

## Manejo de *Merremia aegyptia* com misturas de herbicidas utilizando diferentes lâminas de água e na presença ou ausência de palha de cana-de-açúcar<sup>1</sup>

*Management of Merremia aegyptia with mixtures of herbicides under different rainfall simulation and in in the presence and absence of sugarcane straw*

Patricia Andrea Monquero<sup>2</sup>, Erika Nascimento Braga<sup>3</sup>, Marcelo Rafael Malardo<sup>4</sup>

**Resumo** - A alta frequência de *Merremia aegyptia* nos canaviais colhidos de forma mecânica está relacionada à sua adaptação a esse sistema de colheita, o que resultou em um aumento do potencial de infestação dessa espécie em relação a outras plantas daninhas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o manejo de *M. aegyptia* pela aplicação de herbicidas em pré-emergência na presença e ausência de palha em solo argiloso submetido a diferentes lâminas de água. Dois experimentos foram realizados no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Em cada experimento foi avaliado uma mistura de herbicida: mesotrione + atrazine (0,25 + 3,0 L i.a. ha<sup>-1</sup>) e diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl (1386 + 391 + 33,35 g i. ha<sup>-1</sup>). Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 8 x 2 x 2, sendo oito profundidades avaliadas (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 cm), duas coberturas (com e sem palha) e duas lâminas de água após a aplicação dos herbicidas (20 e 40 mm). Os herbicidas foram aplicados sobre colunas preenchidas com solo de textura argilosa com 0 e com 10 t ha<sup>-1</sup> de palha sobre a superfície dos canos e que posteriormente foram colocadas em simulador de chuva. Após a irrigação, as colunas foram abertas longitudinalmente e mantidas em casa-de-vegetação por 72 horas. A semeadura da *M. aegyptia* (planta alvo) foi feita em espaços de 5 cm no centro de cada parte da coluna. A associação mesotrione + atrazine apresentou controle em maior profundidade de *M. aegyptia* com 40 mm de precipitação (23 cm) no tratamento com ausência de palha. O diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl apresentou controle até próximo a 15 cm de profundidade em ambas simulações de chuva e a palha apresentou pouca interferência na ação da mistura.

**Palavras-chaves:** corda-de-viola, controle químico, lixiviação, percolação

**Abstract** - The high frequency of *M. aegyptia* in sugarcane harvested mechanically is related to its adapting behavior to this harvesting system, what resulted in an increased the infestation potential of this species in relation to other weeds. The aim of this study was to evaluate the management *M. aegyptia* by spraying pre-emergence herbicides, in the presence and absence of straw in clay soil, under different rainfall simulation. Two experiments were carried out in a completely randomized design with four replications. In each experiment was evaluated the

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 12/11/2014 e aceito em 15/07/2015.

<sup>2</sup> Professora Associada do Centro de Ciência Agrárias/UFScar. Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental. Rodovia Anhanguera, km 174. Araras, SP. E-mail: [pamonque@cca.ufscar.br](mailto:pamonque@cca.ufscar.br)

<sup>3</sup> Aluna de graduação do curso de engenharia agrônômica do CCA/UFSCar - bolsista FAPESP. E-mail: [erikanbraga@gmail.com](mailto:erikanbraga@gmail.com)

<sup>4</sup> Aluno de graduação do curso de engenharia agrônômica do CCA/UFSCar. E-mail: [marcelo.malardo@hotmail.com](mailto:marcelo.malardo@hotmail.com)

mixtures of herbicides: mesotrione + atrazine ( $0.25 + 3.0 \text{ L ai ha}^{-1}$ ) and diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl ( $1386 + 391 + 33.35 \text{ g i ha}^{-1}$ ). The treatments were arranged in factorial  $8 \times 2 \times 2$  design, composed by eight evaluated depths (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 cm), two covers (with or without straw) and two rainfall simulation after herbicide application (20 and 40 mm). Herbicides were applied to columns filled with clay soil and with 0 and  $10 \text{ t ha}^{-1}$  of straw coverage. After herbicide application, the columns were placed under simulated rainfall during the time necessary to apply the equivalent of 20 and 40 mm of rain. After this process, the columns remained for 72 hours in the horizontal position and opened longitudinally to sowing *M. aegyptia* (target plant). Mesotrione + atrazine presented, in greater depth (23 cm), control of *M. aegyptia* under 40 mm rainfall and the ineffective control under 20 mm of precipitation with or without straw. Diuron + hexazinone + sulfometuron had control until close to 15 cm depth in both rainfall simulations and the straw had little interference in the action of this mixture.

