



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

VIVIANE SOUSA ROCHA

MANEJO DE MAMONEIRA VOLUNTÁRIA NA CULTURA DA SOJA

Campina Grande (PB)

2016

VIVIANE SOUSA ROCHA

MANEJO DE MAMONEIRA VOLUNTÁRIA NA CULTURA DA SOJA

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 Guerreiro Fontoura Costa

Professora Dra. Dilma Maria de Brito de Melo Trovão

Campina Grande (PB)

2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

R672m Rocha, Viviane Sousa.
Manejo de mamoneira voluntária na cultura da soja
[manuscrito] / Viviane Sousa Rocha. - 2016.
30 p.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
Ciências Biológicas e da Saúde, 2016.
"Orientação: Profa. Dra. Dilma Maria de Brito de Melo
Trovão, Ciências Biológicas".
"Co-Orientação: Prof. Dr. Augusto Guerreiro Fontoura
Costa".

1. Mamoneira. 2. Soja. 3. Planta voluntária. I. Título.
21. ed. CDD 583.69

MANEJO DE MAMONEIRA VOLUNTÁRIA NA CULTURA DA SOJA

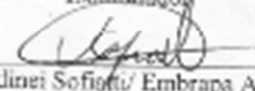
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento a exigência para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovação em: 23/03/2016


Dr. Augusto Guacrecino Fontoura Costa / Embrapa Algodão
Orientador


Profa. Dra. Dilma Maria de Brito de Melo Trovão / UEPB
Orientadora


Prof. Ms. José Valdir de Oliveira/UEPB
Examinador


Dr. Valdínez Soffiati / Embrapa Algodão
Examinador

MANEJO DE MAMONEIRA VOLUNTÁRIA NA CULTURA DA SOJA

Viviane Sousa Rocha⁽¹⁾, Augusto Guerreiro Fontoura Costa⁽²⁾, Dilma Maria de Brito de Melo Trovão⁽³⁾

RESUMO

A partir do interesse pela cultura da mamoneira como alternativa para rotação de culturas produtoras de grãos, especialmente na segunda safra após a soja, tem aumentado a preocupação da interferência de mamoneira voluntária nesses cultivos, demandando novas informações sobre seu controle. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o manejo de mamoneira voluntária com aplicações de herbicidas em pré e pós-semeadura da cultura da soja. Dois experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. O primeiro ensaio foi constituído com tratamentos para aplicações de manejo (dessecação): glyphosate (1080 g ha⁻¹); glyphosate + 2,4-D (1080 + 670 g ha⁻¹); glyphosate + carfentrazone-ethyl (1080 + 20 g ha⁻¹); glyphosate + flumioxazin (1080 + 25 g ha⁻¹); glyphosate + saflufenacil (1080 + 35 g ha⁻¹); glyphosate + chlorimuron-ethyl (1080 + 12,5 g ha⁻¹); diuron + paraquat (300 + 600 g ha⁻¹) e uma testemunha sem aplicação. No segundo experimento foram utilizadas doses de glyphosate para aplicações em pós-emergência da soja: zero, 90, 180, 360, 720, 1440, 2880 e 5760 g ha⁻¹. As avaliações realizadas foram: controle e altura de plantas aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA); diâmetro do caule, área foliar, volume de raízes, massa seca de parte aérea e raízes aos 21 DAA. As aplicações de diuron + paraquat e de glyphosate com 2,4-D, carfentrazone-ethyl, flumioxazin ou saflufenacil são opções mais eficientes para o controle de mamoneira na pré-semeadura da soja. O glyphosate a partir de 720 g ha⁻¹ na pós-emergência da cultura da soja resistente ao glyphosate é eficaz para o controle da mamoneira.

Palavras-chave: *Ricinus communis*, *Glycine max*, controle, herbicida.

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de importância econômica e social, de cujas sementes se obtém o óleo de rícino de excelentes propriedades e de largo uso como insumo industrial (SANTOS et al., 2007; NASS et al., 2007), lhe conferindo elevado valor comercial. Todavia, o consumo mundial tem sido limitado pela produção insuficiente, resultando em grande potencial econômico para ampliação do cultivo da mamoneira (CAMPBELL et al., 2014).

