

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

**SELETIVIDADE DO ALACHLOR AO ALGODOEIRO:
EFEITO DE FATORES AGRONÔMICOS E AMBIENTAIS**

MARLUCE FRANCISCA HRYCYK

CUIABÁ - MT

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

**SELETIVIDADE DO ALACHLOR AO ALGODOEIRO:
EFEITO DE FATORES AGRONÔMICOS E AMBIENTAIS**

MARLUCE FRANCISCA HRYCYK

Bióloga

Orientador: Prof. Dr. SEBASTIÃO CARNEIRO GUIMARÃES

Dissertação apresentada à Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade Federal de Mato Grosso, para
obtenção do título de Mestre em Agricultura
Tropical.

CUIABÁ - MT

2006

H87318s

Hrycyk, Marluce Francisca.

Seletividade do alachlor ao algodoeiro: efeitos de fatores agronômicos e ambientais. / Marluce Francisca Hrycyk. – Cuiabá: a autora, 2006.

55 fls.

Orientador: Profº Dr. Sebastião Carneiro Guimarães.

Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato

Grosso.

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Campus Cuiabá.

1. Agricultura. 2. Praga. 3. Cultura. 4. Pesticida. 5. Fitotoxicidade.

6. Herbicida. 7. Cotonicultura. 8. Algodoeiro. I. Título.

CDU 632.95.02:582.796

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: SELETIVIDADE DO ALACHLOR AO ALGODOEIRO: EFEITO DE
FATORES AGRONÔMICOS E AMBIENTAIS

Autora: MARLUCE FRANCISCA HRYCYK

Orientador: Dr. SEBASTIÃO CARNEIRO GUIMARÃES

Aprovada em: 14 de Setembro de 2006.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Sebastião Carneiro
Guimarães
(FAMEV/UFMT) (Orientador)

Prof^a. Dr^a. Elisabeth Aparecida
Furtado de Mendonça
(FAMEV/UFMT)

Prof. Dr. Márcio do Nascimento
Ferreira
(FAMEV/UFMT)

Prof. Dr. Anderson Luis Cavenaghi
(GPACAB UNIVAG)

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Sebastião Carneiro Guimarães pela constante paciência e orientação, imprescindíveis para a realização deste trabalho, e principalmente por acreditar em mim.

A Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso pelo auxílio financeiro através da concessão da licença para qualificação profissional.

Aos colegas de trabalho da Escola Estadual Ouro Verde, especialmente os diretores José Afonso Sardinha e Elio Luiz Egewarth pela compreensão.

A Universidade Federal de Mato Grosso pela oportunidade de cursar a Pós-graduação.

A técnica do Laboratório de Análise de Sementes da FAMEV/UFMT, Sidnéia Fiori Caldeira, pela intensa colaboração.

Aos bolsistas de graduação pela contribuição prestada para a realização deste trabalho, em especial ao Ademir da Costa Júnior, João Vitor, Gustavo Alexandre Morais Pereira e Fabio Gimenez.

Ao meu esposo Márcio Hrycyk e minha filha Najila Hrycyk pelo apoio e carinho.

Aos meus sogros, Maria do Carmo Hrycyk e Emilio Hrycyk pelos cuidados incondicionais à minha filha.

Aos colegas e amigos da Pós-graduação, pelo incentivo e amizade.

DEDICO

Aos meus pais, Maria Alcida de Araújo Carmo e Pedro Francisco do Carmo,
com todo amor e carinho.

SELETIVIDADE DO ALACHLOR AO ALGODOEIRO: EFEITO DE FATORES AGRONÔMICOS E AMBIENTAIS

RESUMO – O herbicida alachlor é recomendado para uso em pré-emergência em diferentes culturas, entre as quais, o algodoeiro na dosagem de 2,40 a 3,36 kg ha⁻¹. No entanto, os cotonicultores, receosos de fitotoxicidade, utilizam em média 1,68 kg ha⁻¹, o que oferece baixo residual. Com o objetivo de estudar a possibilidade do uso seguro de doses mais elevadas de alachlor, do que aquelas utilizadas pelos agricultores, foi realizada essa pesquisa, avaliando a seletividade do alachlor ao algodoeiro em função da profundidade da semeadura e da irrigação, em vasos com solo, e da temperatura e umidade em caixas plásticas com areia. Dois experimentos em vasos foram conduzidos no Viveiro experimental, e um em caixas gerbox no Laboratório de Análise de Sementes, ambos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UFMT. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. No primeiro ensaio foram estudadas as temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C combinadas com 40, 60 e 80% de umidade, com alachlor na dose de 96 µg kg⁻¹ e sem alachlor em areia. A avaliação foi aos 10 dias, e o herbicida reduziu características da parte aérea e do sistema radicular, sendo que as raízes foi o órgão mais sensível, com significativa redução nas raízes secundárias. Essa ação se manifestou reduzindo ou anulando as respostas das plantas às variações de temperatura e umidade. Os tratamentos do segundo estudo constaram da combinação de três doses de alachlor (0, 2,40 e 3,36 kg ha⁻¹) e três profundidade de semeadura (1, 3 e 5 cm), e foram avaliados a altura de planta, a área da maior folha, o número de plantas por vaso e a matéria fresca e seca das raízes e da parte aérea. À exceção da relação entre a matéria fresca e seca das raízes, o alachlor não reduziu nenhuma das características avaliadas, e esse comportamento foi independente da profundidade de semeadura. Esses resultados não permitiram testar a hipótese de que a seletividade do alachlor ao algodoeiro é dependente da

profundidade de semeadura. A semeadura em maior profundidade retardou a emergência das plântulas, e reduziu a altura de planta e a área da maior folha aos 10 dias. No terceiro ensaio foram estudadas duas doses de alachlor (0 e 2,88 kg ha⁻¹) combinadas com três níveis de irrigação (23, 34 e 45 mm) após a aplicação desse herbicida, sendo avaliadas, aos 21 dias, a altura de planta, a área da maior folha, o diâmetro do caule e a matéria fresca e seca da parte aérea e das raízes. Nesse ensaio o alachlor reduziu todas as variáveis medidas na parte aérea das plantas do algodoeiro, mas esse efeito, de modo geral, foi de baixa intensidade e ocorreu de maneira semelhante para os diferentes níveis de irrigação. A ausência de interação não corrobora com a premissa de que maiores níveis de água aumenta a lixiviação do alachlor e sua fitotoxicidade ao algodoeiro. Independente do alachlor, maiores níveis de irrigação (34 e 45 mm) causaram redução na matéria fresca e seca das raízes.

Palavras-chaves: profundidade de semeadura, irrigação, fitotoxicidade, temperatura e umidade.

ABSTRACT

ALACHLOR SELECTIVITY TO COTTON: EFFECT OF AGRONOMIC AND ENVIRONMENTAL FACTORS

ABSTRACT - The herbicide alachlor is recommended to be used preemergence in different crops, including cotton at a rate of 2.40 to 3.36 kg ha⁻¹. However, fearing phytotoxic consequences, cotton growers use 1.68 kg ha⁻¹ on average, which provides a low residual effect. In order to study whether it is feasible to safely use alachlor rates higher than those used by growers, this research was conducted to evaluate alachlor selectivity to cotton as a function of seeding depth and irrigation in pots containing soil, as well as temperature and moisture in plastic boxes containing sand. Two potted experiments were conducted at the university's experimental Nursery, in addition to one gerbox (germination box) experiment carried out at the Seed Analysis Laboratory; both facilities are part of UFMT's *Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária*. A completely randomized design was used, with four replicates. Temperatures of 20, 25, 30, and 35°C, combined with moisture percentages of 40, 60, and 80% were studied in the first assay, using alachlor at a rate of 96 µg kg⁻¹ or without alachlor, in sand. The assay was evaluated after 10 days, and the herbicide caused reductions in above-ground-part and root-system traits. The root was the most sensitive structure, with a significant reduction in secondary roots. This action was manifested in the form of a reduction or cancellation of the plants responses to temperature and moisture variations. The treatments in the second study consisted of combinations of three alachlor rates (0, 2.40, and 3.36 kg ha⁻¹) and three seeding depths (1, 3, and 5 cm). Evaluations included plant height, area of the largest leaf, number of plants per pot, and green and dry matter of roots and the above-ground part. Except for the relation between green and dry matter of roots, alachlor did not have a reducing effect on any of the

characteristics evaluated, regardless of seeding depth. These results did not allow the hypothesis to be tested that alachlor selectivity to cotton is seeding depth-dependent. Seeding at greater depth delayed plantlet emergence and reduced plant height and area of the largest leaf at 10 days. In the third assay, two alachlor rates (0 and 2.88 kg ha⁻¹), combined with three irrigation levels (23, 34, and 45 mm), were studied after application of the herbicide. Plant height, area of the largest leaf, stem diameter, and green and dry matter of the above-ground part and roots were evaluated at 21 days. In this assay, alachlor reduced all variables measured in the above-ground part of the cotton plants, but this effect, in general, had low intensity and occurred in a similar manner for the various irrigation levels. This lack of interaction does not support the assumption that higher water levels increase alachlor leaching and phytotoxicity to cotton. Regardless of alachlor, higher irrigation levels (34 and 45 mm) caused reductions in green and dry matter of roots.

Keywords: seeding depth, irrigation, phytotoxicity, temperature, and moisture

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 A Cultura do Algodoeiro	14
2.1.1 Importância econômica do algodoeiro	14
2.1.2 Germinação e crescimento inicial do algodoeiro.....	15
2.2 Manejo de Plantas Daninhas	17
2.2.1 Interferência de plantas daninhas no algodoeiro	17
2.2.2 Métodos de manejo de plantas daninhas	19
2.3 O Herbicida Alachlor	22
2.3.1 Características gerais	22
2.3.2 Fatores que controlam a seletividade	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Experimento 1 - Crescimento de plântulas do algodoeiro, em função do herbicida alachlor e da temperatura e umidade do substrato.	28
3.2 Experimento 2: Crescimento inicial do algodoeiro em função da profundidade de semeadura e de doses do herbicida alachlor.....	29
3.3 Experimento 3: Crescimento inicial do algodoeiro em função do herbicida alachlor e de três níveis de irrigação após sua aplicação.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Experimento 1: Crescimento de plântulas do algodoeiro, em função do herbicida alachlor e da temperatura e umidade do substrato.	33
4.2 Experimento 2: Crescimento inicial do algodoeiro em função da profundidade de semeadura e de doses do herbicida alachlor.....	38
4.3 Experimento 3: Crescimento inicial do algodoeiro em função do herbicida alachlor em três níveis de irrigação após sua aplicação.....	45
CONCLUSÕES.....	50
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os sete países que mais produzem algodão, sendo atualmente grande exportador dessa fibra com área plantada na safra 2004/2005 de 1.179,4 mil ha e produtividade em torno de 2.906 kg ha⁻¹ (Conab, 2006).

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

A convivência da lavoura com as plantas daninhas, durante todo o ciclo, pode acarretar perdas de até 95% no rendimento de fibra. Para a obtenção do rendimento máximo, a cultura deve ser mantida livre das plantas daninhas durante o período crítico de prevenção da interferência, mas o controle no final do ciclo é necessário para garantir a qualidade da colheita e das fibras.

Dentre as práticas de manejo de plantas daninhas, o controle químico tem sido o mais utilizado em grandes áreas de plantio, principalmente por ser um método rápido e eficiente. O emprego de herbicidas em grande escala na agricultura se deu com a descoberta dos produtos seletivos, caracterizados pela ação sobre as plantas daninhas e ausência de toxicidade à planta cultivada. Entretanto, as opções de herbicidas seletivos

para a cultura do algodoeiro são limitadas, o que leva os cotonicultores a utilizarem produtos com seletividade marginal, com riscos de causar danos à cultura, ou obter controle deficiente das plantas daninhas pelo uso de subdoses.

O herbicida alachlor está registrado no Brasil para uso em várias culturas, com ação de controle sobre gramíneas e algumas dicotiledôneas como a trapoeraba, mas sua eficiência no algodoeiro tem sido reduzida pelo uso de doses abaixo das recomendadas, pelo risco de toxicidade que apresenta para essa cultura.