**Keywords:** morning glory, chemical control, leaching, percolation

## Introdução

A presença de plantas daninhas nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar é considerada um dos principais problemas do sistema produtivo da cultura. Estudos da interferência de plantas daninhas na cana-de-açúcar relataram perdas de produtividade de 82% devido a competição com *Urochloa decumbens* (Kuva et al., 2001) e 33% devido a infestação mista de *Panicum maximum* e diferentes espécies de folhas largas (Meirelles et al., 2009).

Dentre as espécies de folhas largas frequentes em canaviais destaca-se *Merremia aegyptia*, conhecida popularmente por corda-de-viola (Kuva et al., 2007). Segundo Azania et al. (2009), para o controle de *Ipomoea* spp e *Merremia* spp ser considerado eficiente são necessárias duas aplicações de herbicida, uma após a colheita e outra aos 100 a 120 dias após a primeira pulverização, situação que depende do monitoramento e metodologia específica para o controle dessas plantas infestantes.

O controle destas plantas daninhas em área com colheita mecanizada de cana-de-açúcar pode ser dificultado porque a presença da camada de palha sobre o solo afeta a dinâmica dos herbicidas. Segundo Prata et al. (2003), o movimento descendente dos herbicidas no solo é influenciado pela interação entre sua característica físico-química (solubilidade,  $K_{oc}$ ,  $K_{ow}$  e  $pK_a$ ) com o solo (matéria orgânica,

tamanho e distribuição dos colóides e poros, densidade e pH), e regime pluviométrico.

Para herbicidas de elevada adsorção, o conteúdo de matéria orgânica do solo deve ser considerado, pois quanto mais alto, maior é a adsorção do herbicida, conseqüentemente menor a lixiviação. Em solos arenosos, a lixiviação será ainda maior do que em solos siltosos ou argilosos (Prata et al., 2003). Em solos com baixo teor de matéria orgânica e CTC efetiva, verificou-se, por exemplo, o aumento na ocorrência de efeitos fitotóxicos do s-metolachlor às culturas e na probabilidade de contaminação de águas subterrâneas (Procópio et al., 2001).

Quando um herbicida é aplicado sobre a palha, é interceptado pela superfície desta e torna-se vulnerável à volatilização e/ou fotólise. O transporte de herbicidas da palha para o solo depende da capacidade da palha de cobrir o solo e reter esses herbicidas, das características físico-químicas do herbicida, e do período em que a área permanece sem chuva após a aplicação (Carbonari et al., 2010).

A lixiviação é fundamental para a incorporação superficial da maioria dos herbicidas, atingindo sementes ou plantas em germinação, mas, quando excessiva, pode carrear-los para camadas mais profundas do solo, limitando sua ação e podendo, inclusive, promover contaminação do lençol freático. Monquero et al. (2008), verificaram que após 20

mm de chuva, o herbicida trifloxysulfurom-sodium + ametryn provocou sintomas decrescentes de fitotoxicidade em plântulas de pepino que emergiram de 0 a 20 cm; já para os herbicidas diuron+ hexazinone e imazapyr o efeito foi observado até 10 cm. Por sua vez, a precipitação de 40 mm fez com que as misturas diuron + hexazinone provocassem injúrias severas nas plantas de pepino até 15 cm de profundidade. Os herbicidas trifloxysulfurom-sodium + ametryn e imazapyr foram detectados até 20 cm de profundidade. Com 80 mm de simulação de chuva, o herbicida diuron + hexazinone causou fitotoxicidade até 35 cm, e os herbicidas trifloxysulfurom-sodium + ametryn, imazapyr até 25 cm de profundidade.

