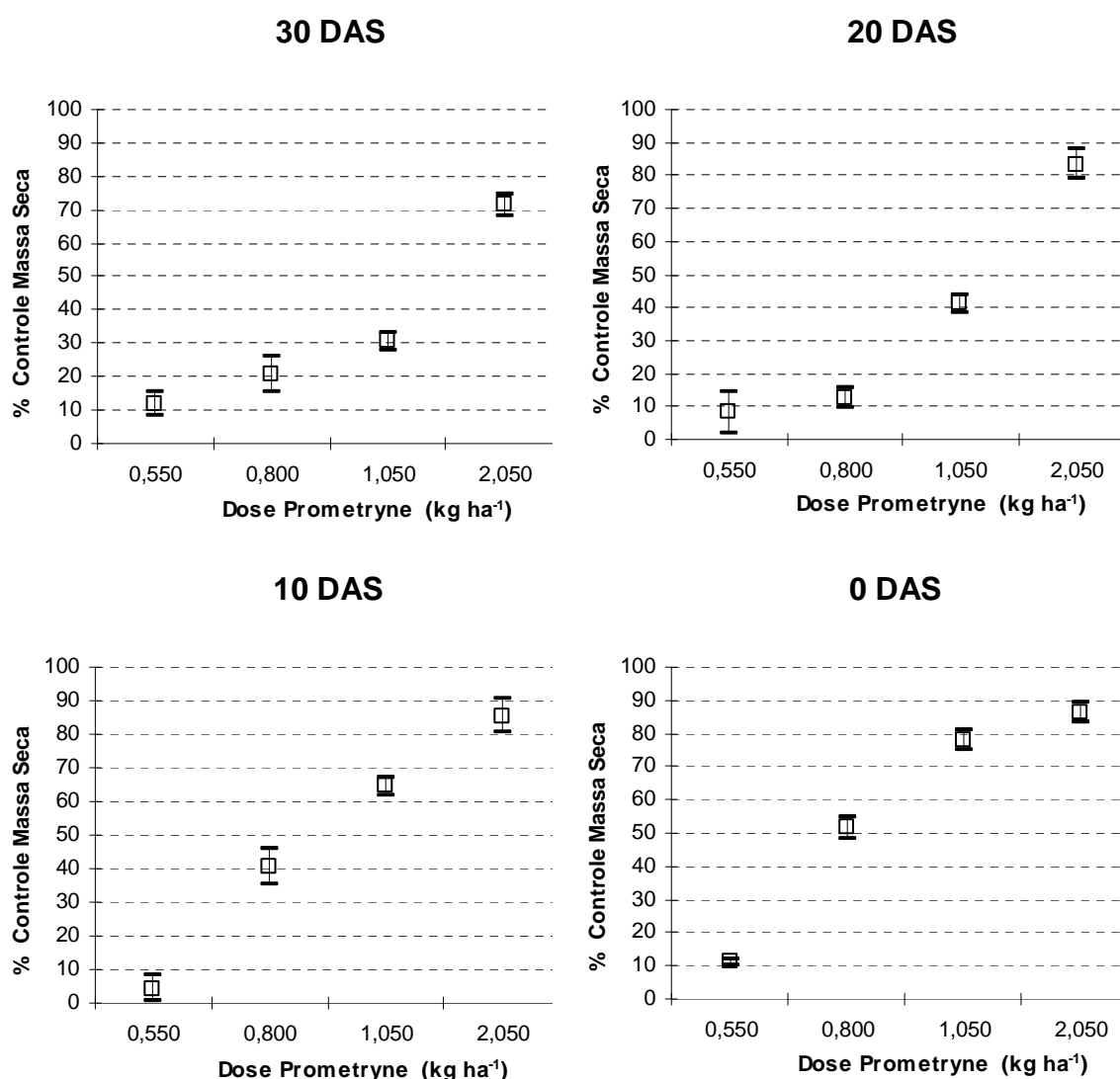


Figura 3. Porcentagens de controle de massa seca proporcionadas pelas doses de prometryne aplicadas aos 30; 20; 10 e zero dias antes da semeadura de *Euphorbia heterophylla*.

Leiderman et al. (1965) em seus estudos observaram que a aplicação de prometryne em pré-emergência na dose de 1,5 kg i.a. ha⁻¹ em solo semelhante ao utilizado neste trabalho, com 2,0% de matéria orgânica e 24% de argila, proporcionou controle moderado de 77,5% de *Portulaca oleracea* L., e fraco (66%) de *Digitaria horizontalis* aos 35 DAA. Portanto, é possível obter controles de plantas daninhas de razoáveis a muito bons neste intervalo de doses testado neste estudo, para estas condições de solo.

Portanto, estes resultados evidenciam que as doses dos herbicidas estudadas que proporcionaram 80% (GR₈₀), 87,5% (GR_{87,5}) e 95% (GR₉₅) selecionados na etapa anterior, foram eficientes para controle pontual de *Euphorbia heterophylla*, e algumas doses do intervalo estudado proporcionaram efetiva atividade residual por períodos de até 30 dias, nas condições em que foi realizado este estudo.