Como a seletividade de um tratamento herbicida decorre de complexa interação entre o herbicida, a planta e o ambiente, o conhecimento dos fatores que regulam essa seletividade pode melhorar a eficiência no uso dessas substâncias, tanto no controle das plantas daninhas quanto na segurança para as culturas.

Este trabalho teve por objetivo conhecer o controle de fatores agronômicos e ambientais sobre a seletividade do alachlor ao algodoeiro, tendo sido estudados o efeito da temperatura e umidade durante o estabelecimento das plântulas, da profundidade de semeadura e da simulação de chuvas após a aplicação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Cultura do Algodoeiro

2.1.1 Importância econômica do algodoeiro

A espécie *Gossypium hirsutum* está entre as quatro mais cultivadas no mundo para produção de fibras, responsável por mais de 90% da produção mundial (Cia et al., 1999). A cultura está distribuída em mais de setenta países e em várias regiões do globo terrestre (Echer, 2005).

Em meados do século XVIII, a partir da Revolução Industrial, o algodão obteve status no mercado mundial, sendo transformado na principal fibra têxtil e no mais importante produto das Américas (Passos, 1977). Além da fibra são explorados economicamente seus subprodutos como o línter, a casca e a amêndoa, com diversas utilidades na indústria.

No Brasil, a área plantada na safra 2004/2005 foi de 1.179,4 mil ha, com produção de 3.408,6 milhões t e produtividade média de 2.906 kg ha⁻¹ (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2006).

A região Centro-Oeste, na safra 2004/2005, foi responsável por 65% da produção total brasileira, e o estado de Mato Grosso, nesse período plantou 438,4 mil ha, com produtividade de 3.420 kg ha⁻¹, contribuindo para elevar o país à condição de grande exportador de fibra (CONAB, 2006).

A maior parte da área cultivada com algodoeiro em Mato Grosso constitui-se por lavouras de grande extensão, geridas por empresas agrícolas, com alto uso de insumos e custo de produção elevado.

2.1.2 Germinação e crescimento inicial do algodoeiro

O algodoeiro é uma dicotiledônea da família Malvaceæ, ordem Malvales, gênero *Gossypium*. É uma planta anual com metabolismo tipo C3, com baixa eficiência transpiratória, elevada taxa de fotorespiração e hábito de crescimento indeterminado (Beltrão, 2004). As plantas com metabolismo tipo C3 se caracterizam por ser menos eficiente na fixação do CO₂ do que as plantas tipo C4 (Van Soest, 1994).

O ciclo fenológico do algodoeiro pode ser dividido em cinco fases: a primeira, que vai da sementeira à emergência, é a fase em que ocorre a embebição, germinação, emergência e estabelecimento das plântulas e dura em média de quatro a 10 dias; a segunda fase vai da sementeira ao aparecimento do primeiro botão floral, que geralmente acontece aos 30 dias; a terceira fase caracteriza-se pelo aparecimento da primeira flor, que pode ocorrer entre 45 e 60 dias; a quarta fase inicia com a abertura do primeiro capulho, entre 90 e 120 dias, e a quinta fase, entre a abertura do primeiro capulho à colheita, quando as maçãs estão abertas, ocorrendo em média entre 120 e 180 dias (Rosolem, 2001; Souza et al., 2001).

A fase vegetativa inicia com a emergência da plântula e termina com a formação dos primeiros ramos frutíferos. O sistema radicular se desenvolve bem até os 60 dias da emergência, e a partir daí entra em declínio porque a planta transfere mais carboidratos para o desenvolvimento das estruturas reprodutivas. Contudo, o número de dias para o desenvolvimento vegetativo e do sistema radicular é variável, principalmente em função da temperatura, podendo ser retardado ou paralisado quando essa atinge valores extremos.

A semente do algodoeiro é ovóide, de cor parda castanho, levemente pontuda (a micrópila) num extremo e, no outro, arredondada (a chalaza). É formada pelo tegumento e embrião, este constituído pelo eixo embrionário e

por dois cotilédones bem desenvolvidos. O eixo embrionário é composto pela radícula, hipocótilo e epicótilo, esse insuficientemente desenvolvido (Oosterhuis, 1999; Ritchie, 2006).

A germinação da semente é favorecida pelo alto teor de oxigênio no solo, adequada umidade e temperatura. O primeiro evento do processo de germinação é a embebição, durante o qual a semente absorve água e oxigênio, ocorre a hidratação dos tecidos e ativação enzimática. A chalaza é o local de absorção de água e oxigênio durante a germinação. A semente ou embrião aumenta de volume, o que causa a ruptura do tegumento e, sob condições favoráveis, em dois ou três dias a radícula emerge (Figura 1) através da micrópila, tornando-se a raiz primária (Oosterhuis, 1999). Com a contínua expansão do hipocótilo, os cotilédones são lançados acima da superfície do solo, com a parte aérea envolta nos cotilédones, denominada de germinação epígea (Carvalho e Nakagawa, 2000). Normalmente, a emergência das plântulas se dá entre quatro a 14 dias após a semeadura.

No processo de desenvolvimento e estabelecimento da plântula do algodoeiro, esta sofre interferência de diversos fatores climáticos, como o estresse anoxítico do meio edáfico, sendo que os danos causados à planta são dependentes da duração do estresse e do estágio de desenvolvimento das plantas (Beltrão et al., 1997). A germinação também pode ser prejudicada pela acidez e presença de alumínio no solo.

A temperatura é decisiva durante a germinação, tendo maior efeito na velocidade de embebição do que a própria água onde, a 37,8°C, a semente chegaria a 60% de umidade em aproximadamente 8 horas, enquanto a 15,5°C a mesma umidade somente seria atingida em aproximadamente 28 horas (Rosolem, 2001). No desenvolvimento embrionário da semente, a temperatura do solo considerada ótima deve estar entre 25°C e 30°C (Beltrão e Souza, 2001).

O algodoeiro apresenta raiz pivotante que pode alcançar até 2 m de comprimento (Souza e Beltrão, 1999) e, no momento em que o hipocótilo emerge do solo ela pode estar com 25 cm ou mais e pode crescer de 1,2 a 5,0 cm por dia, se não houver impedimento, como a compactação do solo.

Quando a parte aérea tiver aproximadamente 35 cm de altura, a raiz deverá estar a 90 cm de profundidade (McMichael, 1990).

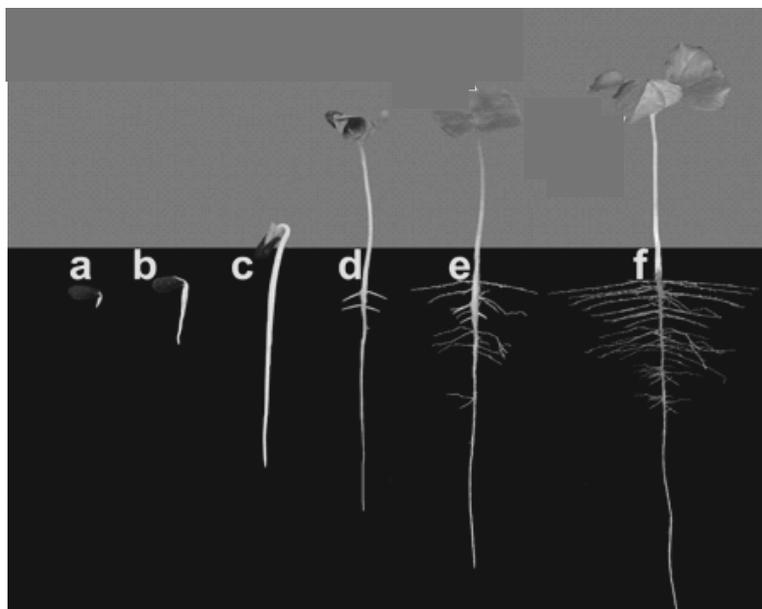


FIGURA 1. Germinação inicial, crescimento radicular e desenvolvimento da plântula de algodoeiro (Fonte: Ritchie, 2006).

A primeira folha verdadeira aparece depois de sete dias do estabelecimento das plântulas (Ritchie, 2006). O estágio de três e cinco folhas verdadeiras é atingido, em média, com 17,1 e 22,8 dias, respectivamente (Warrick, 2006).

2.2 Manejo de Plantas Daninhas

2.2.1 Interferência de plantas daninhas no algodoeiro

As plantas são consideradas daninhas quando elas nascem e se desenvolvem em local não desejado. O manejo dessas espécies na cultura do algodoeiro é de extrema importância para evitar a redução na produtividade e manter a qualidade da fibra no momento da colheita (Beltrão, 2004).

As plantas daninhas interferem na cultura do algodoeiro de forma direta, por meio da competição, alelopatia e comprometimento da execução

de práticas culturais, e de forma indireta como hospedeira de pragas, doenças e nematóides (Pitelli e Pitelli, 2004).

O fenômeno em que as plantas liberam no ambiente substâncias que são tóxicas para outras plantas, denomina-se alelopatia. A inibição química é exercida sobre a germinação das sementes e ou desenvolvimento das plantas, por um grupo de substâncias que são secretadas tanto pela parte aérea como pela parte subterrânea das plantas, como folhas, flores, frutos, raízes, rizomas e sementes, ou são liberadas por material vegetal em decomposição (Radosevich et al., 1997; Lorenzi, 2006).

Os recursos passíveis de competição são a água, luz, nutrientes e espaço físico, fatores esses exigidos tanto pelo algodoeiro quanto pelas plantas daninhas. Assim, se essas espécies não forem controladas, estabelece-se um processo competitivo que prejudica o rendimento da cultura e a qualidade do produto colhido (Melhorança e Beltrão, 2001). Em geral, elas apresentam algumas características que as identificam como daninhas, e lhes conferem agressividade: habilidade competitiva; eficiência reprodutiva por meio de sementes, órgãos vegetativos ou ambos numa mesma espécie; habilidade de dispersão; viabilidade dos propágulos em condições desfavoráveis e desuniformidade do processo germinativo (Oliveira Jr. e Constantin, 2001).

Na cotonicultura, a convivência entre as plantas daninhas e o algodoeiro, na fase inicial e juvenil de desenvolvimento, causa significativa redução na produtividade, a qual é denominada de período crítico de prevenção da interferência. Este pode variar com a espécie, densidade e distribuição das plantas daninhas; densidade populacional, arranjo das plantas e configuração de plantio da cultura; precipitação pluvial; temperatura do ar; tipo do solo; condições de cultivo e ciclo da cultivar (Beltrão, 2004). No algodoeiro, o período crítico tem ocorrido dentro do intervalo entre 15 e 60 dias da emergência das plantas (Pitelli, 1985; Deuber, 1999; Melhorança e Beltrão, 2001), e em condições irrigadas varia da emergência até 60 a 80 dias, de acordo com o ciclo da cultivar (EMBRAPA, 2003). Quando não controladas, as plantas daninhas podem causar

reduções superiores a 90% na produtividade do algodoeiro, além de dificultar a operação de colheita e contaminar a fibra (Beltrão, 2004).

2.2.2 Métodos de manejo de plantas daninhas

Existem vários métodos de manejo de plantas daninhas passíveis de serem empregados na cultura do algodoeiro, sendo que, de modo geral, mais de um deles é utilizado conjuntamente. A escolha de qual utilizar depende de uma série de fatores, entre os quais o tamanho da propriedade, equipamentos disponíveis, custo e disponibilidade de mão-de-obra e preços dos herbicidas (Beltrão, 2004).

Manejo mecânico

O controle mecânico das plantas daninhas pode ser feito por meio do arranquio manual, da capina manual e do cultivo mecanizado com tração animal ou tratorizada.

O arranquio manual é a forma mais antiga usada pelo homem para eliminar essas espécies, sendo eficiente, embora lento e de difícil execução (Oliveira Jr. e Constantin, 2001). A capina manual, realizada com enxadas, apresenta rendimento de médio a baixo e custo elevado, sendo viável para pequenas lavouras. Também é utilizado como complemento ao método químico em grandes áreas (Takizawa, 2004; Deuber, 2003). O cultivo mecanizado traz como vantagens a melhoria no rendimento operacional, podendo ser utilizado em áreas maiores, principalmente com o uso de tratores, mas não controla as plantas daninhas nas linhas de plantio. As práticas de controle mecânico devem ser realizadas com cuidado, evitando-se atingir o sistema radicular do algodoeiro, o qual normalmente concentra-se nos primeiros 15 cm do solo (Beltrão, 2004).