Tendo em vista o efeito da palha de cana-de-açúcar no sistema de produção, este

trabalho teve como objetivo avaliar o manejo de *M. aegyptia* pela aplicação de herbicidas em pré-emergência na presença e ausência de palha em solo argiloso submetido a diferentes lâminas de água.

## Material e Métodos

Os experimentos foram realizados em casa-de-vegetação do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em Araras, SP. O CCA encontra-se entre as coordenadas geográficas de 22°21'25" S e 47°23'03" W, e altitude de 629 m. Amostras de solo foram retiradas de um solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico com textura argilosa (Embrapa, 1999), até a profundidade de 40 cm. Os resultados da análise química e física podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Análises química e física das amostras de solo utilizada

Latossolo Vermelho Distrófico													
P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	Argila	Areia	Silte
mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	Ca Cl <sub>2</sub>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>				%		%			g kg <sup>-1</sup>	
15	24	5,1	2,5	28	12	40	0,4	42,5	82,5	52	660	150	190

Dois experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Em cada experimento foi avaliado uma mistura de herbicida: mesotrione + atrazine (0,25 + 3,0 L i.a. ha<sup>-1</sup>) e diuron + hexazinone + sulfometuron (1386 + 391 + 33,35 g i. ha<sup>-1</sup>). Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 8 x 2 x 2, sendo oito profundidades avaliadas (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 cm), duas coberturas (com e sem palha) e duas lâminas de água após a aplicação dos herbicidas (20 e 40 mm).

As unidades experimentais foram constituídas de colunas de PVC de 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento, preenchidas com solo argiloso. Os tubos foram envoltos internamente por uma camada de parafina a fim de evitar escorrimento lateral da solução do solo. Na parte basal, para reter o solo e permitir

a drenagem, foram colocadas telas de sombrite 50%. As colunas de solo foram, então, submetidas à irrigação por capilaridade, até se apresentar saturado no topo. Após isto, os canos foram colocados em um suporte e suspensos, permitindo-se desta forma, o escoamento da água durante 48 horas para restaurar sua capacidade de campo.

Os herbicidas foram aplicados em duas situações distintas, a primeira sobre uma camada correspondente a 10 t ha<sup>-1</sup> de palha de cana colocada no topo de cada coluna, e nesses tratamentos foram acopladas peças de PVC de 10 cm de diâmetro com altura suficiente para acondicionar esse material. Na segunda situação, às aplicações foram realizadas diretamente no solo (sem a presença de palha). As misturas dos herbicidas foram aplicadas com pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>,

provido de barra de pulverização contendo dois bicos tipo leque Teejet 110.02 e com volume de aplicação de 200L ha<sup>-1</sup>. No momento da aplicação a velocidade do vento, temperatura e umidade do ar foram de 0,3 ms<sup>-1</sup>, 26°C e 30%.

Um dia após a aplicação dos herbicidas, os tubos foram colocados sob simulador de chuva, com intensidade de precipitação de 1 mm min<sup>-1</sup>, durante o tempo necessário para aplicar as lâminas de água de 20 e 40 mm. Após este processo, as colunas permaneceram em repouso por 72 horas. Os tratamentos que receberam 10 t ha<sup>-1</sup> de palha, tiveram a estrutura acoplada ao cano de PVC retirada cuidadosamente juntamente com a palha, segundo metodologia proposta por Hixson (2008) e então todas as colunas (com palha e sem palha), foram colocadas na posição horizontal e abertas longitudinalmente. Cada coluna foi dividida em oito seções de 5 cm, medidas a partir da superfície onde os herbicidas foram aplicados. Em cada seção foi semeada uma linha contínua de sementes de *M. aegyptia*.

Aos 7, 14 e 21 dias após emergência (DAE), foram avaliadas visualmente possíveis alterações nas plântulas caracterizadas como efeitos fitotóxicos dos herbicidas. Estas avaliações foram baseadas em critérios qualitativos, segundo ALAM (1974), com escala percentual de notas, onde 0 (zero) corresponde a nenhuma injúria na planta e 100 (cem) a morte das plantas. Aos 21 DAE foi determinada a massa da matéria seca da parte aérea das plantas, para isto, as plantas foram cortadas rente ao colo e o material colhido foi seco em estufa com circulação forçada de ar (65 ±2 °C) por 72 horas.