Atividade residual das misturas de herbicidas

Diuron+prometryne

A atividade residual referente ao controle de *E. heterophylla* após a aplicação da associação de diuron e prometryne é apresentada na Tabela 3. Para aplicações realizada aos 30 DAS, foi observada atividade residual acima de 85% para esta associação nas duas maiores doses. Nas doses de 1,0+2,0 e 2,0+2,0 kg i.a. ha⁻¹ de diuron e prometryne, obteve-se respectivamente, 93,5 e 86,25% de controle (Tabela 3).

Tabela 3. Porcentagens de controle visual de *E. heterophylla* aos 28 DDS proporcionadas pelas misturas de diuron e prometryne para as aplicações realizadas aos 0, 10, 20 e 30 DAS. Maringá, PR – 2008/2009.

Herbicidas	Dose (Kg i.a.)	Controle visual aos 28 DDS (%)			
		0 DAS	10 DAS	20 DAS	30 DAS
Diuron + Prometryne	(0,500 + 0,500)	67,50(+)	40,00	22,50	59,25(+)
Diuron + Prometryne	(1,000 + 1,000)	85,50(+)	68,75(+)	45,00(+)	60,00(+)
Diuron + Prometryne	(0,500 + 0,250)	63,75(+)	58,75(+)	40,00(+)	56,25(+)
Diuron + Prometryne	(1,000 + 0,500)	66,25(+)	56,25(+)	58,75(+)	76,25(+)
Diuron + Prometryne	(2,000 + 1,000)	97,5 (+)	75,00(+)	92,50(+)	68,75(+)
Diuron + Prometryne	(0,250 + 0,500)	50,00(+)	56,25(+)	7,50	48,75(+)
Diuron + Prometryne	(0,500 + 1,000)	68,75(+)	58,75(+)	41,25(+)	53,75(+)
Diuron + Prometryne	(1,000 + 2,000)	91,25(+)	70,75(+)	73,25(+)	93,50(+)
Diuron + Prometryne	(2,000 + 2,000)	97,50(+)	77,50(+)	92,25(+)	86,25(+)
TEST	(0,00 + 0,00)	0,00	0,00	0,00	0,00
(DMS Dunett 5%)		23,32	45,52	32,61	37,7

* Médias seguidas de (+) são significativamente superiores à testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunett

Para a aplicação realizada aos 20 DAS foi verificado o controle efetivo do leiteiro (92,50% e 92,25%), para a associação de 2,0+1,0 kg i.a. ha⁻¹ e 2,0+2,0 kg i.a. ha⁻¹ de diuron e prometryne, respectivamente (Tabela 3).

Para aplicação realizada ao “0” DAS, resultados de controle visual eficientes foram verificados para as doses de 1,0+1,0 kg i.a. ha⁻¹ (85,5%), 2,0+1,0 kg i.a. ha⁻¹ (97,5%); 1,0+2,0 kg i.a. ha⁻¹ (91,25%) e 2,0+2,0 kg i.a. ha⁻¹ (97,5%) (Tabela 3).

Laca-Buendia (1985) empregando diuron a 1,6 kg i.a. ha⁻¹ aplicado pré-emergência em solo franco-siltoso com 1,75% de matéria orgânica, observou controles de 88,3% e 82,2% aos 30 e 45 DAA para *Cyperus* sp. na cultura do algodão. Dario et al. (1997) avaliaram a eficiência de diuron no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, em solo de textura arenosa. Verificaram que o diuron foi altamente eficiente (>90%) no controle de *Commelina virginica* e *Ipomoea quamoclit*, até 60 DAA, e de *Desmodium tortuosum*, *Digitaria horizontalis* e *Panicum maximum*, até 90 DAA.

Em resumo para controles superiores a 85% para aplicação realizada aos 30 DAS foram necessários no mínimo 1,0 kg ha⁻¹ de diuron e 2,0 kg i.a. ha⁻¹ de prometryne. Para aplicação aos 20 DAS, foram necessárias doses de no mínimo 2,0 kg i.a. ha⁻¹ de diuron e 1,0 kg i.a. ha⁻¹ de prometryne. Aos “0” DAS,

foi necessária aplicação de no mínimo 1,0 kg i.a. ha⁻¹ de diuron em associação com 1,0 kg i.a. ha⁻¹ de prometryne para obterem-se controles superiores a 85%. Controles superiores a 95% foram atingidos apenas para aplicação “0” DAS, com a associação de 2,0+1,0 kg i.a. ha⁻¹ e 2,0+2,0 kg i.a.ha⁻¹ de diuron+prometryne, respectivamente.

Diuron+Oxyfluorfen

Os melhores resultados de controle para aplicações aos 30 DAS foram de 86,50% e 89,50% para as doses de 1,0+0,288 e 2,0+0,288 kg i.a.ha⁻¹ de diuron+oxyfluorfen, respectivamente (Tabela 4). Nenhuma das combinações de doses atingiu controle maior ou igual a 80% quando aplicada aos 20 DAS.