Manejo cultural

O controle cultural consiste em utilizar qualquer condição ambiental ou procedimento que promova o crescimento da cultura, tendendo a diminuir os efeitos danosos das plantas daninhas (Rizzardi et al., 2004). Contempla diversos aspectos como o manejo na entressafra, rotação de culturas, cobertura morta, uso de cultivares competitivas e adaptadas para o local, preparo adequado do solo, época ideal de semeadura, sementes com germinação e vigor elevados, populações adequadas envolvendo espaçamento, configuração e densidade de semeadura considerando as características do solo e do clima (Melhorança e Beltrão, 2001; EMBRAPA, 2003).

Manejo biológico

Utiliza inimigos naturais, por meio da ação de parasitas, patógenos ou predadores (bactérias, fungos, vírus, vegetais e animais) com a finalidade de reduzir a população de plantas daninhas em nível economicamente satisfatório (Rizzardi et al., 2004).

Há diversos programas de pesquisas nessa área que se apóia na seleção das espécies de plantas infestantes, identificação dos inimigos naturais mais eficientes, tanto no país de origem ou onde ocorrem as plantas infestantes, determinação da especificidade das plantas hospedeiras a cada inimigo potencial, introdução dos inimigos naturais exóticos e realização de um planejamento de distribuição dos inimigos naturais nas áreas e épocas mais adequadas (Deuber, 2003). Esse método possui limitações, não tendo sido possível sua generalização, e até o momento, no Brasil, ele não tem sido praticado com fins econômicos, sendo o uso prático na cotonicultura ainda limitado com poucos exemplos eficientes e eficazes (Tessmann, 2001; Beltrão, 2004; Lorenzi, 2006).

Manejo químico

Os herbicidas são compostos orgânicos, quimicamente sintetizados, utilizados na agricultura para o controle de plantas daninhas.

No Brasil o mercado de produtos químicos para defesa agrícola em 2004 foi avaliado no valor de US\$4,495 bilhões, o que representa um acréscimo de 43,3% no faturamento do setor em relação ao ano anterior. Isso ocorreu devido ao aumento no consumo de produtos químicos por diversas culturas. Somente o algodoeiro herbáceo consumiu 7,9% toneladas de produto comercial, ocupando a terceira posição em relação à soja e ao milho. Todos os segmentos do setor apresentaram resultados econômicos positivos para a indústria em 2004, e os herbicidas responderam por 54,1% da quantidade comercializada vendida de defensivos (SINDAG, 2005)

O manejo químico de plantas daninhas na agricultura brasileira aumentou nas últimas décadas, principalmente pela incorporação de grandes áreas ao processo produtivo. O uso de herbicidas, como qualquer outra forma de controle, apresenta vantagens e desvantagens na sua utilização. Entre os aspectos positivos desse método, encontra-se a eficácia do controle, principalmente nas linhas de cultura, flexibilidade quanto à época de aplicação, redução substancial do tráfego pesado nas áreas de cultivo, formação de cobertura morta para proteção do solo, opções de aplicação em diferentes fases da cultura e grande rendimento na aplicação. No entanto, há os aspectos negativos como riscos de intoxicação humana e animal, possibilidade de deriva para lavouras vizinhas, resíduos tóxicos para culturas subseqüentes, seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes e possibilidade de danos à própria cultura (Oliveira Jr. e Constantin, 2001; Deuber, 2003).

Na cultura do algodoeiro em Mato Grosso, a tática de manejo das plantas daninhas inclui, além das aplicações dos dessecantes, o uso de herbicidas seletivos em pré e em pós-emergência, e o uso de outros herbicidas em pós-emergência dirigida (Takizawa, 2004).

Os herbicidas pré-emergentes são muito utilizados na cultura do algodoeiro, tanto isolados ou em mistura, e geralmente complementados pelas práticas de controle em pós-emergência (mecânicas e ou químicas).

Os produtos registrados para uso em pré-emergência na cotonicultura são: alachlor, clomazone, cyanazine, diuron, oxyfluorfen, pendimethalin, s-metolachlor e trifluralin (MAPA, 2006). Alguns desses herbicidas controlam gramíneas, outros, folhas-largas e, ainda, há os que controlam ambas. O herbicida alachlor é uma das alternativas para uso em pré-emergência, a qual consiste na utilização do produto após a semeadura, porém antes da germinação das sementes das plantas daninhas e do algodoeiro (Azevedo et al., 1999).

2.3 O Herbicida Alachlor

2.3.1 Características gerais

No Brasil o alachlor é comercializado na formulação concentrado emulsionável, contendo 480 g L^{-1} de ingrediente ativo, com solubilidade em água de 200 mg L^{-1} a 20°C (Rodrigues e Almeida, 2005). É um herbicida não iônico que apresenta, entre outras características, pressão de vapor de $1,6 \times 10^{-5} \text{ mm Hg}$, coeficiente de distribuição entre octanol e água (Kow) de 794, coeficiente de sorção (Koc) de 124 ml g^{-1} e tempo de meia vida de 42-70 dias (Vidal, 2002). Pertencente à classe toxicológica III (medianamente tóxico), o alachlor é metabolizado rapidamente nos cultivos e persiste no solo em média de seis a 10 semanas. No entanto, a persistência é variável com o tipo do solo e pode ser alterada pelo conteúdo de matéria orgânica, pela degradação microbiana e lixiviação no perfil do solo (Ferri e Vidal, 2003; Rodrigues e Almeida, 2005).

O alachlor faz parte do grupo químico das cloroacetamidas ou acetanilidas, incluído no grupo K3 conforme seu mecanismo de ação. Nas plantas, o metabolismo desse grupo interrompe o crescimento da parte aérea e raízes, o que resulta na desidratação dos tecidos, refletindo sintomas tais como: necrose da parte aérea, intumescimento do caule, enrugamento das folhas e não emergência das folhas das gramíneas (Belote e Mônaco, 1977).

A ação fitotóxica desses herbicidas acontece pela inibição na biossíntese de ácidos graxos de cadeia longa, sendo também relacionados efeitos como síntese de proteínas nos meristemas apicais da parte aérea e das raízes, inibição da divisão celular, da síntese de terpenos e flavonóides, além da interferência na regulação hormonal (Weller, 2000; Oliveira Jr. e Constantin, 2001; Christoffoleti et al., 2004).

O alachlor está registrado no Brasil para as culturas de algodão, amendoim, café, cana-de-açúcar, girassol, milho e soja; controla principalmente plantas daninhas da família Poaceae (folhas estreitas), mas tem ação sobre algumas espécies de folhas largas (Rodrigues e Almeida, 2005), incluindo a trapoeraba, a qual tem grande importância para o algodoeiro. No algodoeiro está registrado para aplicação em pré-emergência na dose de 2,40 a 3,36 i.a. kg ha⁻¹, em solos úmidos e destorroados, exceto para solos arenosos (Deuber, 1999; Rodrigues e Almeida, 2005).

A absorção do alachlor ocorre pelo coleótilo nas gramíneas e pelo epicótilo ou hipocótilo nas dicotiledôneas, sendo pouco expressiva a absorção radicular (Rodrigues e Almeida, 2005). Outros autores relatam que o grupo químico das cloroacetamidas é absorvido nas dicotiledôneas pelas raízes (Oliveira Jr. e Constantin, 2001). No caso do algodoeiro, Weller (2000) cita que as raízes são mais sensíveis ao alachlor do que a parte aérea.

Sua translocação se dá pelo xilema e floema, com maior concentração nos órgãos vegetativos do que nos reprodutivos (Rodrigues e Almeida, 2005), mas sua movimentação nas plantas é predominantemente apoplástica (Chandler, et al., 1974). É sorvido pelos colóides do solo e sua dissipação ocorre principalmente pela degradação microbiana (Beestman e Deming, 1974; Rodrigues e Almeida, 2005).

2.3.2 Fatores que controlam a seletividade

Os herbicidas são usados para que sua ação seja contra as plantas infestantes, e não atue contra as plantas da cultura. Na prática de sua aplicação, é justamente na ausência de injúria à planta cultivada que repousa a característica de sua seletividade (Passos, 1977). Um herbicida

seletivo pode ser aplicado em toda a extensão da área cultivada, sobre o solo e/ou plantas, agindo no controle de plantas daninhas com efeito mínimo sobre as plantas cultivadas.

A seletividade é a resposta diferencial de espécies de plantas aos herbicidas, classificada em dois tipos: seletividade verdadeira, quando o herbicida é aplicado sobre a espécie cultivada e sobre as plantas daninhas, e seletividade toponômica, quando o herbicida não entra em contato com a planta cultivada (Oliveira Jr. e Constantin, 2001). Na prática, quanto maior for a diferença entre a tolerância da cultura e a da planta daninha, maior será a seletividade do herbicida para esta cultura e maior a segurança na sua aplicação (Silva, 1982). Ela é controlada por fatores físicos, mecânicos, ambientais, anatômicos, morfológicos, fisiológicos e bioquímicos, entre os quais estão a temperatura, a disponibilidade de água, o tipo de solo, a umidade relativa e a luz (Silva, 1982; Radosevich et al., 1997). A seletividade ou a especificidade de atuação de um herbicida não depende apenas de um dos fatores envolvidos, mas de dois, três ou mais agindo ou influenciando integradamente (Deuber, 2003).

A manipulação do herbicida ou a forma de aplicação pode controlar sua seletividade. A aplicação dirigida, época de aplicação, incorporação ou não do produto ao solo e uso de formulações diferentes podem ser manipulados para garantir a tolerância da planta a um determinado herbicida. Em alguns casos, a seletividade ao alachlor é obtida pela diferença no posicionamento no solo, entre as sementes da cultura e das plantas daninhas, por meio da profundidade de semeadura (Ashton e Monaco, 1991). A profundidade diferencial do sistema radicular entre as plantas daninhas e a cultura pode ser à base dessa seletividade.

Geralmente um tratamento herbicida é seletivo para uma ou mais espécies agrônômicas, mas em algumas situações ocorrem variações na tolerância de cultivares dentro de uma mesma espécie. Esse efeito tem sido verificado para várias culturas e herbicidas, como no caso do uso de s-metolachlor em feijoeiro (Procópio et al., 2003) e milho (O' Connell et al., 1998), e nicosulfuron em milho (Rozanski et al., 2005).

Para um herbicida exercer sua ação fitotóxica é necessário que ele seja absorvido, não metabolizado e translocado até atingir o seu sítio de ação na célula (Vidal, 2002). Os fatores fisiológicos e bioquímicos relacionados com a seletividade dos herbicidas são suas absorções e translocações diferenciais combinadas com os fatores biológicos, ambientais e agrônômicos (Oliveira Jr. e Constantin, 2001).

Nas plantas, o processo de metabolismo dos herbicidas cloroacetamidas ocorre rapidamente e a desintoxicação se dá pela conjugação com a glutathione, sendo que, quanto maior a atividade da glutathione S-transferase maior a eficiência na desintoxicação de herbicidas (Hatton et al., 1999). A glutathione S-transferase (GST, EC 2.5.1.18), é uma enzima que desempenha papel importante na resposta do estresse causado por herbicidas nas plantas, por metabolizar grande variedade de compostos xenobióticos, por meio da conjugação destes com a glutathione reduzida, formando substâncias solúveis em água (Cataneo et al., 2003). No caso do alachlor, o estudo de Rossini et al. (1996) com híbridos de milho identificaram a glutathione S-transferase IV como a principal enzima responsável pela desintoxicação desse herbicida.

Entre os herbicidas registrados para o algodoeiro, têm-se boas alternativas quanto à seletividade e eficiência para o controle das plantas daninhas da família Poaceae (gramíneas). No entanto, para o manejo químico das espécies latifoliadas mais importantes (dicotiledôneas + Commelinaceae + Cyperaceae), as opções de herbicidas são limitadas, tanto em termos de espectro de ação como de seletividade. Para controlar esse grupo de plantas daninhas têm sido mais utilizados os ingredientes ativos diuron, cyanazine, alachlor, s-metolachlor, pendimethalin, clomazone, MSMA, pyriithiobac-sodium e trifloxysulfuron-sodium (Beltrão, 1996; Takizawa, 2000; Melhorança e Beltrão, 2001), além de vários outros produtos não seletivos aplicados em pós-emergência dirigida.