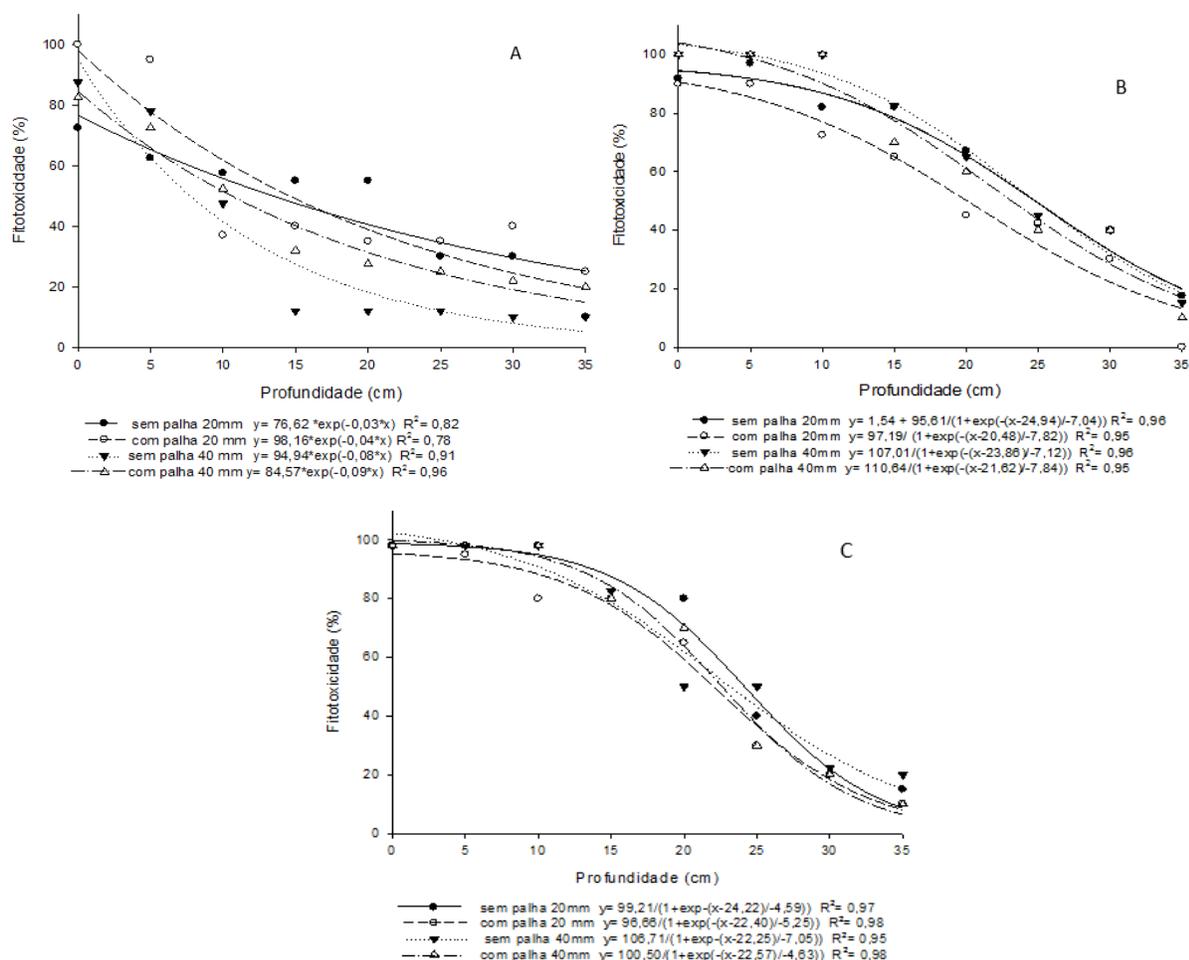
Os dados obtidos para cada um dos herbicidas foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico computacional ASSISTAT. Quando significativos, os resultados foram analisados com o emprego de regressões não lineares.

