

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**RENATA LIMA MACHADO DA SILVA**

**SELETIVIDADE DO HALOSULFURON-METHYL APLICADO NA PRÉ-  
SEMEADURA DA CULTURA DA MAMONEIRA EM SOLOS COM DIFERENTES  
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS**

**CAMPINA GRANDE – PB  
2013**

**RENATA LIMA MACHADO DA SILVA**

**SELETIVIDADE DO HALOSULFURON-METHYL APLICADO NA PRÉ-  
SEMEADURA DA CULTURA DA MAMONEIRA EM SOLOS COM DIFERENTES  
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento a exigência para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadores: Dr. Augusto G. F. Costa

Professora Dr<sup>a</sup> Valeria Veras Ribeiro

CAMPINA GRANDE- PB

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

S586s

Silva, Renata Lima Machado da.

Seletividade do *halosulfuron-methyl* aplicado na pré-semeadura da cultura da mamoneira em solos com diferentes características químicas e físicas [manuscrito] / Renata Lima Machado da Silva. – 2013.

27 f.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2013.

“Orientação: Prof. Dr. Augusto Guerreiro Fontoura Costa, Embrapa Algodão.”

“Co-Orientação: Profa. Ma. Valeria Veras Ribeiro, Departamento de Ciências Biológicas.”

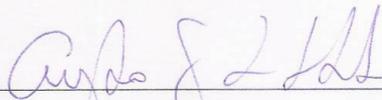
1. Herbicidas. 2. *Ricinus communis* L. 3. Dessecação. I. Título.

CDD 21. ed. 632.9

**SELETIVIDADE DO HALOSULFURON-METHYL APLICADO NA PRÉ-  
SEMEADURA DA CULTURA DA MAMONEIRA EM SOLOS COM DIFERENTES  
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS**

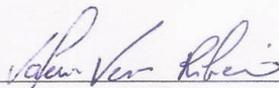
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Graduação  
em Licenciatura Plena em Ciências  
Biológicas da Universidade  
Estadual da Paraíba, em  
cumprimento a exigência para  
obtenção do grau de Licenciado em  
Ciências Biológicas.

Aprovação em: 23/08/2013



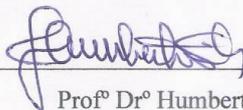
Drº. Augusto Guerreiro Fontoura Costa/ Embrapa Algodão

Orientador



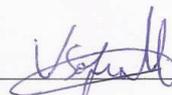
Profª Drª Valeria Veras Ribeiro/ UEPB

Orientadora



Profº Drº Humberto Silva/UEPB

Examinador



Drº Valdinei Sofiatti/ Embrapa Algodão

Examinador

# SELETIVIDADE DO HALOSULFURON-METHYL APLICADO NA PRÉ-SEMEADURA DA CULTURA DA MAMONEIRA EM SOLOS COM DIFERENTES CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS

Renata Lima Machado da Silva <sup>(1)</sup>, Augusto Guerreiro Fontoura Costa <sup>(2)</sup>, Valeria Veras Ribeiro <sup>(3)</sup>

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade do herbicida halosulfuron-methyl aplicado antes da semeadura da mamona, em solos com diferentes características químicas e físicas. Foram conduzidos dois experimentos em condições de casa-de-vegetação em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a cinco períodos entre a aplicação do herbicida e a semeadura (0, 7, 14, 21 e 28 dias) e uma testemunha sem aplicação. Os solos utilizados como substrato em cada experimento foram classificados como arenoso e franco-argilo-arenoso. As avaliações realizadas foram: fitointoxicação visual e altura de plantas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência (DAE); diâmetro do caule, área foliar, volume de raízes, massa seca de parte aérea e raízes aos 28 DAE. O halosulfuron-methyl é seletivo a mamoneira nos dois solos estudados, arenoso e franco-argilo-arenoso, independentemente do período entre a aplicação do herbicida e a semeadura.

**Palavras-chave:** herbicida. tolerância. *Ricinus communis* L.. dessecação.

---

<sup>(1)</sup>Graduanda no Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, bolsista de iniciação científica (CNPq/PIBIC). R. Baraúnas, 351. CEP: 58429-500. Campina Grande-PB. renatalmsilva@gmail.com.

<sup>(2)</sup>Pesquisador Doutor da Embrapa Algodão, R. Oswaldo Cruz, 1143. CEP 58428-095. Campina Grande-PB.

augusto.costa@embrapa.br, <sup>(3)</sup>Professora Doutora da Universidade Estadual da Paraíba, R. Baraúnas, 351. CEP 58429-500. Campina Grande. valeriavr@ccbs.uepb.edu.br.