A questão da toxicidade à cultura é um problema constantemente relacionado aos herbicidas aplicados em pré-emergência, já que são pouquíssimos os produtos totalmente seletivos ao algodoeiro (Takizawa,

2004). Neste cenário, o alachlor é tido pelos cotonicultores como uma alternativa econômica para o controle de algumas plantas daninhas, visto que os herbicidas de pós-emergência totalmente seletivos têm preços elevados. No entanto, os cotonicultores o utilizam em doses abaixo daquelas registradas para a cultura, para evitar danos por fitotoxicidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em Cuiabá, no Laboratório de Sementes e no Viveiro Experimental, no período de maio a novembro de 2005.

As sementes de algodoeiro utilizadas nos experimentos foram colhidas em junho de 2004, e armazenadas em câmara refrigerada até o uso ($17,0 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ de temperatura ambiente e $73 \pm 4\%$ de umidade relativa do ar). A variedade utilizada nos três ensaios foi a ITA-90.

O substrato de solo utilizado nos experimentos II e III proveio de área originalmente sob vegetação de cerrado, com os seguintes atributos: 634 g kg^{-1} de argila, $46,8 \text{ g dm}^{-3}$ de matéria orgânica, 117 g kg^{-1} de silte, 249 g kg^{-1} de areia, pH (água 2:1)=5,8; $\text{P}=8,6 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K}=104 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca}+\text{Mg}=5,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{H}+\text{Al}=7,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e capacidade de troca catiônica= $13,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Antes da utilização o material foi destorroado, peneirado em malha de 3 mm e homogeneizado.

A determinação da capacidade de retenção de água do substrato, sempre que necessária, foi realizada seguindo as recomendações de Brasil (1992).

3.1 Experimento 1 - Crescimento de plântulas do algodoeiro, em função do herbicida alachlor e da temperatura e umidade do substrato.

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Sementes da FAMEV/UFMT, avaliando três níveis de umidade no substrato e quatro temperaturas, sobre o efeito do alachlor na formação de plântulas do algodoeiro.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, e os tratamentos compostos por um fatorial 4 x 3 x 2, sendo quatro temperaturas: 20, 25, 30 e 35°C, três níveis de umidade do substrato: 40%, 60% e 80% da capacidade de retenção de água, e dois níveis do herbicida alachlor: 0 e 96 $\mu\text{g kg}^{-1}$ de substrato. A dose de alachlor foi determinada em ensaios preliminares. A unidade experimental foi uma caixa plástica com dimensões de 11 x 11 x 4 cm (“caixa gerbox”), tendo como substrato areia lavada.

Cada uma das caixas recebeu 0,4 kg de substrato, umedecido com água ou solução de alachlor, em quantidades suficientes para atingir 40%, 60% ou 80% de sua capacidade de retenção. O substrato para as quatro repetições de cada tratamento foi preparado de uma só vez (1,6 kg), colocando-se a areia em camada de cerca de 1 cm sobre bandeja de aço inoxidável, sobre a qual se distribuiu a água ou solução de alachlor, promovendo-se em seguida, manualmente, a homogeneização do material.

Foram semeadas quatro sementes da variedade ITA-90 em cada caixa, que foram tampadas, envoltas em filme plástico transparente e acondicionadas em câmaras de germinação tipo BOD, com fotoperíodo de oito horas e reguladas para as temperaturas desejadas.

Aos dez dias realizou-se a avaliação das plântulas, medindo-se as variáveis: altura de planta, obtida a partir do colo até a inserção da gema apical, comprimento da raiz principal e comprimento da maior raiz secundária, medidas essas obtidas por meio de régua plástica graduada com precisão de 1 mm. Em seguida, a parte aérea foi separada da raiz por meio de um corte na região do colo, com o auxílio de bisturi, e o material

transferido, separadamente, dentro de sacos de papel, para estufa a 80°C por 24 h, para a obtenção da matéria seca. As pesagens foram realizadas em balança eletrônica com precisão de 0,0001 g.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e os fatores significativos foram estudados pelo teste Scott e Knott, quando em dois níveis, ou pelo ajuste dos dados a equações de regressão, se em três ou quatro níveis. As análises foram realizadas no programa SISVAR, e o nível de significância adotado foi de 10%.

3.2 Experimento 2: Crescimento inicial do algodoeiro em função da profundidade de semeadura e de doses do herbicida alachlor

O experimento foi conduzido no Viveiro Experimental da FAMEV/UFMT.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, e os tratamentos compostos por fatorial 3 x 3, sendo três níveis do herbicida (sem alachlor, 2,40 e 3,36 kg ha⁻¹) com três profundidades de semeadura (1, 3 e 5 cm).

Cada unidade experimental foi representada por um vaso plástico, contendo 2 kg de substrato de solo, que recebeu aplicação de água 15 horas antes da semeadura, em quantidade suficiente para atingir 60% da sua capacidade de retenção. Foram semeadas quatro sementes da cultivar ITA-90 nas profundidades de 1, 3 e 5 cm, realizando-se a aplicação do herbicida alachlor logo em seguida, segundo as doses estipuladas para esse fator de estudo. As profundidades de semeadura foram obtidas com o uso de gabaritos de madeira, que quando introduzidos no substrato deixavam furos nas dimensões desejadas. O herbicida foi aplicado imediatamente após a semeadura, por meio de um pulverizador costal propelido a gás carbônico, mantido à pressão constante 300 kPa, portando barra com um bico munido de ponta de jato plano 110.03, com gasto de calda equivalente a 270 L ha⁻¹. No momento da aplicação a temperatura ambiente era de 37°C e não havia ventos. Em seguida foi borrifado 1,2 mm de água em cada vaso, utilizando-

se de um aspersor de plástico com capacidade de 0,5 L, com a finalidade de garantir a ativação do herbicida.

As avaliações foram realizadas diariamente, pela manhã e no final da tarde, e o substrato, quando necessário, reumedecido para manter o nível inicial de umidade.

As variáveis medidas foram: número de plantas por vaso, altura de planta, matéria fresca e seca da parte aérea e da raiz e área da maior folha. A altura de plantas foi tomada aos 10 e 21 dias medindo do colo à gema apical, e a área foliar foi medida somente aos 10 dias, com auxílio de régua plástica graduada com precisão de 1 mm. A massa foi mensurada aos 21 dias, em balança eletrônica com precisão de 0,0001 g. Para isso, as plantas foram cortadas rentes ao solo para separar a parte aérea das raízes, que foram acondicionadas separadamente em sacos de plástico transparente e pesadas em seguida. O sistema radicular foi separado do solo manualmente, sobre peneira com malha de 3 mm. Na secagem do material utilizou-se de estufa com circulação forçada de ar a 80°C por 48 h.

A área da maior folha foi estimada nas medidas tomadas aos 10 dias com base na equação apresentada por Medeiros, 2006:

$$AF = 0,8059 * (L * C) - 1,1225$$

Onde:

AF = área foliar (cm²);

C = comprimento da folha (cm);

L = largura da folha (cm);

Os dados foram submetidos à análise de variância, seguindo o modelo fatorial. As médias foram apresentadas graficamente, e quando pertinente, ajustadas a modelos polinomiais de regressão. Utilizou-se nas análises o programa estatístico SISVAR, adotando-se o nível de significância de 10%.

3.3 Experimento 3: Crescimento inicial do algodoeiro em função do herbicida alachlor e de três níveis de irrigação após sua aplicação.

O experimento foi desenvolvido no Viveiro Experimental da FAMEV/UFMT, para avaliar a tolerância do algodoeiro ao herbicida alachlor, em função da intensidade de irrigação após a aplicação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, e os tratamentos compostos por fatorial 3 x 2, formados por três níveis de irrigação: lâminas d'água de 23, 34 e 45 mm, correspondentes a 400 mL, 600 mL, 800 mL por vaso, e dois níveis de herbicida: sem alachlor e com alachlor, aplicado na dose de 2,88 kg ha⁻¹.

Cada unidade experimental foi representada por um vaso plástico, contendo 2 kg de substrato de solo, no qual foram semeadas quatro sementes da cultivar ITA-90, na profundidade de 1 cm. O substrato foi inicialmente umedecido para atingir a capacidade de retenção de 60% e reumedecido sempre quando necessário.

O herbicida foi aplicado imediatamente após a semeadura, por meio de um pulverizador costal pressurizado a gás carbônico, mantido a pressão constante de 300 kPa, portando barra com um bico munido de ponta de jato plano 110.03, com gasto de calda equivalente a 310 L ha⁻¹. Durante a aplicação, a altura do bico ao alvo foi de aproximadamente 40 cm, a temperatura era de 37°C e não havia ventos. Em seguida foi realizada a irrigação, até atingir o nível estabelecido para cada tratamento, colocando-se, de cada vez, cerca de 50 mL de água em cada vaso, e esperando que ocorresse a infiltração de todo o conteúdo antes de novas adições. Subsequentemente procurou-se repor a umidade do substrato sempre que os 5 mm superficiais se encontrassem secos, nas quantidades suficientes para promover esse reumedecimento.

A avaliação foi realizada aos 21 dias, medindo-se a altura das plantas, do colo até a inserção da gema apical; a maior largura e o maior comprimento da maior folha, para a estimativa da área foliar; o diâmetro do caule a 5 cm do solo e, em seguida, separando-se parte aérea e raiz para a

a determinação das matérias fresca e seca. A altura foi medida com régua plástica graduada com precisão de 1 mm e o diâmetro com paquímetro eletrônico com precisão de 0,02 mm. Para a estimativa da área foliar foi utilizada a equação de regressão proposta por Medeiros (2006).

Para obtenção da massa da matéria fresca da parte aérea e das raízes, as plantas foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de plástico transparente, e imediatamente pesadas em balança com precisão de 0,0001 g. As raízes foram separadas manualmente sobre peneira com malha de 3 mm, adotando o mesmo procedimento descrito para a parte aérea. Em seguida, o material foi acondicionado em saco de papel e secado em estufa de circulação de ar a 80°C por 48 horas, findo o qual teve a massa determinada na mesma balança anteriormente referida.

Os dados foram submetidos à análise de variância, segundo o modelo fatorial, e quando pertinente as médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott com nível de significância de 10%. Essas análises foram realizadas como auxílio do programa SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: Crescimento de plântulas do algodoeiro, em função do herbicida alachlor e da temperatura e umidade do substrato.

A presença de alachlor no substrato alterou as variáveis estudadas, sendo que esse efeito foi dependente da temperatura e da umidade do substrato, à exceção do comprimento de raiz principal e da massa fresca da parte aérea, para os quais não houve interação entre alachlor e umidade.

Características da parte aérea

Na ausência de alachlor as maiores alturas da parte aérea ocorreram nas temperaturas entre 25 e 30°C (Figura 2) e no maior nível de umidade, correspondente a 80% da capacidade de retenção de água (Figura 3).

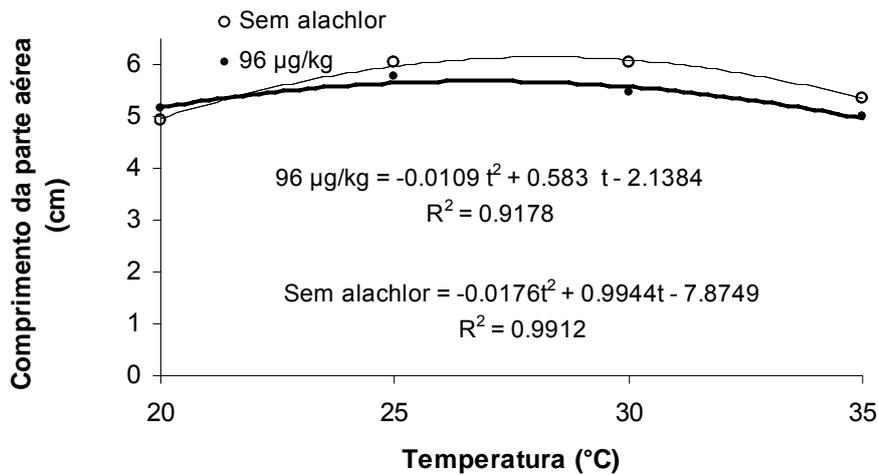


FIGURA 2. Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de algodoeiro, avaliadas aos 10 dias, em função da presença de alachlor no substrato (96 µg/kg) e da temperatura.