## Resultados e Discussão

A fitotoxicidade de diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl em *M. aegyptia* com 20 e 40 mm de precipitação pode ser observada na Figura 1. Observa-se evolução da fitotoxicidade com o passar do tempo em todos os tratamentos, sendo que aos 21 DAE, a fitotoxicidade foi igual ou maior que 80% até próximo a 15 cm de profundidade, independente da umidade e da presença de palha. Os sintomas observados foram de clorose e necrose nas internervuras e bordas foliares nas plântulas presentes em menor profundidade e redução inicial do porte e posterior necrose nas plântulas que oriundas das sementes colocadas em maior profundidade. Estes sintomas são clássicos dos inibidores do FSII e de ALS, respectivamente (Zhou et al., 2007; Vidal; Merotto Jr, 2001).

Garcia et al. (2012) verificaram que para o solo de textura argilosa, os herbicidas diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl e hexazinone atingiram aproximadamente 10 e 13 cm de profundidade com simulação de 0 e 40 mm, respectivamente. Os mesmos autores verificaram que estes herbicidas proporcionaram 80% de controle de *Ipomoea triloba* para a profundidade de 10 cm no solo de textura argilosa, independente da precipitação.

Com plantas bioindicadoras, Cason et al. (2010) observaram que com a simulação de 20 mm de precipitação em solo de textura argilosa, a mistura diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl provocou fitotoxicidade de aproximadamente 80% até os 20 cm de profundidade. Quando a simulação foi de 40 mm, os autores observaram maior lixiviação desse herbicida, que provocou essa mesma porcentagem de controle, até 25 cm de profundidade. Importante ressaltar que dos três ingredientes ativos desta mistura, o hexazinone apresenta alta solubilidade em água (29.800 ppm a 25 °C), necessitando de pouca umidade para se movimentar e atuar (Bouchard et al., 1985).



**Figura 1.** Porcentagem de fitotoxicidade de diuron+hexazinone+sulfometuron-methyl em *M. aegyptia* após aplicação em solo argiloso com ou sem palha com simulação de 20 e 40 mm de chuva aos 7 (A), 14 (B) e 21(C) DAE.