# **SELECTIVITY OF HALOSULFURON-METHYL APPLIED IN PRE-SOWING ON CASTOR CROP IN SOILS WITH DIFFERENT CHEMICAL AND PHYSICAL CHARACTERISTICS**

## **ABSTRACT**

The aim of this work was to evaluate the selectivity of the herbicide halosulfuron-methyl applied before cotton sowing, in soils with different chemical and physical characteristics. Two trials were conducted in green-house conditions in a completely randomized design with four replications. The treatments corresponded to five periods between herbicide application and sowing (0, 7, 14, 21 and 28 days) and a control without application. The soils used as substrate in each experiment were classified as sandy and sandy clay loam. The evaluations made were: visible phytointoxication and plant height at 7, 14, 21 and 28 days after emergence (DAE); stem diameter, leaf area, root volume, dry mass of aerial part and roots at 28 DAE. The halosulfuron-methyl is a selective to castor in both soils, sandy clay loam and sandy, regardless of the period between herbicide application and sowing.

Keywords: herbicide. tolerance. *Ricinus communis* L. burndown.

## INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa com destacada importância no Brasil e no mundo, como fornecedora de matéria-prima industrial de inúmeros produtos, principalmente o óleo extraído das sementes. Além de ser considerada uma cultura agrícola de importância econômica e social, a possibilidade de óleo de mamona na produção de biodiesel aumentou o interesse do mercado por sua cadeia produtiva (SEVERINO *et al.*, 2006a; SANTOS *et al.*, 2007). Entretanto, verifica-se que a indústria ricinoquímica continua sendo o principal destino do óleo de mamona devido aos melhores preços pagos no mercado internacional.

Apesar de a mamoneira ser considerada uma das espécies de maior produtividade e teor de óleo (NASS *et al.*, 2007), mesmo com o maior incentivo à produção de mamona nos últimos anos, em distintas esferas governamentais (SANTOS *et al.*, 2007), não se tem verificado aumento substancial da área plantada (148 mil ha em 2011/12), com a produtividade se mantendo entre 600 e 700 kg ha<sup>-1</sup> no Brasil (CONAB, 2013). Esse rendimento está bem abaixo do potencial produtivo da cultura nas condições brasileiras, ao se considerar produtividades que superam 2.000 ou até 4.000 Kg ha<sup>-1</sup> (SEVERINO *et al.*, 2006b; FERRARI NETO *et al.*, 2011; SORATTO *et al.*, 2011).

Para se evitar perdas e alcançar maiores níveis de rendimento, um dos fatores primordiais é o manejo de plantas daninhas, pois as espécies infestantes competem pelos recursos disponibilizados à mamoneira, interferindo no desenvolvimento da cultura e, conseqüente, em sua produtividade, a qual pode ser reduzida em até 86%, de acordo com Azevedo *et al.* (2006).

Devido à escassez e crescente custo da mão de obra, o controle mecânico predominantemente utilizado em mamoneira tem resultado no desafio de desenvolvimento de

práticas alternativas que integrem o manejo de plantas daninhas em mamoneira. Nesse sentido, o controle químico tem sido avaliado como principal opção, sendo os estudos de seletividade de herbicidas fundamentais para averiguar sua viabilidade técnica. Entre os resultados obtidos, há indicativos de que a mamoneira seja tolerante ao halosulfuron-methyl aplicado em pós-emergência (SILVA *et al.*, 2010; COSTA *et al.*, 2012), representando importante opção para o controle de tiririca (*Cyperus rotundus*).

Devido à frequência nas áreas de produção e a dificuldade de controle dessa espécie, a continuidade dos estudos e o desenvolvimento de novas estratégias de manejo podem tornar os programas de controle de plantas daninhas mais eficientes. Para tanto, a possibilidade de se aplicar o halosulfuron antes da semeadura poderia contribuir para a redução prévia da infestação de tiririca. Entretanto, para essa modalidade de aplicação, o efeito residual também pode interferir na seletividade desse herbicida a mamoneira. Sabe-se ainda que as características físicas e químicas dos solos afetam o processo de sorção dos herbicidas e, conseqüentemente, a disponibilidade dos mesmos para absorção radicular por parte da planta cultivada.

Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar a seletividade do herbicida halosulfuron quando aplicado antes da semeadura da mamoneira, em solos com diferentes características químicas e físicas.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Nos sistemas de produção de mamona, como em qualquer cultura agrícola, a ocorrência de plantas daninhas está entre os principais fatores que interferem na produtividade. Além disso, a mamoneira possui metabolismo fotossintético C<sub>3</sub> e crescimento inicial lento (AZEVEDO *et al.* 2007) e é cultivada em espaçamentos largos nas principais áreas de produção, sendo, portanto, pouco competitiva por causa das características da espécie e dos sistemas de produção geralmente adotados.