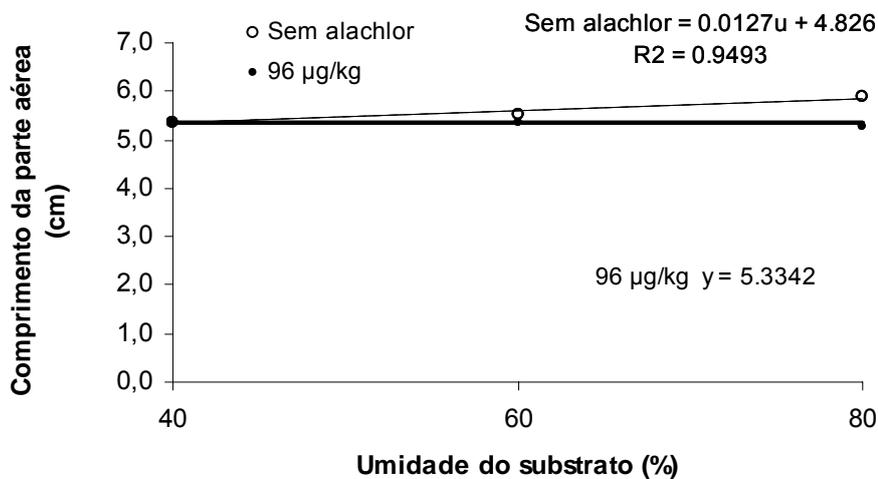


FIGURA 3. Comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de algodoeiro, avaliada aos 10 dias, em função da presença de alachlor (96 µg/kg) e da umidade do substrato.

A presença de alachlor no substrato reduziu a altura das plântulas, tendo ocorrido, nessa condição, menor efeito da temperatura e ausência de efeito da umidade sobre essa característica (Figuras 2 e 3). Como consequência, as maiores reduções relativas ocorreram nas condições que

favoreceram o crescimento das plântulas. Nas condições onde houve maior restrição ao crescimento, como no nível mais baixo de temperatura ou de umidade, não ocorreu efeito do alachlor.

Características do sistema radicular

O comprimento da raiz principal e da maior raiz secundária foram reduzidos quando se aplicou alachlor, sendo a raiz secundária a característica mais sensível aos efeitos desse fator (Figuras 6 e 7). Nas temperaturas entre 25 e 30°C, em ambiente sem alachlor, obtiveram-se os maiores tamanhos e massa de matéria seca de raízes (Figuras 4, 6 e 8). Quando se aplicou o herbicida, a massa das raízes foi reduzida, bem como a resposta às temperaturas (Figura 8). O fator umidade influenciou essa característica, que teve menor acúmulo de massa no nível de umidade de 60% (Figura 9).

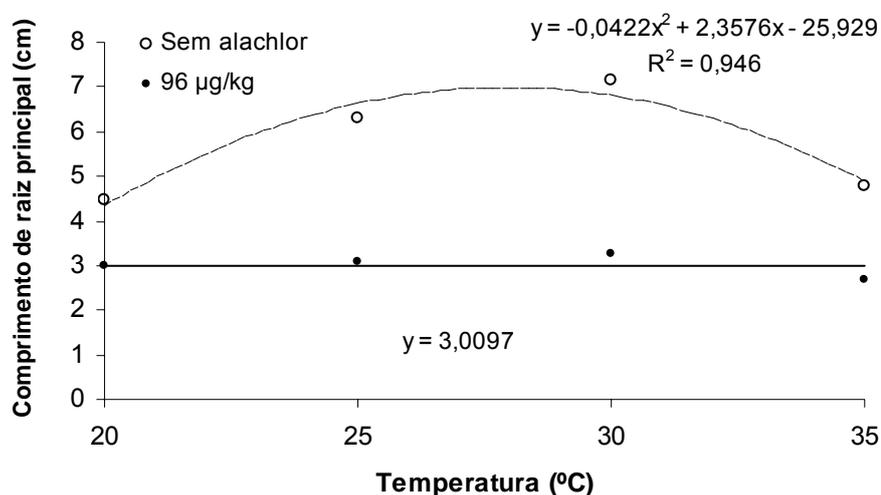


FIGURA 4. Comprimento da raiz principal (CRP) de plântulas de algodoeiro, avaliadas aos 10 dias, em função da presença de alachlor no substrato (96 µg/kg) e da temperatura.

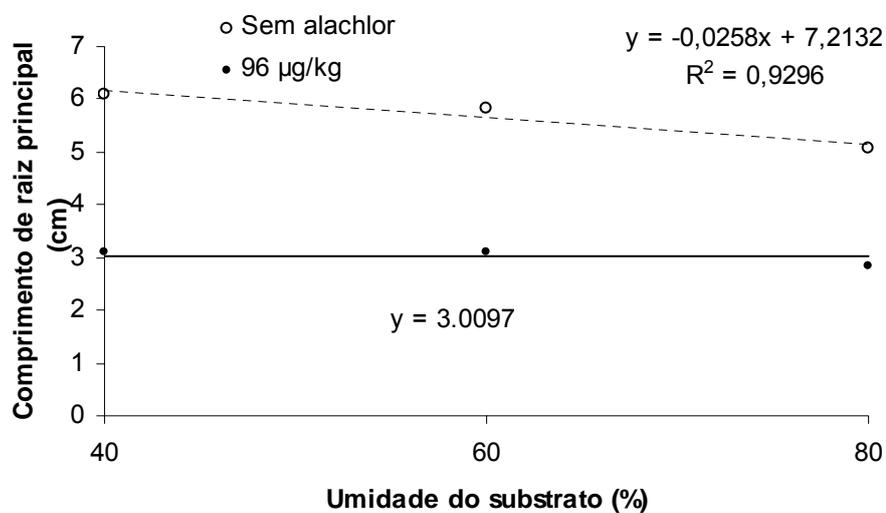


FIGURA 5. Comprimento da raiz principal de plântulas de algodoeiro, avaliadas aos 10 dias, em função da presença de alachlor (96 µg/kg) e da umidade do substrato.

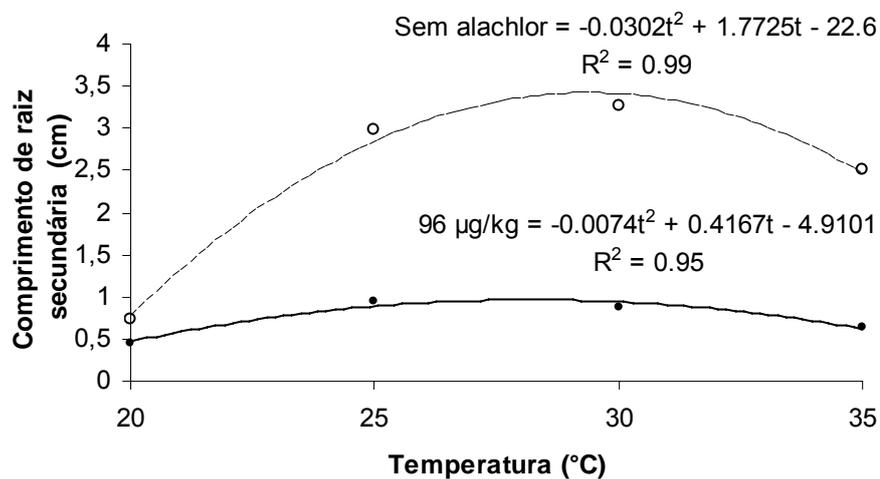


FIGURA 6. Comprimento da maior raiz secundária (CRS) de plântulas de algodoeiro, avaliadas aos 10 dias, em função da presença de alachlor no substrato (96 µg/kg) e da temperatura.

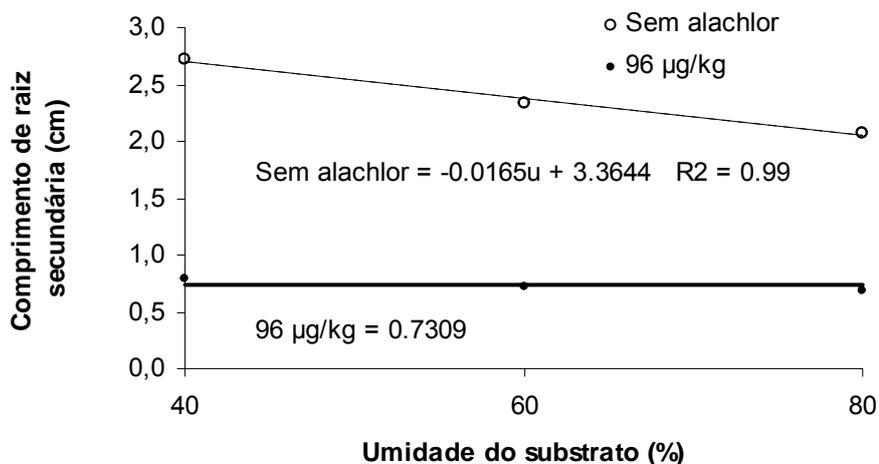


FIGURA 7. Comprimento da maior raiz secundária (CRS) de plântulas de algodoeiro, avaliadas aos 10 dias, em função da presença de alachlor (96 µg/kg) e da umidade do substrato.

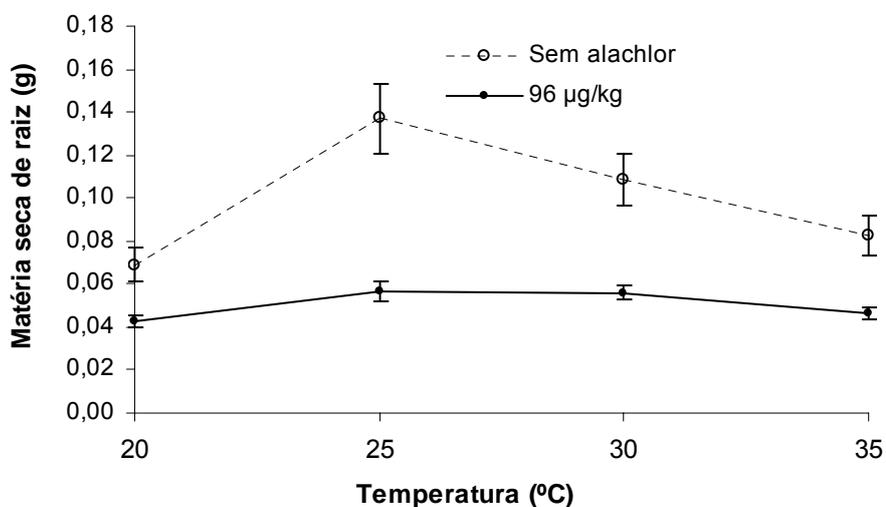


FIGURA 8. Matéria seca de raiz (MSR) de plântulas de algodoeiro, avaliadas aos 10 dias, em função da presença de alachlor no substrato (96 µg/kg) e da temperatura. As barras representam ±1 erro padrão da média.

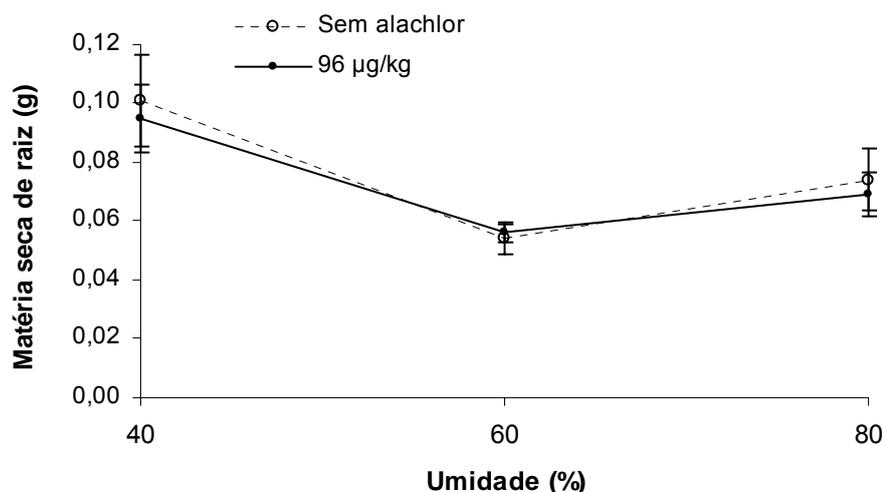


FIGURA 9. Matéria seca de raiz (MSR) de plântulas de algodoeiro, avaliadas aos 10 dias, em função da presença de alachlor (96 µg/kg) e da umidade do substrato. As barras representam ± 1 erro padrão da média.