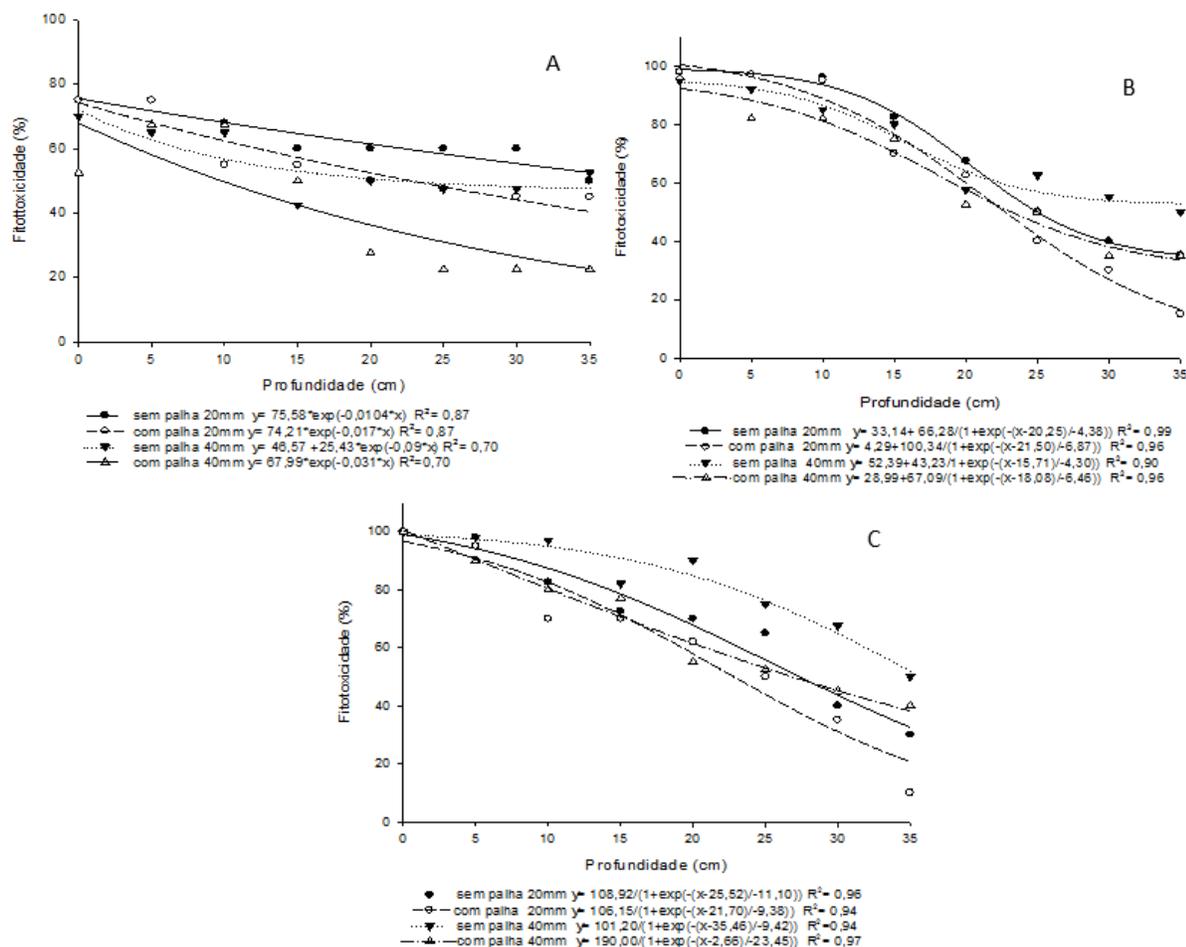
Em relação a fitotoxicidade de *M. aegyptia* provocada pelo uso de mesotrione + atrazine (Figura 2 A - C) com 20 mm de precipitação houve pouca diferença entre os manejos com e sem palha, sendo verificado controle igual ou superior a 80% até 11 cm de profundidade com palha e 14 cm no tratamento sem palha. Quando a precipitação foi de 40 mm houve maior diferença entre o controle com ou sem palha. Maior fitotoxicidade foi observada com o tratamento sem palha e 40 mm de chuva (controle até 23 cm de profundidade) após a aplicação dos herbicidas, sendo que o controle variou de 100 a 55% aos 0 e 35 cm de profundidade, respectivamente. A presença de

palha na superfície no momento da aplicação reteve parte do herbicida, o qual apresentou fitotoxicidade igual ou maior a 80% até a profundidade de 12 cm. Segundo Orzari et al. (2013), *M. aegyptia* pode apresentar germinação em profundidades maiores no solo, chegando até a 20 cm. Os autores também ressaltam que a partir da profundidade de 10 cm apenas algumas plantas emergiram, porém apresentavam-se cloróticas e, conseqüentemente, mais suscetíveis a qualquer método de manejo.

A adição de baixas doses de atrazine com mesotrione em aplicações de pós-emergência causa um efeito sinérgico no controle de algumas plantas consideradas

difíceis, inclusive para algumas plantas daninhas perenes (Armel et al., 2000a, 2000b). Alguns pesquisadores têm sugerido que o aumento da atividade herbicida da mistura de inibidores da HPPD com inibidores do fotossistema II (PSII) resulta da inter-relação entre seus modos de ação; entretanto, nenhum autor tem reportado como a atrazine afeta a

absorção, translocação ou o metabolismo dos inibidores da HPPD (Abendroth et al., 2006). Neste trabalho, observou-se que quando usado em pré-emergência a mistura de mesotrione+ atrazine também foi eficiente para o controle de *M. aegyptia*, entretanto, houve influência da presença de palha e umidade.



**Figura 2.** Porcentagem de fitotoxicidade de mesotrione + atrazine em *M. aegyptia* em solo argiloso com ou sem palha com simulação de 20 e 40 mm de chuva aos 7 (A), 14 (B) e 21(C) DAE.