O período crítico de prevenção à interferência das plantas daninhas no cultivo da mamoneira pode variar de acordo com as diferentes condições de cultivo. Foi verificado sua ocorrência entre 14 e 84 dias após a emergência (DAE) no espaçamento 2 x 1 m, com cultivar de porte médio na região Nordeste (AZEVEDO *et al.*, 2006), sendo que o mesmo foi substancialmente reduzido para o período entre 9 aos 25 DAE quando utilizado espaçamento de 0,5 x 0,5 m com cultivar de porte baixo na região Sudeste (MACIEL *et al.*, 2006).

Para evitar a interferência das plantas daninhas o manejo utilizado tem sido basicamente com o controle mecânico utilizando enxada ou cultivador, resultando em baixa eficiência e dependência de mão-de-obra, cada vez mais escassa e de custo elevado. Como alternativa, o controle químico é considerado o método mais prático e econômico, principalmente para cultivos mais tecnificados (MACIEL *et al.*, 2008) e em larga escala, havendo necessidade de aprimoramento dos programas de manejo de plantas daninhas (SOFIATTI *et al.*, 2012). Entretanto, poucas são as opções viáveis para o controle químico (MACIEL *et al.*, 2011), havendo a necessidade de novos estudos que identifiquem herbicidas seletivos à mamoneira (SILVA *et al.*, 2012).

Entre as espécies de plantas daninhas a serem manejadas, a tiririca (*Cyperus rotundus* L.) é considerada a mais danosa e problemática, principalmente devido a elevada capacidade

competitiva e de propagação (DOR; HERSHENHORN, 2013). A mesma ocorre na cultura da mamoneira e exige, portanto, o desenvolvimento de estratégias específicas de controle. Com base na relevância do controle químico como alternativa de manejo, o halosulfuron-methyl representa a principal opção, pois não apresentou redução no crescimento e elevados níveis de fitotoxicidade a mamoneira quando aplicado em pós-emergência (SILVA *et al.*, 2010). É um herbicida do grupo químico das sulfoniluréias, com mecanismo de ação de inibição da enzima acetolactato sintase (ALS) e elevada eficácia de controle para a tiririca e outras ciperáceas (VITELLI, 2010).

Apesar do indicativo da viabilidade técnica do halosulfuron no cultivo da mamoneira, muitas vezes o nível de controle atingido em pós-emergência pode não ser satisfatório, principalmente em áreas com elevados níveis de infestação inicial, exigindo outras estratégias. Além disso, devido a sensibilidade da mamoneira à competição inicial com as plantas daninhas, a aplicação do halosulfuron antes da semeadura na modalidade denominada como “dessecação” ou “manejo” poderia ser uma alternativa para reduzir previamente a infestação, pois se sabe que os dessecantes comumente utilizados apresentam baixa eficiência de controle da tiririca. Considerando como vantagem à seletividade, Souza *et al.* (2001) verificaram menores níveis de toxidez do halosulfuron ao algodoeiro, quando o mesmo foi aplicado antes da semeadura, em relação a aplicação em pós-emergência. No que se refere à eficácia, de acordo com Wehtje *et al.* (2006), o halosulfuron possui efeito sobre a tiririca não somente pela absorção via foliar, mas também pela atividade residual no solo. Como exemplo, Walters e Young (2010) constaram maior nível de controle de plantas daninhas [*Digitaria ischaemum* (Schreb. *ex* Shweig) Schreb. *ex* Muhl e *Amaranthus retroflexus* L.] e produtividade de abóbora (*Curcubita pepo* L.) quando o clomazone+ethalfluralin foram associados ao halosulfuron em aplicação de pré-emergência antes da semeadura.

Um dos importantes fatores que pode afetar a tolerância das culturas ao halosulfuron é sua persistência no ambiente edáfico. Sua degradação é maior com o aumento da temperatura e redução do pH do solo, sendo também influenciada pela umidade e textura, o que proporciona ao herbicida meia-vida variando entre 7 e 98 dias (DERMIATY; YAMAMOTO, 1997). Além disso, considerando-se a disponibilidade dos herbicidas para absorção radicular, a seletividade dos compostos residuais está muito relacionada com as características físicas e químicas dos solos, pois alteram a capacidade de adsorção desses produtos (SILVA *et al.*, 2012). Rocha *et al.* (2013) consideram que existem poucos estudos sobre o comportamento de herbicidas em solos tropicais e que os resultados dessas pesquisas são de grande importância para fazer recomendações seguras do ponto de vista técnico e ambiental. A persistência do herbicida no solo também influencia o período necessário entre a aplicação e a semeadura, visando minimizar os possíveis efeitos fitotóxicos à cultura a ser implantada.