A aplicação de alachlor reduziu as respostas das plântulas à temperatura e umidade, sendo mais drástico o efeito, quanto mais favoráveis as condições para o crescimento do algodoeiro.

O alachlor é conhecido por inibir o sistema radicular do algodoeiro (Weller, 2000), fato verificado nesse ensaio, no qual essa variável foi a mais sensível. Uma das características do alachlor é que ele é muito lipofílico, com $k_{ow}=794$, o que lhe confere maior sorção à fração orgânica do solo (Vidal, 2002), tendo K_{oc} de 124 mL/g (Rodrigues e Almeida, 2005). Substratos com baixa sorção, como a areia lavada, utilizada nesse ensaio, deixam esse herbicida muito disponível para a absorção pela planta, facilitando a manifestação de seu efeito fitotóxico. Ressalta-se que, por esse motivo, o alachlor não é recomendado em solos arenosos para a cultura do algodoeiro (Rodrigues e Almeida, 2005).

O maior efeito desse herbicida nas condições ambientais consideradas ótimas ao desenvolvimento do algodoeiro poderia significar que, em campo, onde o algodoeiro é cultivado para expressar o máximo de sua produtividade, os efeitos fitotóxicos do alachlor poderiam ser mais drásticos. No entanto, quanto mais rápido for a emergência da plântula,

menos tempo ela fica em contato com o herbicida, na qual, a velocidade de emergência contribui para a seletividade do alachlor. De modo contrário, a fitotoxicidade causada pelo alachlor é intensificada em condições de baixa temperatura durante a germinação e aumento da umidade (Belote e Mônaco, 1977; Putnam e Rice, 1979). Como nessa pesquisa foi utilizado “caixas gerbox”, com semeadura superficial, a emergência ocorreu rapidamente, tendo reduzido o período de contato entre parte aérea das plântulas em desenvolvimento e a solução herbicida no substrato.

4.2 Experimento 2: Crescimento inicial do algodoeiro em função da profundidade de semeadura e de doses do herbicida alachlor.

Durante o período experimental a temperatura no viveiro variou de 20°C a 50°C, enquanto dentro dos vasos, a 2 cm de profundidade, a média foi de 35°C.

Alachlor, isoladamente, não influenciou nenhuma das variáveis estudadas, à exceção da relação entre a massa da matéria fresca e seca da raiz.

Entretanto, a profundidade de semeadura interferiu em todas as variáveis avaliadas, exceto para o número de plantas e a altura aos 21 dias.

Não houve interação entre dose de alachlor e profundidade de semeadura.

A hipótese formulada, que a intensidade dos danos do alachlor ao algodoeiro era dependente da profundidade de semeadura, não pôde ser avaliada nessa pesquisa, uma vez que o herbicida não causou fitotoxicidade significativa às plantas. A dose de alachlor normalmente utilizada no campo pelos cotonicultores é de 1,68 kg ha⁻¹, abaixo da dose mínima registrada para esse produto no Ministério da Agricultura, que é de 2,40 kg ha⁻¹ (MAPA, 2006), em razão dos riscos de fitotoxicidade. Assim, esperava-se que a dose de 3,36 kg ha⁻¹, utilizada nessa pesquisa, cerca de duas vezes maior que aquela utilizada no campo, fosse proporcionar fortes efeitos deletérios ao algodoeiro.

A não ocorrência desses efeitos pode estar relacionada ao solo utilizado na pesquisa, com maior conteúdo de argila e, principalmente, maior teor de matéria orgânica, em relação às áreas de produção da cultura, o que reduz a disponibilidade do herbicida na solução do solo, em função de sua forte sorção nessa condição (Parker et al., 2005). Também, a alta umidade e temperatura do substrato, aliadas à matéria orgânica, favorecem o desenvolvimento de microrganismos do solo, e esses a degradação dos herbicidas do grupo das acetanilidas (Beestman e Deming, 1974). Embora a volatilização do alachlor seja considerada insignificante (Rodrigues e Almeida, 2005), há trabalhos evidenciando essa forma de dissipação (Beestman e Deming, 1974), a qual pode se tornar mais relevante em condições de altas temperaturas e umidade do solo como no ambiente da presente pesquisa.

As médias das características avaliadas nas plantas de algodoeiro em função das doses do herbicida alachlor são mostradas nas Figuras 10, 11 e 12. Independente da dose de alachlor aplicada, o número médio de plantas por vaso foi de 3,7; a área da maior folha, aos 10 dias, foi de 11,7 cm² e a altura de plantas foi de 6,5 cm aos 10 dias e 9,8 cm aos 21 dias. A ausência de efeito do alachlor sobre a massa fresca da parte aérea e das raízes pode ser observada na Figura 11. A única variável em que foi observada tendência de redução pelo herbicida foi a relação entre a matéria fresca e seca de raízes (Figura 12). Assumir essa resposta, no entanto, significa aceitar que as raízes estavam menos túrgidas no tratamento com a maior dose de alachlor. Embora a ação do alachlor sobre as raízes seja reconhecida (Weller, 2000), esperava-se que o reflexo desse efeito sobre a absorção de água fosse mais evidente na parte aérea, fato que não ocorreu. Convém lembrar a existência de um fator de imprecisão associado à determinação da massa das raízes, causado pela impossibilidade de remoção de parte das partículas do solo aderidas a essas estruturas. Assim, uma amostra que, por simples acaso, apresentasse maior massa relativa de partículas, acabava por ter reduzida sua relação massa fresca/massa seca de raízes, porque o teor de água nas partículas de solo é inferior à do tecido

radicular. Corroborar essa hipótese a grande variabilidade ocorrida dentro de cada tratamento, como pode ser verificado pela magnitude dos erros-padrão das médias (Figura 12).

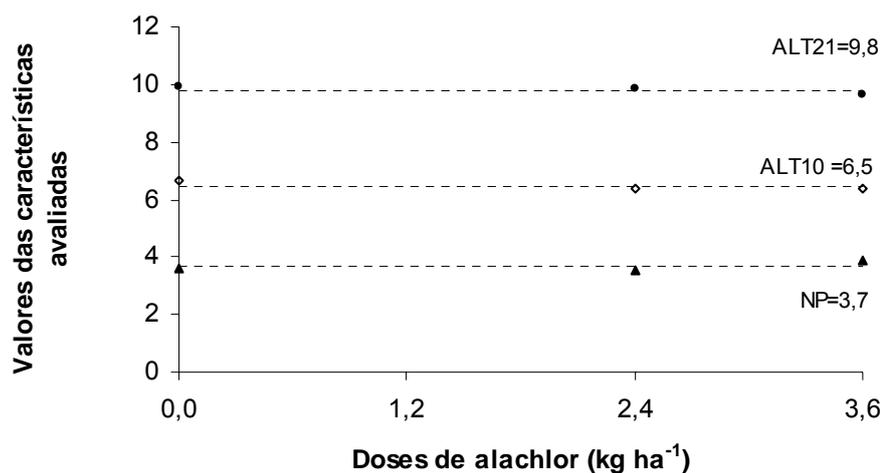


FIGURA 10. Altura de plantas, aos 10 (ALT 10) e aos 21 dias (ALT 21), e número de plantas de algodoeiro por vaso (NP), em função de doses de alachlor.

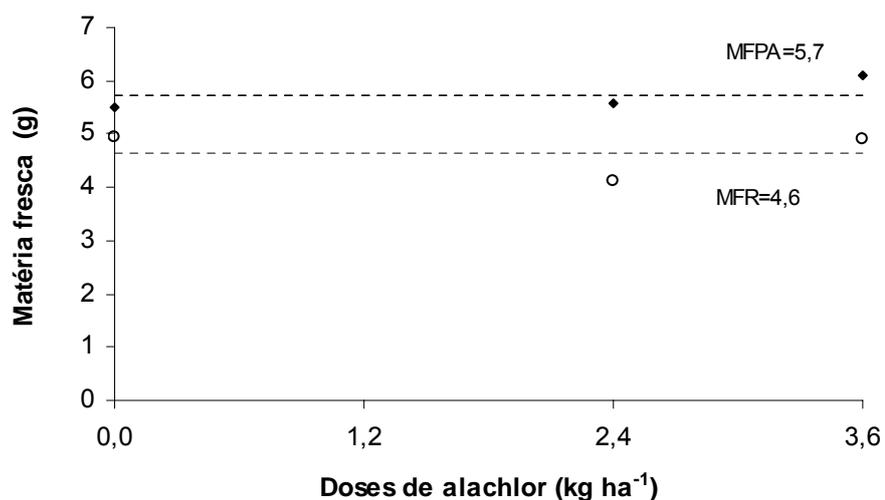


FIGURA 11. Matéria fresca da parte aérea (MFPA) e das raízes (MFR) de plantas de algodoeiro, aos 21 dias, em função de doses de alachlor.



FIGURA 12. Relação entre a matéria fresca e seca da parte aérea e da raiz de plantas de algodoeiro, em função de doses do herbicida alachlor.

A profundidade de semeadura não interferiu na emergência das plântulas do algodoeiro, que tiveram média de 3,7 plântulas por vaso. A área foliar e a altura de plantas, aos 10 dias, foram reduzidos com o aumento da profundidade de semeadura, principalmente a 5 cm. Esses efeitos foram revertidos, se igualando ao tratamento controle aos 21 dias (Figura 4).

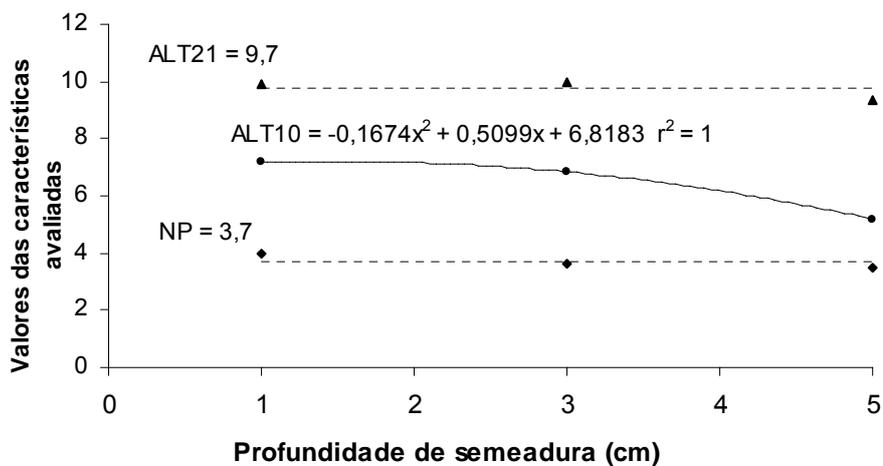


FIGURA 13. Altura de plantas, em cm, aos 10 (ALT 10) e aos 21 dias (ALT 21), e número de plantas de algodoeiro por vaso (NP), em função da profundidade de semeadura.

A profundidade de semeadura influenciou a velocidade de emergência das plântulas. Quando semeadas a 1 cm, estas começaram a emergir aos três dias, entretanto, na maior profundidade, a 5 cm, as primeiras emergências surgiram apenas no quinto dia. Esse atraso no tempo de emergência fez com que a área foliar (Figura 14) e a altura de plantas fossem menores aos 10 dias. Trabalhos com outras espécies também verificaram maior velocidade de emergência em menores profundidades (Tillmann et al., 1994; Silva et al., 2004). Em algodoeiro, Nabi et al. (2001) observaram menor emergência com aumento da profundidade de semeadura, não ocorrendo formação de parte aérea na profundidade de 9,2 cm.