Para a aplicação realizada aos 10 DAS foi verificado o controle efetivo do leiteiro com as combinações de 0,500+0,192; 1,000+0,288 e 2,000+0,288 kg i.a. ha⁻¹ de diuron+oxyfluorfen.

Tabela 4. Porcentagens de controle visual de *E. heterophylla* aos 28 DDS proporcionadas pelas misturas de diuron e oxyfluorfen para aplicações realizadas aos 0, 10, 20 e 30 DAS. Maringá, PR – 2008/2009 .

Herbicidas	Dose (Kg i.a.)	Controle visual aos 28 DDS (%)			
		0 DAS	10 DAS	20 DAS	30 DAS
Diuron + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,096)	71,25(+)	75,00(+)	26,25	47,50(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,192)	91,25(+)	66,25(+)	60,00(+)	41,25(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(0,500 + 0,096)	68,75(+)	59,50(+)	38,75(+)	57,50(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,144)	83,75(+)	74,50(+)	55,00(+)	63,75(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(0,250 + 0,096)	40,00(+)	65,50(+)	52,50(+)	16,25
Diuron + Oxyfluorfen	(0,500 + 0,192)	80,00(+)	81,25(+)	53,75(+)	50,00(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(1,000 + 0,288)	85,00(+)	85,00(+)	60,00(+)	86,50(+)
Diuron + Oxyfluorfen	(2,000 + 0,288)	95,00(+)	84,50(+)	77,75(+)	89,50(+)
TEST	(0,00 + 0,00)	0	0	0	0
(DMS Dunett 5%)		17,69	23,78	31,85	40,82

* Médias seguidas de (+) são significativamente superiores à testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunett

Para aplicação realizada a “0” DAS, resultados de controle visual eficientes de 91,25% e 95% de *E. heterophylla* foram verificados nas combinações de 1,0+0,192 e 2,0+0,288 kg i.a.ha⁻¹ desta associação (Tabela 4).

Observa-se que a consistência da atividade residual desta mistura visando o controle do leiteiro é maior quando se utiliza 0,288 kg i.a.ha⁻¹ de

oxyfluorfen com 1,0 ou 2,0 kg i.a.ha⁻¹ de diuron. Nesta mistura, o aumento da dose de oxyfluorfen promoveu maior consistência da atividade residual do que o aumento das doses de diuron, dentro da faixa de doses estudada (Tabela 4).

Cruz & Toledo (1982), estudando o efeito de misturas herbicidas em pré-emergência no controle de plantas daninhas em algodoeiro, em solo de textura areno-argilosa, com 2,4 % de matéria orgânica, constataram que nas condições de Mogi-Mirim, a mistura de alachlor+diuron (3,0+1,0 kg ha⁻¹), proporcionou controle eficiente por um período de 100 dias após a emergência. Cruz & Santos (1985) realizaram estudos em solo de textura argilosa sendo avaliada a mistura de diuron a 0,80 kg i.a. ha⁻¹ com metribuzin a 0,28 kg i.a. ha⁻¹ e constataram controles para dicotiledôneas de medianos a fracos até os 45 DAA na cultura do café.

Laca-Buendia (1985) estudando a mistura de diuron a 1,0 kg i.a. ha⁻¹ combinado com cyanazine a 1,0 kg i.a. ha⁻¹ aplicada em pré-emergência em solo semelhante a este com 1,75% de matéria orgânica, observou controles fracos a moderados de 73,6% e 70,5% aos 30 e 45 DAA para a dicotiledônea *Amaranthus* sp., na cultura do algodão.

Portanto, para obter controles superiores a 85% para aplicação realizada aos 30 DAS e aplicação aos 10 DAS, foram necessárias doses de no mínimo 1,0 kg i.a.ha⁻¹ de diuron em mistura com 0,288 kg i.a.ha⁻¹ de oxyfluorfen. Para aplicação realizada ao "0" DAS foram necessárias doses de no mínimo 1,0 kg i.a.ha⁻¹ de diuron com 0,144 kg i.a.ha⁻¹ de oxyfluorfen. Controle superior a 95% somente foi observado para aplicação ao "0" DAS com 2,0 kg i.a.ha⁻¹ de diuron em mistura com 0,288 kg i.a.ha⁻¹ de oxyfluorfen.

Prometryne+oxyfluorfen

Nenhuma das combinações de doses de prometryne+oxyfluorfen promoveu controle eficiente do leiteiro nas aplicações realizadas 20 ou 30 dias antes da semeadura. Para aplicações realizadas com menor intervalo de tempo até a semeadura da planta daninha, os melhores resultados de controle foram obtidos com doses de 1,0 a 2,0 kg i.a. ha⁻¹ de prometryne combinadas com 0,288 kg i.a. ha⁻¹ de oxyfluorfen ou de 1,0 com 0,192 kg i.a. ha⁻¹ (Tabela 5).