Para a cultura da mamoneira, as pesquisas voltadas a seletividade dos herbicidas considerando as características físico-química dos solos podem favorecer a ampliação de alternativas ou estratégias de controle de plantas daninhas, principalmente das espécies frequentes e de maior dificuldade de controle.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos com a cultura da mamoneira em condições de casa de vegetação, localizada na Embrapa Algodão em Campina Grande-PB (7°13'20''S e 35°54'14''W). Para cada ensaio foi utilizado um substrato que correspondeu a um tipo de solo, originário da camada arável de localidades de Barbalha-CE e Lagoa Seca-PB. A caracterização química dos solos foi realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas pertencente à Embrapa Algodão conforme descrito por Embrapa (1997). Para análise textural os solos foram passados em peneira com malha de 2 mm e secos à sombra conforme descrito por Embrapa (1997) e em seguida classificados texturalmente no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Os resultados das análises físico-químicas são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características físico-químicas dos solos utilizados nos experimentos

Origem	pH H <sub>2</sub> O <sup>1</sup> 1:2,5	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S	H+Al	T	Al <sup>+3</sup>	V	P	M.O.
										%	mg.dm <sup>-3</sup>	g.Kg <sup>-1</sup>
Barbalha	6,9	97,6	55,3	1,6	7,6	162,1	18,2	180,3	ND	89,9	11,9	20,7
L. Seca	6,1	14,4	5,4	0,4	1,2	21,4	15,7	37,1	ND	57,7	11,3	8,8
Características físicas												
Origem do solo	Granulometria (%)			Classificação textural								
	Areia	Silte	Argila									
Barbalha	53,60	24,51	21,89	Franco-argilo-arenoso								
L. Seca	84,80	9,41	5,79	Arenoso								

<sup>1</sup>pH H<sub>2</sub>O: pH em água; Ca<sup>+2</sup>: Cálcio; Mg<sup>+2</sup>: Magnésio; Na<sup>+</sup>: Sódio; K<sup>+</sup>: Potássio; S: Soma de bases; H+Al: acidez potencial; T: Capacidade de troca catiônica; Al<sup>+3</sup>: Alumínio; V: Saturação de bases; P: fósforo; MO: Matéria orgânica.

Foi determinado o fósforo remanescente conforme metodologia descrita por Alvarez e Fonseca (1990) e a capacidade máxima de adsorção de fósforo para cada solo conforme metodologia descrita por Braga e Defelipo (1974). Após a análise química fez-se o cálculo da adubação fosfatada dos solos. A adubação nitrogenada prevista foi de 50 g de N m<sup>-3</sup> de solo.

Os solos foram peneirados em malha de 2 mm, secos à sombra, adubados com 10 Kg de superfosfato simples e 100 g de uréia por  $m^{-3}$  de solo, os quais foram utilizados para preencher recipientes (vasos) de 2L de capacidade, constituindo-se nas parcelas experimentais.

Os dois experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado, com cinco períodos entre a aplicação do herbicida halosulfuron e a semeadura (0, 7, 14, 21 e 28 dias) e uma testemunha sem aplicação, para cada tipo de solo, com quatro repetições. Para manutenção da umidade adequada nos recipientes, a partir do primeiro dia de aplicação foi realizada irrigação diária correspondente a 5 mm de precipitação, por meio de um sistema composto por micro aspersores com acionamento pré-programado por meio de um “timer”.

O herbicida halosulfuron foi aplicado diretamente no solo úmido antes da semeadura na dose de 112,5 g i.a.  $ha^{-1}$ , conforme registro no MAPA para o controle de *Cyperus rotundus* L. na cultura da cana-de-açúcar (MAPA, 2013). Foi utilizando um pulverizador costal, a pressão constante com  $CO_2$ , munido de barra com quatro pontas de pulverização de jato plano antideriva 11002, espaçadas a 0,5 m entre si, posicionadas a 0,5 cm de altura do alvo, com consumo de 200 L de calda  $ha^{-1}$ . As aplicações ocorreram nos diferentes momentos correspondentes aos períodos antes da semeadura, de acordo com os tratamentos.