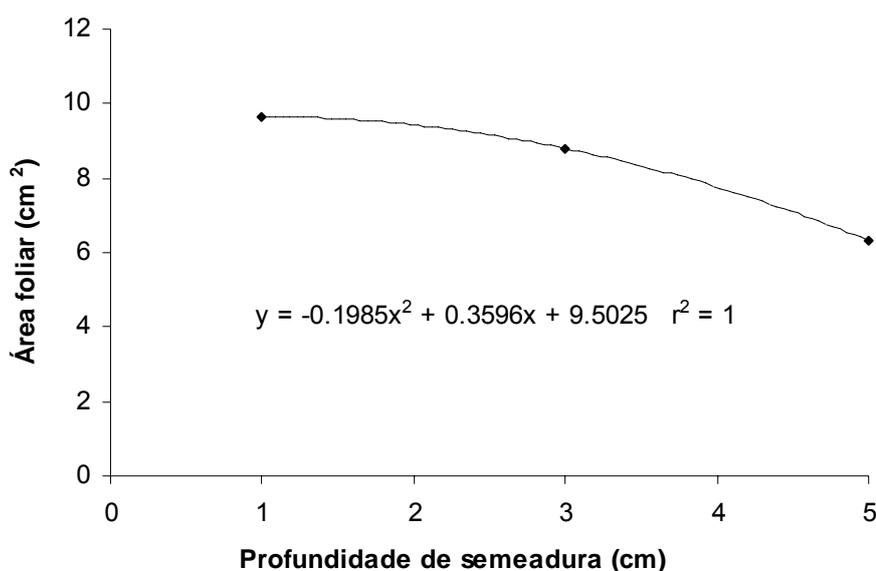


FIGURA 14. Estimativa da área da maior folha do algodoeiro (AF), medida aos 10 dias, em função da profundidade de semeadura.

A matéria fresca das raízes foi reduzida linearmente com o aumento da profundidade de semeadura, enquanto que na matéria fresca da parte aérea esse efeito foi mais expressivo na semeadura a 5 cm (Figura 15). Isso pode estar relacionado às diferenças no volume de solo explorado pelo sistema radicular. Como o sistema radicular se formava apenas abaixo das

sementes, e o volume do solo disponível era limitado pelas paredes dos vasos, quanto mais profunda as sementes, menor era o espaço para o crescimento das raízes. Como no início do desenvolvimento do algodoeiro o crescimento do sistema radicular é mais intenso que o da parte aérea (Souza e Beltrão, 1999), a redução no crescimento das raízes pode não ocorrer, na mesma proporção, na parte aérea, como foi verificado nessa pesquisa.

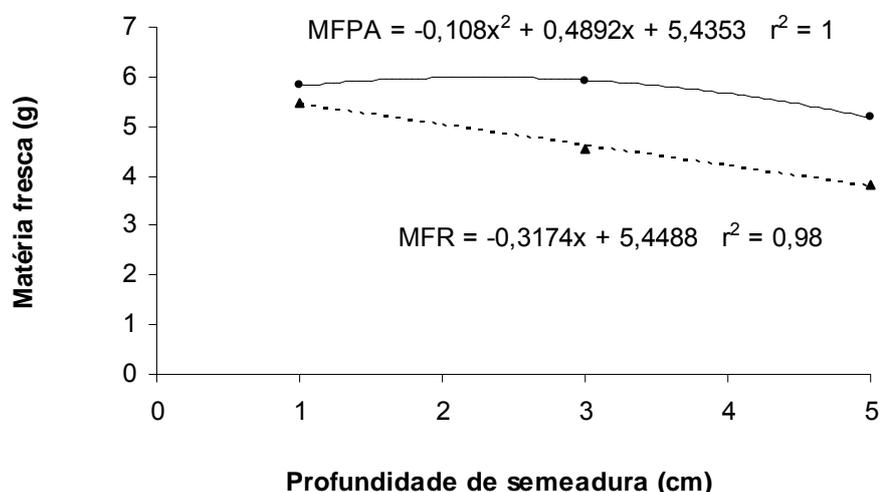


FIGURA 15. Matéria fresca da parte aérea (MFA) e da raiz (MFR) de plantas de algodoeiro, em função da profundidade de semeadura.

A relação entre a matéria fresca e seca, tanto da parte aérea quanto das raízes, representada na Figura 16, aumentou linearmente com o aumento da profundidade de semeadura. Isso significa que, os tecidos da parte aérea e das raízes estavam, no momento da avaliação, tanto mais túrgidos quanto maiores foram as profundidades de semeadura. Essas diferenças na turgidez podem ser resultantes do balanço entre a transpiração e a absorção de água pelas raízes.

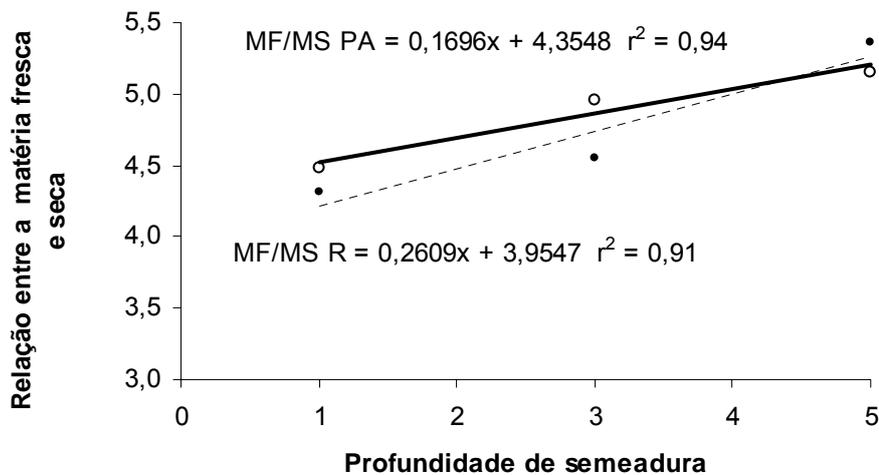


FIGURA 16. Relação entre a matéria fresca e seca, da parte aérea (MF/MS PA) e da raiz (MF/MS R) de plantas de algodoeiro, em função da profundidade de semeadura.

4.3 Experimento 3: Crescimento inicial do algodoeiro em função do herbicida alachlor em três níveis de irrigação após sua aplicação.

Não houve interação entre os fatores alachlor e níveis de irrigação para nenhuma das variáveis avaliadas ($p > 0,10$), indicando que a ação do alachlor foi independente da irrigação. A presença de alachlor reduziu todas as variáveis medidas na parte aérea das plantas do algodoeiro (Tabela 1), mas não teve efeito sobre aquelas tomadas nas raízes (Tabela 2). A irrigação, por sua vez, influenciou somente a matéria fresca e seca das raízes e a relação entre a matéria fresca da parte aérea e das raízes (Tabelas 3 e 4).

TABELA 1. Valores da altura de planta (AP), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), matéria fresca da parte aérea (MFA), matéria seca da parte aérea (MSA) e relação MFA/MSA, em função da aplicação do herbicida alachlor.

Tratamento	AP (cm)	AF (cm ²)	DC (cm)	MFA (g)	MSA (g)	MFA/MSA
Sem alachlor	8,56 A	9,47 A	1,67 A	7,30 A	1,10 A	6,69 B
Com alachlor (2,88 kg ha ⁻¹)	7,00 B	8,24 B	1,59 B	6,76 B	0,90 B	7,62 A

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste de Scott e Knott ($p > 0,10$).

Em termos quantitativos, a presença do herbicida alachlor reduziu a altura das plantas em 18,1%, a área foliar em 12,9%, o diâmetro do caule em 4,8% e a matéria fresca da parte aérea (MFA) em 7,4%. A redução na matéria seca da parte aérea (MSA), de 18,2%, foi proporcionalmente maior que a observada na MFA, o que fez com que a relação MFA/MSA fosse maior na presença do herbicida. Esse resultado é coerente, uma vez que as alterações promovidas pelo alachlor, ao reduzir a parte aérea e não alterar as raízes propiciou condições para a ocorrência de maior turgidez na parte aérea.

TABELA 2. Valores da matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da raiz (MSR), relação matéria fresca e seca da raiz (MFR/MSR), e relações entre a parte aérea e raiz com base nas matérias frescas (MFA/MFR) e secas (MSA/MSR), em função da aplicação do herbicida alachlor.

Tratamento	MFR (g)	MSR (g)	MFR/ MSR	MFA/ MFR	MSA/ MSR
Sem alachlor	6,40 A	0,69 A	9,60 A	1,15 A	1,64 A
Com alachlor (2,88 kg ha ⁻¹)	6,69 A	0,68 A	10,06 A	1,03 B	1,37 B

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste de Scott e Knott ($p>0,10$).

TABELA 3. Valores de altura de planta (AP), estimativa da área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), matéria fresca da parte aérea (MFA), matéria seca da parte aérea (MSA) e relação matéria fresca e seca aérea (MFA/MSA), em função da aplicação de três níveis de irrigação após a aplicação do herbicida alachlor.

Níveis de irrigação (mm)	AP (cm)	AF (cm ²)	DC (cm)	MFA (g)	MSA (g)	MFA/MSA
23	7,94 A	8,92 A	1,67 A	7,33 A	1,09 A	6,84 A
34	7,75 A	8,84 A	1,63 A	6,90 A	0,96 A	7,29 A
45	7,66 A	8,80 A	1,59 A	6,85 A	0,95 A	7,33 A

Médias nas colunas, seguidas de mesma letra, não diferem pelo teste de Scott e Knott ($p>0,10$).

É importante salientar que não foram observados sintomas típicos de fitointoxicação relacionados freqüentemente ao herbicida alachlor, como as alterações na forma e cor das folhas, citadas por Putnam e Rice Jr. (1979). Outros autores também não observaram sintomas visuais de fitotoxicidade com aplicação de s-metolachlor em plantas de algodoeiro (Freitas et al., 2006) e de alachlor em cupuaçuzeiro (Silva et al., 2003).

TABELA 4. Valores da matéria fresca de raiz (MFR), matéria seca de raiz (MSR), relação MFR/MSR e relações entre a parte aérea e raiz com base nas matérias frescas (MFA/MFR) e secas (MSA/MSR), em função da aplicação de três níveis de irrigação após a aplicação do herbicida alachlor.

Níveis de irrigação (mm)	MFR (g)	MSR (g)	MFR/MSR	MFA/MFR	MSA/MSR
23	7,44 A	0,82 A	9,45 A	0,99 B	1,38 A
34	5,90 B	0,63 B	9,72 A	1,18 A	1,58 A
45	6,23 B	0,62 B	10,31 A	1,09 A	1,58 A

Médias nas colunas, seguidas de letra comum, não difere pelo teste de Scott e Knott ($p > 0,10$).

Como a dose de $2,88 \text{ kg ha}^{-1}$, usada no experimento, embora dentro da faixa de recomendação, é muito superior àquela adotada pelos cotonicultores, entre $1,44$ a $1,92 \text{ kg ha}^{-1}$ (Siqueri, 2006), esperava-se efeitos fitotóxicos mais drásticos do alachlor sobre as plantas do algodoeiro. Surpreendente, também, foi a não interferência desse produto sobre a massa de raízes, uma vez que esse órgão das plantas foi mais sensível que a parte aérea no experimento realizado em substrato de areia no estudo de temperatura e umidade. Podem ter contribuído para a não manifestação das respostas esperadas a alta sorção do alachlor, que ocorre em solos com maiores teores de argila e matéria orgânica (Ferri et al., 2006) como o dessa pesquisa, que tinha 634 g kg^{-1} de argila e $46,8 \text{ g dm}^{-3}$ de matéria orgânica, como também as condições de alta umidade e temperatura do substrato, as quais favorecem o desenvolvimento de microrganismos do solo, e esses a degradação dos herbicidas acetanilidas (Beestman e Deming, 1974).

Jordan e Harvey (1978) relataram que a fitotoxicidade em ervilha aos herbicidas acetanilidas aumentaram com a irrigação. Esse fato não foi comprovado com algodoeiro nessa pesquisa, pois o volume de água aplicado ao solo após a aplicação do herbicida, e a possível movimentação no perfil do solo, não interferiu na intensidade da ação fitotóxica do alachlor. O rápido crescimento do sistema radicular do algodoeiro (Souza e Beltrão, 1999), aliado à limitação de espaço imposta pelo recipiente, provavelmente fez com que houvesse, muito precocemente, ampla distribuição de raízes em todo o volume do vaso. Esse fato pode ter anulado as possíveis respostas esperadas em razão do posicionamento diferencial do herbicida no perfil do solo.