Tabela 5. Porcentagens de controle visual de *E. heterophylla* aos 28 DDS proporcionadas pelas misturas de prometryne e oxyfluorfen para as aplicações realizadas aos 0, 10, 20 e 30 DAS. Maringá, PR – 2008/2009.

Herbicidas	Dose (Kg i.a.)	Controle visual 28 aos DDS (%)			
		0 DAS	10 DAS	20 DAS	30 DAS
Prometryne + oxyfluorfen	(1,000 + 0,096)	62,50(+)	70,00(+)	57,50(+)	55,00(+)
Prometryne + oxyfluorfen	(1,000 + 0,192)	86,25(+)	81,25(+)	51,25(+)	55,00(+)
Prometryne + oxyfluorfen	(1,000 + 0,144)	66,25(+)	78,75(+)	58,75(+)	43,75(+)
Prometryne + oxyfluorfen	(0,500 + 0,192)	73,75(+)	78,75(+)	47,50(+)	50,00(+)
Prometryne + oxyfluorfen	(1,000 + 0,288)	95,00(+)	83,75(+)	78,75(+)	57,50(+)
Prometryne + oxyfluorfen	(2,000 + 0,288)	87,00(+)	76,75(+)	76,50(+)	61,25(+)
TEST	(0,00 + 0,00)	0	0	0	0
(DMS Dunett 5%)		16,10	21,49	22,35	31,52

* Médias seguidas de (+) são significativamente superiores à testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunett

Estudando a eficácia de prometryne aplicado em pré-emergência na dose de 1,25 kg i.a. ha⁻¹ e solo com 1,6% de matéria orgânica, Leiderman et al. (196) observaram controle eficiente de 82,45% para *Eleusine indica* e 70,6% para *Amaranthus viridis* aos 35 DAA. Evidenciando que dentro do intervalo de doses estudadas foi possível obter controle satisfatório das plantas daninhas até os 35 DAA (Leiderman et al. (1966).

Conclui-se que as misturas que proporcionaram controles superiores a 80% para aplicação realizada aos 10 DAS e “0” DAS foram com doses de no mínimo 1,0 kg i.a. ha⁻¹ de prometryne e 0,192 kg i.a.ha⁻¹ de oxyfluorfen. Controle de 95% foi observado para a associação de 1,0 kg i.a.ha⁻¹ de prometryne com 0,288 kg i.a. ha⁻¹ de oxyfluorfen apenas aos 0 DAS.

CONCLUSÃO

Conclui-se para as condições avaliadas, dentro da faixa de doses e para os períodos estudados que:

Para o diuron, doses de 1,1 kg i.a. ha⁻¹ apresentaram atividade residual por período de até 30 dias com controles efetivos do leiteiro (71 a 85%). Doses de 0,9 kg i.a.ha⁻¹ promoveram controles semelhantes por períodos de até 10 dias.

Acima de 85% de controle pode ser obtido com oxyfluorfen a 0,336 kg i.a.ha⁻¹ por períodos de até 10 dias e acima de 72% por até 20 dias . Com a dose de 0,288 kg i.a.ha⁻¹ obtém-se controle acima de 65% por períodos de até 10 dias.

Para o prometryne, a única dose que proporcionou atividade residual efetiva no controle do leiteiro (>83%) por até 20 dias e acima de 71% por até 30 dias foi a maior dose (2,050 kg i.a. ha⁻¹).

Para obter controle superior a 85% por período de 30 dias, foram necessários no mínimo 1,0+2,0 kg i.a.ha⁻¹ de diuron+prometryne. Para períodos de 20 dias foram necessárias doses de no mínimo 2,0+1,0 kg i.a.ha⁻¹ de diuron+prometyne.

Para proporcionar controles superiores a 85% nas aplicações realizadas aos 10 DAS e aos 30 DAS foram necessárias doses de no mínimo 1,0+0,288 kg i.a.ha⁻¹ de diuron+oxyfluorfen.

Para obter-se atividade residual (>80% de controle) de 10 dias, a associação prometryne+oxyfluorfen deve ser aplicada em dose mínima de 1,0+0,192 kg i.a. ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, D.M.P.; NOBREGA, L.B.; BELTRÃO, N.E.M. Seletividade e eficiência de misturas de herbicidas no controle de plantas daninhas em algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n.8, p.861-867, 1988.

BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. **Controle de plantas daninhas na cultura do Algodoeiro**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1994. 154p.

BEZUTTE, A.J.; CALEGARE, F.; ALVES, P.L.C.A.; PITELLI, R.A. Eficiência do herbicida oxyfluorfen, quando veiculado ao papel, no controle de algumas espécies daninhas. **Planta Daninha**, v.13,n.1, p.39-45, 1995.

CARVALHO, S.J.P.; BUISSA, J.A.R.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Suscetibilidade diferencial de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* aos herbicidas trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p. 541-548, 2006.