A cultivar utilizada foi a BRS Energia, cujas sementes foram tratadas previamente com a mistura comercial dos fungicidas carboxina + tiram (200 + 200 g i. a.  $L^{-1}$ ) e o inseticida imidacloprido (600 g i. a.  $L^{-1}$ ), ambos na dose de 5 mL  $Kg^{-1}$  (MAPA, 2013). Todos os tratamentos foram semeados no mesmo dia, com três sementes por vaso a 3,0 cm de profundidade, sendo o desbaste realizado cinco dias após a emergência das plântulas para permanência de uma planta por vaso. Durante o período experimental as parcelas foram mantidas livres da presença de plantas daninhas por meio de controle manual para evitar o efeito de interferência das mesmas sobre o desenvolvimento das plantas de mamoneira.

Aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência (DAE) foram feitas avaliações da altura das plantas (cm) obtida a partir do colo até a inserção da gema apical por meio de régua graduada, e a fitointoxicação, por meio de escala visual de notas percentuais, onde 0% significou nenhum dano e 100% à morte das plantas, (SBCPD, 1995). Aos 28 DAE foram avaliados o diâmetro do caule, a área foliar, a biomassa seca da parte aérea, o volume e massa seca do sistema radicular. O diâmetro do caule foi mensurado no colo das plantas, rente ao solo utilizando um paquímetro digital. A área foliar foi obtida por estimativa a partir das dimensões foliares baseada no método descritos por Severino *et al.* (2004), utilizando-se de régua graduada para as medições de todas as folhas de cada planta. A biomassa seca foi obtida por secagem do material vegetal em estufa de ventilação forçada de ar, a 65 °C até alcançar massa constante. Em seguida foi determinada a massa de parte aérea e raízes em balança semi-analítica. O volume do sistema radicular foi determinado baseado na metodologia descrita por Silva *et al.* (2006), na qual as raízes são lavadas em água corrente e colocadas em uma proveta graduada com volume de 100 mL, contendo 50 mL de água e, ao adicionar-se as raízes determina-se o volume de água deslocada, sendo este valor equivalente ao volume ocupado pelas mesmas.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios de fitointoxicação (%) da mamoneira em solo arenoso, resultante das aplicações de halosulfuron antes da semeadura. Quando a semeadura foi realizada no mesmo dia da aplicação (0 DAS), pode se observar que houve algum efeito tóxico visual do herbicida aos 7 DAE, atingindo o percentual máximo aos 14 DAE (13,75%). Aos 21 e 28 DAE as plantas apresentaram recuperação com o percentual sendo reduzido a 2,5%. Para os demais tratamentos não houve efeito tóxico a ser destacado em relação à testemunha.

Tabela 2 - Efeito do halosulfuron em solo arenoso sobre a fitotoxicidade à mamoneira (%), aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência (valores médios).

Tratamento	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
Sem aplicação	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplicação 0 DAS	5,00	13,75	2,50	2,50
Aplicação 7 DAS	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplicação 14 DAS	0,00	1,25	0,00	0,75
Aplicação 21 DAS	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplicação 28 DAS	0,00	0,00	0,00	0,50

DAS = dias antes da semeadura; DAE = dias após a emergência.

Em relação à altura de plantas de mamoneira avaliada aos 7, 14, 21 e 28 DAE (Tabela 3), assim como para as demais características avaliadas (diâmetro do caule, área foliar, volume de raízes, massa seca do sistema radicular e parte aérea) ao final do período experimental (Tabela 4), não foi possível constatar efeito do halosulfuron, independente da época de aplicação. Portanto, em geral, verificou-se que a aplicação do herbicida halosulfuron antes da semeadura, mesmo no solo arenoso, não interferiu no crescimento da mamoneira.

**Tabela 3.** Efeito do halosulfuron em solo arenoso sobre a altura de plantas de mamoneira (cm), aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência.

Tratamento	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
Sem aplicação	9,13	11,00	12,37	12,62
Aplicação 0 DAS	7,13	9,62	10,75	11,25
Aplicação 7 DAS	8,63	10,75	11,12	11,37
Aplicação 14 DAS	9,38	12,37	12,62	13,12
Aplicação 21 DAS	9,50	11,62	12,00	12,00
Aplicação 28 DAS	8,38	10,25	10,87	11,50
F	2,60 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>
CV(%)	12,56	13,47	10,73	11,77

DAS = dias antes da sementeira; DAE = dias após a emergência.

\* significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

**Tabela 4.** Efeito do halosulfuron em solo arenoso sobre o diâmetro do caule (mm), área foliar (cm<sup>2</sup>), volume do sistema radicular (cm<sup>3</sup>), massa seca de parte aérea e raízes (g) de plantas de mamoneira aos 28 dias após a emergência.