De acordo com Jone e Griffin (2008), em canavial localizado no estado de Louisiana, EUA, os herbicidas atrazine e a mistura diuron + hexazinone quando usados em pré-emergência para o controle de *Ipomoea coccinea* (espécie também da família Convolvulaceae) resultaram em controle inicial

acima de 90%. Contudo, as notas decresceram para menos de 50% aos 77 dias após a aplicação dos herbicidas, em virtude da emergência de novas plantas nas parcelas. Da mesma forma, Correia et al. (2010) verificaram que a associação de mesotrione aos herbicidas atrazine, metribuzin e diuron + hexazinone foi



mais eficaz no controle de *M. aegyptia* do que quando aplicado sozinho, o que corrobora com os dados de fitotoxicidade deste trabalho, principalmente no tratamento sem palha e com 40 mm de chuva que apresentou 100% de controle da menor profundidade.

Com relação a massa da matéria seca da parte aérea de *M. aegyptia*, com o uso de

mesotrione + atrazine, observa-se, que os maiores valores foram observados nas maiores profundidades, demonstrando a limitação da lixiviação deste herbicida nos tratamentos com 20 mm de chuva com e sem palha ou com 40 mm mas com a presença de palha (Tabela 2).

**Tabela 2** – Massa da matéria seca da parte aérea de *M. aegyptia* submetida às misturas mesotrione + atrazine e diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl com simulação de 20 e 40 mm de chuva em solo argiloso aos 21 DAE.

Mesotrione + atrazine				
Profundidade (cm)	Com Palha		Sem Palha	
	Precipitação (mm)			
	20	40	20	40
0	0,00 c	0,00 a	0,01 b	0,00 c
5	0,03 bc	0,05 a	0,07 a	0,01 c
10	0,03 bc	0,04 a	0,09 a	0,03 c
15	0,05 ab	0,05 a	0,05 ab	0,04 b
20	0,08 a	0,06 a	0,07 a	0,08 a
25	0,07 a	0,10 a	0,05 a	0,09 a
30	0,09 a	0,10 a	0,07 a	0,05 b
35	0,09 a	0,09 a	0,08 a	0,09 a
DMS (5%)	0,04	0,14	0,05	0,03
CV (%)	33,12	55,24	32,66	45,94

Diuron + hexazinone + sulfometuron				
Profundidade (cm)	Com Palha		Sem Palha	
	Precipitação (mm)			
	20	40	20	40
0-5	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
5-10	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
10-15	0,07 a	0,08 a	0,05 ab	0,08 a
15-20	0,10 a	0,09 a	0,04 ab	0,12 a
20-25	0,09 a	0,11 a	0,12 a	0,11 a
25-30	0,11 a	0,13 a	0,13 a	0,13 a
30-35	0,09 a	0,15 a	0,13 a	0,15 a
35-40	0,12 a	0,07 a	0,11 a	0,07 a
DMS (5%)	0,12	0,12	0,09	0,12
CV (%)	36,45	24,18	13,14	45,74

Teste de Tukey a 5%. DMS: diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação. Obs.: letras iguais indicam que, o nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias.

O uso de diuron+ hexazinone + precipitação e sem palha com 20 e 40 mm de sulfometuron-methyl proporcionou diferenças precipitação, sendo que em todos os casos, os nos tratamentos com palha e 40 mm de menores valores de massa da matéria seca foram

encontrados na profundidade de 0-10 cm (Tabela 2).

Kaufmann et al. (2012) registraram em um Argissolo Vermelho Amarelo com 3% de argila, 73% de silte e 24% de areia maior concentração de atrazine e de diuron na profundidade de 5 cm após uma precipitação aplicada de 15 mm e também verificaram a presença dos herbicidas no solo por mais de 100 dias, o que poderia contribuir no controle de novos fluxos de emergência de plantas daninhas, o que é importante para espécies que podem apresentar sementes dormentes, como é o caso de *M. aegyptia*.