COSTA, E.A.D.; ROZANSKI, A.; CARVALHO, J.C. Eficiência e seletividade da nova formulação do herbicida Oxyfluorfen em culturas Brássicas. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, 2003, Recife. **Anais...** Recife: CBO, 2003, p.2.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; FAGLIARI, JR.; MARCHIORI JR., O. Eficácia do herbicida prometryne aplicado em pós-emergência para o controle de plantas daninhas na cultura do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Resumos...** Londrina: SBCPD/EMBRAPA Clima Temperado, 2002. p.480.

CULLINGTON, J.E.; WALKER, A. Rapid biodegradation of diuron and other phenylurea herbicides by a soil bacterium. **Soil Biol. Biochem.**, v.31, p.677-686, 1999.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Trifloxysulfuron-sodium nos sistemas de manejo de plantas daninhas na cultura do algodão: seletividade, eficácia, custos e rendimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002. p. 467.

CRUZ, L.S.P.; SANTOS, C.A.A. Comportamento do herbicida metribuzin, aplicado isolado e em mistura com outros herbicidas, no controle de plantas daninhas em cafeeiros novos por dois anos consecutivos. **Planta Daninha**, v. 9, n. 1, 1985.

DARIO, G.J.A.; VICENZO, M.C.; SILVA, M.S.F. Avaliação da eficiência do herbicida flazasulfuron no controle de plantas daninhas ocorrentes na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Revista Ecosystema.**, v.22, p.102-106, 1997.

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; BONNECARRÈRE, R.A.G.; MARTIN, T.N.; MANFRON, P.A.; CRESPO, P.E.N. Controle químico de plantas infestantes em pré e em pós-emergência da cultura de cana-de-açúcar. **Revista da FZVA**, v.12, p.14-24, 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Embrapa: Rio de Janeiro, 1999.

GRAHAM-BRYCE, I.G. The behavior of pesticides in soil. In: GREENLAND, D.L.; HAYES, M.H.B. (Ed.). **The chemistry of soil processes**. New York: J. Wiley, 1981. p.621-670.

INOUE, M.H.; OLIVEIRA JR., R.S.; REGITANO, J.B.; TORMENA, C.A.; CONSTANTIN, J. Sorption-desorption of atrazine and diuron in soils from southern Brazil. **J. Environ. Sci. Health, Part B**, v.41, n.3, p.605-621, 2006.

INOUE, M.H.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; ALONSO, D.G.; SANTANA, D.C. Lixiviação e degradação de diuron em dois solos de textura contrastante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, supl., p.631-638, 2008.

LACA-BUENDIA, J.P. Controle de plantas daninhas com Cyanazine, aplicado em mistura com outros herbicidas, na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Planta Daninha** V. 9, n. 1, 1985.

LEIDERMAN, L.; LOBATO, G.A.; SILVEIRA, R.I. Aplicação de herbicidas em algodão em três regiões do Estado de São Paulo. **O Biológico**, v.31, n.8, p.168-1975, 1965.

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

LUCHINI, L.C. **Adsorção-dessorção dos herbicidas paraquat, diuron e 2,4-D em seis solos brasileiros**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP, 1987. 91p. (Dissertação – Mestrado).

MARCHIORI JR., O.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. Efeito residual de isoxaflutole após diferentes períodos de seca. **Planta Daninha**, v.23, p.491-499, 2005.

MATALLO, M.B.; LUCHINI, L.C.; GOMES, M.A.F.; SPADOTTO, C.A.; CERDEIRA, A.L.; MARIN, G.C. Lixiviação dos herbicidas tebutiuron e diuron em colunas de solo. **Pesticidas. R. Ecotoxicol. Meio Amb.**, v.13, n.1, p.83-90, 2003.

MONQUERO, P.A. CHRISTOFFOLETI, P.J.; MATAS, J.A.; HEREDIA, A. Caracterização da superfície foliar e das ceras epicuticulares em *Commelina benghalensis*, *Ipomoea grandifolia* e *Amaranthus hybridus*. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.203-210, 2004.

MONQUERO, P.A.; BINHA, D.P.; AMARAL, L.R.; SILVA, P.V.; SILVA, A.C.; INACIO, E.M. Lixiviação de clomazone + ametryn, diuron + hexazinone e isoxaflutole em dois tipos de solo. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.685-691, 2008.

NETO, J.C.M.; MORAES, M.L.T. Controle de plantas daninhas na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) em solo anteriormente ocupado por vegetação de cerrado. **Planta Daninha**, v.9, n.1, p.1-11,1986.

PEREIRA, W.S.P. Herbicida em pré-emergência-Oxyfluorfen. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.12, p.45-60, set.1987.

PLIMMER, J.R.; Volatility. In: KEARNEU, P.C.; KAUFMAN, D.D. **Herbicides: chemistry, degradation and mode of action**. Vol.2, p.891-934, 1976

ROCHA, W.S.D. **Sorção de 2,4-D e diuron nos agregados organominerais de Latossolos em função dos conteúdos de matéria orgânica e de água**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2003. 75p. (Tese - Doutorado).

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**, 5.ed. Londrina, 2005.