Tratamento	Diâmetro do caule	Área foliar	Volume de raízes	M. seca de p. aérea	M. seca de raízes
Sem aplicação	5,92	73,51	8,75	0,65	0,60
Aplicação 0 DAS	5,92	115,19	7,33	0,96	0,46
Aplicação 7 DAS	5,53	101,51	7,50	0,81	0,57
Aplicação 14 DAS	6,28	111,65	9,75	0,94	0,72
Aplicação 21 DAS	5,09	72,23	9,50	0,66	0,61
Aplicação 28 DAS	6,10	103,01	7,00	0,71	0,53
F	0,66 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>
CV(%)	18,13	35,24	31,11	27,21	22,15

DAS = dias antes da sementeira.

\* significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

Para as condições de sementeira da mamoneira em solo franco-argilo-arenoso (Tabela 5), de maneira semelhante ao que foi verificado no ensaio com solo arenoso, foram observados baixos níveis de toxidez, se destacando somente o tratamento com aplicação a 0 DAS aos 14 DAE, quando ocorreu maior fitointoxicação das plantas para essa época de aplicação (18,3%). Mesmo sendo baixos, os níveis de fitointoxicação constatados principalmente para a aplicação mais próxima do momento da sementeira (0 DAS), em ambos

os solos, podem estar relacionados ao menor tempo para que ocorresse degradação do halosulfuron. Apesar da escassez de dados na literatura a respeito do tempo necessário entre a aplicação e a semeadura visando minimizar a fitointoxicação do halosulfuron em culturas sensíveis, alguns trabalhos sugerem dinâmica semelhante ao constatado no presente estudo. Souza *et al.* (2001), aos 75 dias após a semeadura do algodoeiro, constataram maior nível de redução na área foliar da cultura (46%) quando a aplicação foi realizada aos 2 DAS, em relação às aplicações realizadas aos 15 e 30 DAS, as quais resultaram em 14% de redução. Guerra *et al.* (2011) ao estudarem herbicidas inibidores da enzima ALS (tryfloxysulfuron-sodium ou pyriothiac-sodium) constataram maior fitointoxicação da planta indicadora (pepino), quando as semeaduras foram realizadas mais próximas do momento da aplicação desses compostos.

Como consequência da baixa ou ausente fitointoxicação visual verificada com as aplicações no solo franco-argilo-arenoso (Tabela 5), assim como ocorreu para o arenoso, não foi possível verificar interferência do halosulfuron na altura das plantas (Tabela 6), diâmetro do caule, área foliar, volume de raízes e massa seca de parte aérea e de raízes (Tabela 7), independente da época em que o herbicida foi aplicado.

**Tabela 5.** Efeito do halosulfuron em solo franco-argilo-arenoso sobre a fitotoxicidade à mamoneira (%), aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência (valores médios).

Tratamento	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
Sem aplicação	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplicação 0 DAS	0,00	18,33	0,67	1,67
Aplicação 7 DAS	0,00	0,00	2,00	0,50
Aplicação 14 DAS	0,00	0,00	1,68	0,00
Aplicação 21 DAS	0,00	0,00	0,00	0,00
Aplicação 28 DAS	0,00	0,00	0,00	0,00

DAS = dias antes da semeadura; DAE = dias após a emergência.

**Tabela 6.** Efeito do halosulfuron em solo franco-argilo-arenoso sobre a altura (cm) de plantas de mamoneira, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a emergência.

Tratamento	7 DAE	14 DAE	21 DAE	28 DAE
Sem aplicação	7,65	11,75	13,25	14,62
Aplicação 0 DAS	9,75	12,16	13,00	13,83
Aplicação 7 DAS	8,62	11,87	14,62	15,25
Aplicação 14 DAS	8,00	11,75	12,37	13,87
Aplicação 21 DAS	8,66	12,16	14,16	15,16
Aplicação 28 DAS	7,87	11,87	13,00	14,50 a
F	0,84 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
CV(%)	19,95	17,64	18,84	19,55

DAS = dias antes da semeadura; DAE = dias após a emergência.

\* significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

**Tabela 7.** Efeito do halosulfuron em solo franco-argilo-arenoso sobre o diâmetro do caule (mm), área foliar (cm<sup>2</sup>), volume do sistema radicular (cm<sup>3</sup>), massa seca de parte aérea e raízes (g) de plantas de mamoneira aos 28 dias após a emergência.

Tratamento	Diâmetro do caule	Área foliar	Volume de raízes	M. seca de p. aérea	M. seca de raízes
Sem aplicação	6,63	179,73	5,00	1,40	0,43
Aplicação 0 DAS	6,25	137,72	4,33	0,86	0,42
Aplicação 7 DAS	6,46	220,06	6,75	1,42	0,55
Aplicação 14 DAS	6,66	175,32	4,67	1,09	0,40
Aplicação 21 DAS	6,99	212,14	4,00	1,56	0,44
Aplicação 28 DAS	6,95	237,06	7,00	1,71	0,69
F	0,23 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>
CV(%)	17,59	40,96	36,21	48,16	44,74

DAS = dias antes da semeadura.

\* significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

Sabe-se que os solos com maiores teores de argila e matéria orgânica possuem maior capacidade de sorção e, portanto, resultam em maior quantidade de herbicida retido, reduzindo a quantidade disponível na solução do solo e, conseqüentemente, a absorção do mesmo pelas plantas (SILVA *et al.*, 2012), uma vez que o halosulfuron também é absorvido

pelas raízes, apesar da via principal ser a foliar (WEHTJE et al., 2006). Deve-se ainda destacar, que a matéria orgânica, por causa da sua alta capacidade de troca de cátions e da grande superfície específica, tem papel importante na sorção de herbicidas, sendo que sua influência nas propriedades físico-químicas passa a ser ainda maior nos solos tropicais, pois estes possuem predominantemente minerais de argila de baixa atividade. Adicionalmente, mesmo os minerais 2:1, como vermiculita e montmorilonita, apresentam efeito pouco menor sobre a adsorção de herbicidas em relação à matéria orgânica (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). Entretanto, no presente estudo, apesar do solo franco-argilo-arenoso possuir 2,4 e 3,8 vezes mais matéria orgânica e argila que o solo arenoso, respectivamente, não foi possível verificar interferência do herbicida sobre o crescimento da mamoneira em ambos os solos. Lynn *et al.* (2007) avaliaram o efeito residual da aplicação em cultura antecessora em solos com baixos teores de argila (franco-arenosos) e matéria orgânica (0,8%), nos quais constataram redução no crescimento da parte aérea de hortaliças (abóbora, espinafre e brócolis).

Em aplicações de pós-emergência com a mesma dose de halosulfuron ( $112 \text{ g i. a. ha}^{-1}$ ), Silva *et al.* (2010) não constataram reduções em todas as características de crescimento avaliadas (altura de plantas, diâmetro do caule e área foliar). Costa *et al.* (2012) também não observaram efeito do herbicida sobre a altura de plantas e diâmetro do caule, bem como sobre a massa seca de raízes. Os níveis de fitointoxicação obtidos por avaliações visuais foram considerados baixos em ambos os trabalhos. Somando-se esses resultados ao do presente estudo, nos quais, de maneira geral, não se constatou efeito negativo do herbicida aplicado antes da semeadura da mamoneira, é corroborada a hipótese de que a mamoneira seja considerada tolerante ao halosulfuron-methyl. Assim, a dessecação representa uma modalidade de aplicação alternativa para o halosulfuron, possibilitando a ampliação de

estudos de seletividade para o aprimoramento do manejo de plantas daninhas na cultura da mamoneira, especialmente em áreas com elevada infestação de tiririca.

## CONCLUSÃO

O halosulfuron-methyl é seletivo a mamoneira nos dois solos estudados, arenoso e franco-argilo-arenoso, independentemente do período entre a aplicação do herbicida e a semeadura.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V. H. V.; FONSECA, D. M. Definição de doses de fósforo para determinação da capacidade máxima de adsorção de fosfatos para ensaios em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.49-55, 1990.
- AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D. Controle de plantas daninhas. In: Azevedo, D. M. P.; Beltrão, N. E. M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 335-359.
- AZEVEDO, D. M. P.; SANTOS, J. W.; SANTOS, T. S.; LEÃO, A. B. Período crítico de competição entre mamoneira e plantas daninhas. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 10, n. 1/2, p. 1017-1024, 2006.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, v.21, p.73-85, 1974.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Mamona série histórica**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 19 jun. 2013.
- COSTA, A. G. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, D. R. D. S. Seletividade de herbicidas pós-emergentes à mamoneira para o controle de ciperáceas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 5, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS E ENERGÉTICAS, 2., 2012, Guarapari. **Anais...** Guarapari: EMBRAPA Algodão, 2012. 1 CD-ROM.
- DERMIYATI, S. K.; YAMAMOTO, I. Degradation of the herbicide halosulfuron-methyl in two soils under different environmental conditions. **Journal of Pesticide Science**, Tokyo, v. 22, n. 4, 282–287, 1997.
- DOR, E.; HERSHENHORN, J. Effect of low temperature on purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) reproductive biology. **Weed Science**, Champaign, v. 61, n. 2, p. 239-243, 2013.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. **rev. e atual**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FERRARI NETO, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P., COSTA, C. H. M. Plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no sistema plantio direto.

**Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 978-985, 2011.

GUERRA, N.; OLIVEIRA Jr, R. S.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA NETO, A. M.; SANTOS, G.; JUMES, T. M. C. Persistência de trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium em diferentes tipos de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 673-681, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

LYNN, P. B. SHREFLER, J. W.; WEBBER III, C. L.; TALBERT, R. E.; PAYTON, M. E.; WELLS, L. K.; MCCLELLAND, M. Injury potential from carryover of watermelon herbicide residues. **Weed Technology**, Champaign, v. 21, n. 2, p. 473-476, 2007.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; ZANOTTO, M. D.; AMARAL, J. G. C.; BERNARDO, R. S.; JARDIM, C. E.; ALVES, L. S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da mamona cultivar íris em diferentes espaçamentos de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracajú. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD ROM.

MACIEL, C. D. G., POLETINE, J. P., VELINI, E. D., AMARAL, J. G. C., ZANI, L. P., SANTOS, R. F., RODRIGUES, M., RAIMONDI, M. A.; RIBEIRO, R. B. Possibilidade de aplicação de misturas de herbicidas de ação total com jato dirigido em mamoneira de porte anão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 457-464, 2008.

MACIEL, C. D. G.; SILVA, T. R. B.; POLETINE, J. P.; VELINI, E. D.; ZANOTTO, M. D.; MARTINS, F. M.; GAVA, F. Seletividade e eficácia de herbicidas inibidores da enzima CCCase na cultura da mamona. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 609-616, 2011.

- MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrofit**. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 12 mar. 2013.
- NASS, L. L.; PEREIRA, P. A. A.; ELLIS, D. Biofuels in Brazil: an overview. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 2228-2237, 2007.
- OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H (Ed). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Omnipax: 2011. p. 263-304.
- ROCHA, P. R. R.; FARIA, A. T.; BORGES, L. G. F. C.; SILVA, L. O. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A. Sorção e dessorção do diuron em quatro solos brasileiros. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 231-238, 2013.
- SANTOS, R. F.; KOURI, J; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. T.; REQUIÃO, L. E. G. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: Azevedo, D. M. P.; Beltrão, N. E. M. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 21-41.
- SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p.753-762, 2004.
- SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N. E. M. **Mamona: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006a. 248 p.
- SEVERINO, L. S.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira influenciada por diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, p. 50-54, 2006b.
- SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G.; ANDRADE, R. A. Enraizamento de estacas de pitaya vermelha em diferentes substratos. **Caatinga**, Mossoró, v.19, n.1, p. 61-64, 2006.

SILVA, V. N. B.; SILVA, F. M. O.; SOFIATTI, V.; SILVA, K. C.; SILVA, D. M. Tolerância da cultura da mamoneira ao herbicida halosulfuron. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS E ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMBRAPA Algodão, 2010. CD-ROM.

SILVA, K. C.; SILVA, V. N. B.; SOFIATTI, V.; ZONTA, J. H.; LIMA, R. L. S.; SILVA, H. Tolerância de mamoneira ao herbicida pendimethalin em solos com diferentes capacidades de adsorção. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 12, p. 1298-1304, 2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42p.

SOFIATTI, V.; SEVERINO, L. S.; SILVA, F. M. O.; SILVA, V. N. B.; BRITO, G. G.; Pre and postemergence herbicides for weed control in castor crop. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v.37, n.1, p.235-237, 2012.

SORATTO, R. P.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; GIACOMO, B. M. S.; ZANOTTO, M. D.; FERNANDES, A. M. Espaçamento e população de plantas de mamoneira de porte baixo para colheita mecanizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 245-253, 2011.

SOUZA, L. S.; MARTINS, D.; CAMPOSILVAN, D., VELINI, E. D.; PALMA, V. Seletividade do halosulfuron isolado ou em mistura com glyphosate para culturas anuais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 351-358, 2001.

VITELLI, J. S.; MADIGAN, B. A; VAN HAAREN, P. E. Control techniques and management strategies for the problematic Navua sedge (*Cyperus aromaticus*). **Invasive Plant Science and Management**, Lawrence, v. 3, n. 3, p. 315-326, 2010.

WALTERS, S. A.; YOUNG, B. G. Effect of herbicide and cover crop on weed control in no-tillage jack-o-lantern pumpkin (*Curcubita pepo* L.) production. **Crop Protection**, Guilford, v. 29, n. 1, p. 30-33, 2010.

WEHTJE, G. R.; GILLIAM, C. H.; GREY, T. L.; BLYTHE, E. K. Potential for halosulfuron to control eclipta (*Eclipta prostrata*) in container-grown landscape plants and its sorption to container rooting substrate. **Weed Technology**, Champaign, v. 20, n. 2, p. 361-367, 2006.