## Conclusões

A eficiência da mistura de herbicidas mesotrione + atrazine no controle de *M. aegyptia* foi influenciada pela palha de cana-de-açúcar e a lâmina de água aplicada, com maior controle da planta daninha em solo sob aplicação de 40 mm de precipitação (23 cm). O diuron+ hexazinone + sulfometuron-methyl controlou até a faixa de 15-20 cm de profundidade no solo argiloso, independente da presença de palha e da quantidade de chuva simulada.

## Referências

ABENDROTH, J.A.; MARTIN, A.R.; ROETH, F.W. Plant response to combinations of mesotrione and photosystem II inhibitors. **Weed Techn.**, v. 20, n.1, p.267-274. 2006.

ARMEL, G.R.; WILSON, H.P.; HINES, T.E. Control of two perennial weeds with ZA 1296. **Proc. N. Cent. Weed Sci. Soc.** v.55, p. 47-48, 2000a.

ARMEL, G.R.; WILSON, H.P.; HINES, T.E. Response of two perennial weeds to ZA 1296. **Weed Sci. Soc. Am. Abstr.** v.40, p.110-111, 2000b.

ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación em

ensayos de control de malezas. **ALAM**, Bogotá, v. 1, p. 35-38, 1974.

AZANIA, C.M. et al. Manejo químico de Convolvulaceae e Euphorbiaceae em cana-de-açúcar em período de estiagem. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.841-848, 2009.

BOUCHARD, D.C.; LAVY, T.L.; LAWSON, E.R. Mobility and persistence of hexazinone in a forest watershed. **Journal of Environmental Quality**, v.14, n.2, p.229-233, 1985.

CARBONARI, C.A. et al. Efeitos de períodos de permanência de clomazone + hexazinona no solo e na palha de cana-de-açúcar antes da ocorrência de chuvas na eficácia de controle de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.28, n.1, p.197-205, 2010.

CASON, J.B. et al. Lixiviação e persistência de diuron+hexazinone+sulfometuron, hexazinone, sulfometuron e diuron. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., Ribeirão Preto, 2010. **Resumos...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010. p.3396-3400.

CORREIA, N.M.; BRAZ, B.A.; FUZITA, W.E. Eficácia de herbicidas aplicados nas épocas seca e úmida para o controle de *Merremia aegyptia* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.631-642, 2010.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

GARCIA, D.B. et al. Lixiviação de diuron, hexazinone e sulfometuron-methyl em formulação comercial e isoladamente em dois solos contrastantes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.222-230, 2012.

HIXSON, A.C. **Soil properties affect simazine and saflufenacil fate, behavior, and performance.** 242 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - North Carolina State University, 2008.

JONES, C.A.; GRIFFIN, J.L. Residual red morningglory (*Ipomoea coccinea*) control with

- foliar- and soil-applied herbicides. **Weed Technology**, v.22, n.3, p.402-407, 2008
- KAUFMANN, V. et al. Transporte de atrazine e de diuron no perfil de um argissolo. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.17, n.1, p.149-157, 2012.
- KUVA, M.A. et al. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.501-511, 2007.
- KUVA, M.A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.323-330, 2001.
- MEIRELLES, G.L.S.; ALVES, P.L.C.A.; NEPOMUCENO, M.P. Determinação dos períodos de convivência da cana-soca com planta daninhas. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.67-73, 2009.
- MONQUERO, P.A. et al. Potencial de lixiviação de herbicidas no solo submetidos a diferentes simulações de precipitação. **Planta Daninha**, v.26, n.2, p.403-409, 2008.
- ORZARI, I. et al. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Planta Daninha**, v.31, n.1, p.53-61, 2013.
- PRATA, F. et al. Glyphosate sorption and desorption in soils with different phosphorous levels. **Scientia Agricola**, v.60, n.1, p.175-180, 2003.
- PROCÓPIO, S.O. et al. Efeito da irrigação inicial na profundidade de lixiviação do herbicida s-metolachlor em diferentes tipos de solo. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.409-417, 2001.
- SOUZA, Z.M. et al. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, p.271-278, 2005.
- VIDAL, R.A.; MEROTTO JR., A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001. 152p.
- ZHOU, Q. et al. Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.89, n.2, p.89-96. 2007.