O algodoeiro é conhecido por ser sensível a baixos níveis de oxigênio e responde via raízes às alterações na composição do ar do solo (Beltrão e Souza, 2001). O alongamento da raiz principal é paralisado dentro de dois a três minutos quando o oxigênio é removido do sistema, e quando tratada com 100% de nitrogênio por um período de três a cinco horas a raiz principal morre (Huck, 1970). Essa característica fisiológica pode estar relacionada ao efeito negativo observado nas raízes, quando se aumentou a quantidade de água aplicada ao solo. A falta de reflexo desse efeito sobre a parte aérea pode estar relacionada à época de avaliação, realizada em plantas ainda pequenas e com baixa demanda de recursos do solo, os quais poderiam estar sendo supridos normalmente à parte aérea pelo sistema radicular, mesmo proporcionalmente menor. Corroboram esses resultados aqueles obtidos por Souza et al. (2001), em que o estresse anoxítico, causado por 8 e 10 dias de encharcamento, reduziu a altura de planta do algodoeiro.

Os resultados obtidos nessa pesquisa permitem sugerir que, em solos com alta capacidade de sorção, o algodoeiro possa tolerar doses de alachlor superiores àquelas utilizadas pelos cotonicultores, tendo como vantagens maior espectro de ação e período residual, o que pode facilitar o manejo e reduzir custos. Estudos de campo em diferentes situações deverão testar essa hipótese.

5 CONCLUSÕES

Os efeitos fitotóxicos do alachlor sobre as plantas do algodoeiro ocorreram em apenas um dos dois ensaios realizados com solo, e mesmo assim, em baixa intensidade e somente em características da parte aérea.

A ação desse herbicida não foi alterada pela irrigação após a aplicação.

A hipótese relacionando profundidade de semeadura e seletividade não pôde ser testada em razão da ausência de fitotoxicidade nas plantas.

No estudo realizado em areia o alachlor reduziu tanto características da parte aérea quanto do sistema radicular, sendo as raízes os órgãos mais sensíveis. Essa ação se manifestou reduzindo ou anulando as respostas das plantas às variações de temperatura e umidade.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHTON, F. M.; MONACO, T. J. **Weed Science: principles and practices**. New York: Wiley-Interscience Publication, 1991. 466 p.

AZEVEDO, D. M. P. et al.; Plantas daninhas. In: **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 1999. v.2, p. 555-585.

BEESTMAN, G. B.; DEMING, J. M. Dissipation of acetanilide herbicides from soil. **Agronomy Journal**, v. 66, n. 1, p. 308-311, 1974.

BELOTE, J, N.; MONACO, T. J. Factors involved in alachlor injury to the potato (*Solanum tuberosum*). **Weed Science**. v. 25, n. 6, p. 482-486, 1977.

BELTRÃO, N. E. M. Manejo de malezas em algodón. In: LABRADA, R.; CASELEY, J. C.; PARKER, C. **Manejo de malezas para países em desarrollo**. Roma: FAO, 1996. (Estúdio FAO producción y protección vegetal – 120). Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/T1147S/TS00.htm>. Acesso em: 14 fev. 2006.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Modificações no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro herbáceo sob saturação hídrica do substrato em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 32, n. 7, p. 701-708, 1997.

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. Fisiologia e ecofisiologia do algodoeiro. In: **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 54-75.

BELTRÃO, N. E. M. Manejo de plantas daninhas em algodão. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa uva e vinho, 2004. p. 215-250.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 1992. 365 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciências, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CATANEO, A. C.; DESTRO, G. F. G.; FERREIRA, L. C.; et al. Atividade de glutathione S-transferase na degradação do herbicida glyphosate em plantas de milho (*Zea mays*). **Planta daninha**, v.21, n.2, p.307-312, 2003.

CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. 286 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. 2006. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 14 fev. 2006.

CHANDLER, J. M.; BASLER, E.; SANTELMANN. Uptake and translocation of alachlor in soybean and wheat. **Weed Science**. v. 22, p. 253-258, 1974.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R.F. L.; CARVALHO, J. C. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 2 ed. Campinas: HRAC-BR, 2004. 100 p.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes**: fundamentos. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 452 p.

DEUBER, R. Manejo integrado de plantas infestantes na cultura do algodoeiro. In. CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. dos. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p.101-119.

ECHER, Charles. Corrigindo o erro. In. **Cultivar**. Dezembro 2005. Disponível: <<http://www.cultivar.com.br>>. Acesso em: 23 jan. 2006.

EMBRAPA. Cultivo de algodão irrigado. Campina Grande, 2003. Disponível em: <<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado/plantasdaninhas.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2006.

FERRI, M. V. W.; PERALBA, M. C. R.; ELTZ, F. L. F.; et al. Sorção do herbicida alachlor em solos com diferentes conteúdos de argila e carbono orgânico. 2006. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/ppgcs/congressos/LINKS%20DO%20CBCS%202003/CBCS2003%20EM%20PDF/30.pdf>> Acesso em: 13 jun. 2006.

FERRI, M. V. W.; VIDAL, R. A. Persistência do herbicida acetochlor em função de sistemas de preparo e cobertura com palha. **Ciência Rural**, v. 33, n. 3, p. 399-404, 2003.

FREITAS, R.S.; FERREIRA, L.R.; BERGER, P.G. et al.; Manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro com S-metolachlor e trifloxysulfuron-sodium em sistema de plantio convencional. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p. 311-318, 2006.

HANTTON, P. J.; CUMMINS, I.; COLE, D. J. et al. Glutathione transferases involved in herbicide detoxification in the leaves of *Setaria faberi* (giant foxtail). **Physiologia Plantarum**, v. 105, n. 1, p. 9-16, 1999.

HUCK, M. G. Variation in taproot elongation rate as influenced by composition of the soil air. **Agronomy Journal**, v.62, n.6, p. 815-818, 1970.

JORDAN, G. L.; HARVEY, R. G. Response of processing peas (*Pisum sativum*) and annual weeds to acetanilide herbicides. **Weed Science**. v. 26, n.4, p. 313-317, 1978.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2006. 339 p.

MAPA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 11 jul. 2006.

MARTINI, G. PEDRINHO JUNIOR, A. F. F.; DURIGAN, J. C. Eficácia e seletividade do acetochlor, isolado e em mistura com atrazine, na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 3, n. 1, p. 11-16, 2002.

MEDEIROS, R. A. **Simulação do crescimento e produção do algodoeiro com o programa Cotton 2k, 1.0**. 2006. 78 f. Dissertação (Agricultura Tropical). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2006.

MELHORANÇA, A. L.; BELTRÃO, N. E. M. Plantas daninhas: importância e controle. In: Embrapa Agropecuária Oeste. **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa algodão, 2001, p. 227-237.

McMICHAEL, B.L. Root-shoot relationships in cotton. In: BOX JR., J.D.; HAMMOND, L.C. (ed.). **Rhizosphere dynamics**. Boulder: Westview Press, 1990. p.232-249.

NABI, G.; MULLINS.C. E.; MONTEMAYOR, M. B. et al. Germination and emergence of irrigated cotton in Pakistan in relation to sowing depth and physical properties of the seedbed. **Soil and Tillage Research**, v. 59, n. 1-2, p. 33-44, 2001.

O'CONNELL, P. J.; HARMS, C. T.; ALLEN, J. R. F. Metolachlor, S-metolachlor and their role within sustainable weed-management. **Crop Protection**, v.17, n. 3 p. 207-212, 1998.

OOSTERHUIS, D. M. Growth and development of a cotton plant. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p. 35-55.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 362 p.

PARKER, D. C.; SIMMONS, F. W.; WAX, L. M. Fall and early preplant application timing effects on persistence and efficacy of acetamide herbicides. **Weed Technology**, v. 19, n. 1, p. 6 -13, 2005.

PASSOS, S. M. G. **Algodão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977. 424 p.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Ano 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A.; PITELLI, R. L. C. M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004, p.29-55.

PUTNAM, A. R.; RICE JUNIOR, R. P. Environmental and edaphic influences on the selectivity of alachlor on snap beans (*Phaseolus vulgaris*). **Weed Science**, v. 27, n. 5, p. 570-574, 1979.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A. ;SANTOS, J. B. dos.; et al. RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Seletividade do S-Metolachlor a cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n.1, p.150-157, 2003.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589 p.

RITCHIE, G. L.; BEDNARZ, C.W.; JOST, P.H.; et al. **Cotton growth and development**. 2006.

Disponível em:<<http://pubs.caes.uqa.edu/caespubs/pubcd/B1252.htm>>.
Acesso em: 06 jul. 2006.

RIZZARDI, M. A. et al. Aspectos gerais do manejo e controle de plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S.; **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 105-144.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5 ed. Londrina: Edição dos autores, 2005. 592 p.

ROSANSKI, A.; FRANCO, D. A. de S.; COSTA, E. D. A. Avaliação da seletividade dos herbicidas nicosulfuron, foramsulfuron+iodosulfuron e nicosulfuron+atrazine a três cultivares de milho verde. *Arquivo Instituto Biológico*. São Paulo: Instituto Biológico, v. 72, p.1-64, 2005.

ROSSINI, L.; JEPSON, I.; GREELAND, A. J. et al. Characterization of glutathione S-transferase isoforms in three maize inbred lines exhibiting differential sensitivity to alachlor. **Plant Physiology**, v. 112, n. 4, p. 1595-1600, 1996.

ROSOLEM, C. A. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. **Informações agronômicas**, n. 95, p. 1-9, 2001.

SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Supressão de plantas daninhas by smother crops e seletividade de herbicidas. **Scientia Agrícola**, v.61, n.1, p. 21-26, 2004.

SILVA, J, F. Seletividade dos herbicidas. **Informe agropecuário**, v. 8, n. 87, p. 35-38, 1982.

SILVA, J.F.; BUENO, C.R.; SOUZA, A.G.C. Eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas e seletividade em leguminosas de cobertura e cupuaçuzeiro. **Planta daninha**, v.21, n. 1, p. 137-143, 2003.

SILVA, R. P.; TEIXEIRA, F. A. C.; CAMPOS, M. A. O. Efeito da profundidade de semeadura e da carga sobre a roda compactadora no desenvolvimento da soja (*glycine max*). **Engenharia na Agricultura**, v.12, n.3, p.169-176, 2004.

SINDAG. Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola. 2005. Disponível em: <<http://www.sindag.com.br>>. Acesso em: 12 out. 2005

SIQUERI, F. V.; **Controle de ervas daninhas em pré-emergência**. Fundação Mato Grosso, 2006. Disponível em: <<http://www.algodao.agr.br/cms/index.php>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

SOUZA, J. G.; BELTRÃO, N. E. de M. Fisiologia. In. **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa, 1999. v. 1. p. 89-116.

SOUZA, J. G. BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W. Fisiologia e produtividade do algodoeiro em solo encharcado na fase de plântula. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n.3, p. 425-430, 2001.

TAKIZAWA, E. K. Manejo das plantas daninha na cultura do algodão. In. Seminário estadual da cultura do algodão: negócios e tecnologia para melhorar a vida. **Anais...** Cuiabá, 2000, Fundação MT, p. 147-152.

TAKIZAWA, E. K. Manejo de plantas invasoras na cultura do algodão. In. I Fórum mato-grossense da cultura do algodoeiro. **Anais...** Cuiabá:UFMT, 2004. p. 61-70.

TESSMANN, D. J. Controle biológico: aplicações na área de plantas daninhas. In: OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 122-142.

TILLMAN, M. A. A.; PIANA, Z.; CAVARIANI, C.; MINAMI, K. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agrícola**, v.51, n.2, p. 260-263, 1994.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. London: Cornell University, 1994. 476 p.

VIDAL, R. **Ação dos herbicidas**: absorção, translocação e metabolização. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 89 p.

WARRICK, B. E.; Cotton plant growth and development. 2006. Disponível em: <<http://www.sanangelo.tamu.edu/agronomy/cotton/cottonpgd01.pdf>> Acesso em: 10 jul. 2006.

WELLER, S. C. Classification of herbicides. In: **Herbicide action course**. West Lafayette: Purdue University, 2000. p. 250-256.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)