ROSSI, C.V.S.; ALVES, P.L.C.A.; MARQUES JUNIOR, J. Mobilidade de sulfentrazone em latossolo vermelho e em chernossolo. **Planta Daninha**, v.23, n.4, p. 701-710, 2005.

SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, versão 7.0, Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1997.

SPURLOCK, F.; BIGGAR, J.W. Thermodynamics of organic chemical partition in soil: 2. Nonlinear partition of substituted phenylureas from aqueous solution. **Environ. Sci. Technol.**, v.28, p.996-1002, 1994.

TAKIZAWA, E. K. Manejo de plantas invasoras na cultura do algodão. In: FÓRUM MATO-GROSSENSE DA CULTURA DO ALGODOEIRO, 1, 2004, Cuiabá. **Anais...Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso**, 2004. p. 61-70.

TROIANO, J.; WEAVER D.; MARADE, J.; SPURLOCK, F.; PEPPLER, M. NORDMARK; C. BARTKOWIAK. Summary of well water sampling in califórnia to detect pesticide residues resulting from Nonpoint-Source applications. **Journal Environmental Quality**, v.30 p. 448-459, 2001.

VELINI, E.D. Comportamento de herbicidas no solo. In: Simpósio Nacional sobre Manejo de Plantas Daninhas em hortaliças, 1992, Botucatu. **Anais...Botucatu: 1992**. p.44-64.

YEN, J.H.; SHEU, W.S.; WANG, Y.S. Dissipation of the herbicide oxifluorfen in subtropical soils and its potential to contaminate groundwater. **Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.54, n.2, p.151-156, 2003.

ANEXOS

Anexo A .Porcentagens de controle (médias \pm desvio padrão) de *Euphorbia heterophylla* obtidos pela aplicação isolada de diuron, oxyfluorfen e prometryne aos 14 e 28 DAA (Capítulo I)

Herbicidas	Dose kg i.a. ha ⁻¹	% controle			% controle		
		14 DAA			28 DAA		
		Médias	\pm	Desvio padrão	Médias	\pm	Desvio padrão
Diuron	0,000	0,00	\pm	0,00	0,00	\pm	0,00
Diuron	0,250	6,25	\pm	9,46	0,00	\pm	0,00
Diuron	0,500	15,00	\pm	7,07	26,25	\pm	30,92
Diuron	1,000	87,00	\pm	12,49	94,00	\pm	9,38
Diuron	2,000	99,50	\pm	0,58	100,00	\pm	0,00
Oxyfluorfen	0,000	0,00	\pm	0,00	0,00	\pm	0,00
Oxyfluorfen	0,048	28,75	\pm	10,31	48,75	\pm	17,50
Oxyfluorfen	0,096	57,50	\pm	23,98	75,00	\pm	6,00
Oxyfluorfen	0,192	81,00	\pm	17,15	83,75	\pm	9,78
Oxyfluorfen	0,288	98,50	\pm	1,29	99,00	\pm	1,15
Prometryne	0,000	0,00	\pm	0,00	0,00	\pm	0,00
Prometryne	0,250	1,25	\pm	2,50	5,00	\pm	4,08
Prometryne	0,500	7,50	\pm	2,89	53,25	\pm	11,35
Prometryne	1,000	48,75	\pm	19,31	73,75	\pm	6,24
Prometryne	2,000	81,25	\pm	6,29	95,75	\pm	2,99

Anexo B . Modelo do cálculo dos GR₅₀, GR₈₀ e GR₉₅, pelo modelo inverso proposto por Seefeldt et. al., 1995, segundo Carvalho et al., 2005. (Capítulo I)

Diuron								
Variável	a	b	c	d	R²	GR 50	GR 80	GR 95
Controle (%) 14 DAA	2,8852	97,0167	0,7112	-5,4775	0,97	0,703776845	0,910718985	1,214991421
Controle (%) 28 DAA	0,0276	100,141	0,6041	-5,4548	0,92	0,60366686	0,777654526	1,030094649
Massa Seca (%)	4,7749	95,2517	0,6449	-5,4764	0,99	0,633126519	0,821190134	1,092658897
Oxyfluorfen								
Controle (%) 14 DAA	0,0255	120	0,1061	-1,4183	0,89	0,083640619	0,172850115	0,271711931
Controle (%) 28 DAA	0,0100	109,347	0,0559	-1,1996	0,94	0,048443575	0,128916268	0,270081648
Massa Seca (%)	0,1001	88,1811	0,0739	-3,3135	0,96	0,080054433	0,146469802	>0,288
Prometryne								
Controle (%) 14 DAA	0,3178	85,2954	0,9312	-3,8218	0,94	1,01595829	1,864279703	>2,00
Controle (%) 28 DAA	0,0130	91,1335	0,4822	-3,0572	0,96	0,513895463	0,918719663	>2,00
Massa Seca (%)	0,1000	96,4588	0,4529	-2,7287	0,98	0,464550319	0,806295928	2,041586934

Anexo C . Médias e desvio-padrão das porcentagens de controle de *Euphorbia heterophylla* obtidos após a aplicação de doses de diuron, oxyfluorfen e prometryne aos 28 DDS. (Capítulo II)

% de Controle aos 28 DDS											
Doses Diuron (kg ha ⁻¹)	Médias	±	Desvio Padrão	Doses Oxyfluorfen (kg ha ⁻¹)	Médias	±	Desvio Padrão	Doses Prometryne (kg ha ⁻¹)	Médias	±	Desvio Padrão
0 DAS											
0,000	0,00	±	0,00	0,000	0,00	±	0,00	0,000	0,00	±	0,00
0,700	11,05	±	0,86	0,096	15,82	±	2,12	0,550	11,05	±	0,86
0,800	57,37	±	7,01	0,144	40,82	±	2,2	0,800	51,58	±	3,1
0,900	77,89	±	6,57	0,288	82,4	±	2,26	1,050	77,89	±	3,14
1,100	85,53	±	4,79	0,336	86,52	±	5,85	2,050	86,32	±	3,1
10 DAS											
0,000	0,00	±	0,00	0,000	0,00	±	0,00	0,000	0,00	±	0,00
0,700	4,21	±	3,89	0,096	11,99	±	2,55	0,550	4,21	±	3,89
0,800	40,53	±	5,33	0,144	23,98	±	2,7	0,800	40,53	±	5,33
0,900	67,11	±	6,71	0,288	65,33	±	2,6	1,050	64,47	±	2,85
1,100	85,26	±	5,04	0,336	84,44	±	2,95	2,050	85,53	±	5,04
20 DAS											
0,000	0,00	±	0,00	0,000	0,00	±	0,00	0,000	0,00	±	0,00
0,700	11,58	±	6,22	0,096	13,27	±	3,23	0,550	8,16	±	6,22
0,800	30,53	±	5,18	0,144	21,68	±	0,98	0,800	12,37	±	2,9
0,900	41,05	±	3,1	0,288	47,19	±	2,68	1,050	41,05	±	2,79
1,100	84,74	±	4,58	0,336	72,19	±	1,74	2,050	83,42	±	4,58
30 DAS											
0,000	0,00	±	0,00	0,000	0,00	±	0,00	0,000	0,00	±	0,00
0,700	8,16	±	3,54	0,096	13,27	±	3,44	0,550	11,58	±	3,54
0,800	9,74	±	5,23	0,144	22,45	±	4,17	0,800	20,53	±	5,23
0,900	23,16	±	2,72	0,288	37,76	±	3,00	1,050	30,53	±	2,72
1,100	71,32	±	4,67	0,336	69,64	±	2,55	2,050	71,32	±	3,48

Anexo D. Médias e desvio-padrão das porcentagens de controle de *Euphorbia heterophylla* obtidos após a aplicação das misturas de doses de diuron, oxyfluorfen e prometryne aos 28 DDS (Capítulo II).

% de Controle aos 28 DDS											
Doses (kg ha ⁻¹)	Médias	±	Desvio Padrão	Doses (kg ha ⁻¹)	Médias	±	Desvio Padrão	Doses (kg ha ⁻¹) Médias ± Desvio Padrão			
Diuron+Prometryne			Diuron+oxyfluorfen			0 DAS			Prometryne+oxyfluorfen		
0+0	0,00	±	0,00	0+0	0,0	±	0,00	0+0	0,00	±	0,00
(0,500+0,500)	67,50	±	16,58	(1,000+0,096)	71,3	±	10,31	(1,000+0,096)	95,50	±	4,04
(1,000+1,000)	85,50	±	15,20	(1,000+0,192)	91,3	±	2,50	(1,000+0,192)	92,25	±	6,08
(0,500+0,250)	63,75	±	2,50	(0,500+0,096)	68,8	±	18,87	(1,000+0,144)	90,00	±	0,00
(1,000+0,500)	66,25	±	13,77	(1,000+0,144)	83,8	±	8,54	(0,500+0,192)	98,25	±	2,36
(2,000+1,000)	97,50	±	5,00	(0,250+0,096)	40,0	±	7,07	(1,000+0,288)	91,25	±	2,50
(0,250+0,500)	50,00	±	9,13	(0,500+0,192)	80,0	±	10,80	(2,000+0,288)	98,75	±	2,50
(0,500+1,000)	68,75	±	16,01	(1,000+0,288)	85,0	±	5,77				
(1,000+2,000)	91,25	±	11,81	(2,000+0,288)	95,0	±	5,77				
(2,000+2,000)	97,50	±	5,00								
Diuron+Prometryne			Diuron+oxyfluorfen			10 DAS			Prometryne+oxyfluorfen		
0+0	0	±	0,00	0+0	0,00	±	0,00	0+0	0,00	±	0,00
(0,500+0,500)	40	±	21,21	(1,000+0,096)	75,00	±	17,80	(1,000+0,096)	83,75	±	4,79
(1,000+1,000)	68,75	±	17,02	(1,000+0,192)	66,25	±	2,50	(1,000+0,192)	86,25	±	6,29
(0,500+0,250)	58,75	±	8,54	(0,500+0,096)	59,50	±	13,82	(1,000+0,144)	83,75	±	4,79
(1,000+0,500)	56,25	±	2,50	(1,000+0,144)	74,50	±	15,63	(0,500+0,192)	96,25	±	2,50
(2,000+1,000)	75	±	43,59	(0,250+0,096)	65,50	±	11,73	(1,000+0,288)	96,25	±	2,50
(0,250+0,500)	56,25	±	13,77	(0,500+0,192)	81,25	±	6,29	(2,000+0,288)	97,50	±	1,73
(0,500+1,000)	58,75	±	31,19	(1,000+0,288)	85,00	±	16,83				
(1,000+2,000)	70,75	±	7,89	(2,000+0,288)	84,50	±	15,20				
(2,000+2,000)	77,5	±	17,08								

Continuação Anexo D.

% de Controle aos 28 DDS											
Doses (kg ha ⁻¹)			Desvio Padrão			Doses (kg ha ⁻¹)			Desvio Padrão		
Médias	±	Padrão	Médias	±	Padrão	Médias	±	Padrão	Médias	±	Desvio Padrão
Diuron+Prometryne			Diuron+oxyfluorfen			20 DAS			Prometryne+oxyfluorfen		
0+0	0,00	±	0,00	0+0	0,00	±	0,00	0+0	0,00	±	0,00
(0,500+0,500)	22,50	±	25,00	(1,000+0,096)	26,25	±	22,87	(1,000+0,096)	82,00	±	20,07
(1,000+1,000)	45,00	±	14,72	(1,000+0,192)	60,00	±	17,80	(1,000+0,192)	88,50	±	12,87
(0,500+0,250)	40,00	±	26,46	(0,500+0,096)	38,75	±	6,29	(1,000+0,144)	94,75	±	5,50
(1,000+0,500)	58,75	±	4,79	(1,000+0,144)	55,00	±	10,80	(0,500+0,192)	97,25	±	4,86
(2,000+1,000)	92,50	±	8,66	(0,250+0,096)	52,50	±	27,84	(1,000+0,288)	97,50	±	5,00
(0,250+0,500)	7,50	±	5,00	(0,500+0,192)	53,75	±	11,09	(2,000+0,288)	99,50	±	1,00
(0,500+1,000)	41,25	±	23,94	(1,000+0,288)	60,00	±	9,13				
(1,000+2,000)	73,25	±	26,09	(2,000+0,288)	77,75	±	12,39				
(2,000+2,000)	92,25	±	9,32								
Diuron+Prometryne			Diuron+oxyfluorfen			30 DAS			Prometryne+oxyfluorfen		
0+0	0,00	±	0,00	0+0	0,00	±	0,00	0+0	0,00	±	0,00
(0,500+0,500)	59,25	±	9,60	(1,000+0,096)	47,50	±	34,28	(1,000+0,096)	98,50	±	2,38
(1,000+1,000)	60,00	±	27,39	(1,000+0,192)	41,25	±	24,28	(1,000+0,192)	87,50	±	9,57
(0,500+0,250)	56,25	±	30,10	(0,500+0,096)	57,50	±	22,17	(1,000+0,144)	95,00	±	7,07
(1,000+0,500)	76,25	±	27,50	(1,000+0,144)	63,75	±	22,50	(0,500+0,192)	83,75	±	9,46
(2,000+1,000)	68,75	±	15,48	(0,250+0,096)	16,25	±	2,50	(1,000+0,288)	99,00	±	1,15
(0,250+0,500)	48,75	±	4,79	(0,500+0,192)	50,00	±	21,21	(2,000+0,288)	96,50	±	4,43
(0,500+1,000)	53,75	±	11,81	(1,000+0,288)	86,50	±	5,74				
(1,000+2,000)	93,50	±	12,34	(2,000+0,288)	89,50	±	9,00				
(2,000+2,000)	86,25	±	12,50								

Anexo E. Resumo da análise de variância referente ao controle visual de *E. heterophylla* aos 28 DDS, proporcionados pela aplicação de diuron, oxyfluorfen e prometryne aos 0, 10, 20 e 30 DAS (Capítulo II).

F.V.	G.L.	QM Resíduo			
		0 DAS	10 DAS	20 DAS	30 DAS
Herb(H)	2	696,8155*	878,02*	5851,95*	282,92*
Dose/Herb	12	4339,52*	3588,39*	1976,30*	2256,46*
Dose/Diuron	4	2926,87*	4955,80*	2933,83*	2348,12*
Dose/Oxyfluorfen	4	5064,87*	3010,63*	2565,70*	2060,62*
Dose/Prometryne	4	5026,82*	2798,75*	429,38*	2360,62*
Rep	3	102,76	94,09	481,93	544,86
Resíduo	42	178,87	181,40	163,43	293,97
Total	59				

* significativo no nível de 5% de probabilidade