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de mamona, sendo que sua participação no montante produzido corresponde somente a menos de 1% do total (FAO, 2015). As médias de produção, área cultivada e produtividade são de 66 mil toneladas, 139 mil ha e 419 kg ha⁻¹, respectivamente, nas últimas cinco safras, sendo que 95% dessa produção está concentrada no Nordeste (CONAB, 2015). A análise dos sistemas produtivos de mamona nessa região mostra que estes possuem restrições de natureza diversa ao seu bom desempenho, oriundas do próprio sistema produtivo e no ambiente no qual se inserem (SILVA, 2009), principalmente no que se refere às limitações relativas ao regime hídrico e a baixa adoção tecnológica. Considerando-se que a mamoneira pode produzir mais de 2000 kg de sementes ha⁻¹ (SORATTO et al., 2011), a produtividade brasileira é considerada extremamente baixa, demandando o aprimoramento de seus sistemas de produção para maior rentabilidade e expansão da cultura.

Nesse cenário, aliada a obtenção de materiais genéticos recentes mais produtivos e precoces, bem como ao desenvolvimento da colheita mecanizada, o cultivo da mamoneira tem despertado o interesse para regiões agrícolas de maior nível tecnológico, como o cerrado brasileiro, principalmente como alternativa de rotação ou sucessão (segunda safra) a culturas produtoras de grãos, como a soja (SORATTO et al., 2012). Entre as vantagens do cultivo da mamoneira em segunda safra, além da sua tolerância à seca para esse período de menor disponibilidade hídrica, se destaca o retorno econômico direto a partir da comercialização de suas sementes, o que não ocorre com os cultivos que são utilizados para cobertura do solo, como a crotalária. Outro importante benefício é a possibilidade de ser utilizada na rotação de culturas para a redução de populações nematóides, pois a mamoneira é considerada resistente (não hospedeira) à determinadas espécies, como o *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* (SÁ et al., 2015).

Apesar desse potencial, uma das preocupações é a ocorrência de mamoneira voluntária nos cultivos posteriores ao desta oleaginosa. Plantas voluntárias, também denominadas

“guaxas” ou “tigueras” são oriundas de sementes perdidas no processo de colheita e se estabelecem dentro de outro cultivo, competindo por água, luz e nutrientes, além de serem hospedeiras de pragas e doenças. Por estarem ocorrendo em momento e local não desejados, se enquadram no conceito de plantas daninhas e devem ser manejadas a fim de minimizar as perdas, tanto quantitativas como qualitativas, da produção na cultura de interesse econômico (SILVA; CONCENÇO, 2014).

A presença da proteína tóxica ricina na semente da mamoneira está entre os maiores desafios para o seu cultivo em larga escala. Nesse contexto, a mamoneira como planta voluntária necessita de atenção especial, particularmente quando é utilizada em rotação com culturas alimentícias, pois as sementes produzidas a partir de sua infestação podem se misturar ao produto durante a colheita, como a soja, podendo implicar em sua desvalorização para comercialização. Portanto, o manejo de mamoneira voluntária é necessário como estratégia de prevenção a essa contaminação (SEVERINO et al., 2012; MCKEON et al., 2014) e demais interferências ocasionadas por essa espécie infestante, principalmente sobre a produtividade.

Para o manejo de plantas daninhas na cultura da soja, o controle químico é o método de controle mais utilizado, por se tratar de uma alternativa que apresenta praticidade, eficiência e rapidez na utilização, sendo basicamente utilizados dois momentos para aplicação de herbicidas: em pré e pós-semeadura (GAZZIERO, 2013).

O glyphosate associado ou não a outros herbicidas na dessecação já era prática comum para as cultivares convencionais de soja. Com o advento da soja geneticamente modificada resistente ao glyphosate, passou a existir a possibilidade de se utilizar esse herbicida na pós-emergência da cultura (EMBRAPA, 2014), sendo que a área de soja transgênica resistente ao glyphosate representa aproximadamente 75% do cultivo dessa oleaginosa no Brasil (RIZZARDI e SILVA, 2014). Portanto, com base na predominância do cultivo de soja resistente ao glyphosate, a possibilidade do uso deste composto isolado ou associado a outros ingredientes ativos representa alternativa para se desenvolver estratégias de controle da mamoneira. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o manejo de mamoneira voluntária com aplicações de herbicidas utilizados em pré e pós-semeadura na cultura da soja.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Pitelli (1985) os efeitos negativos ocasionados pela presença de plantas daninhas são resultantes de pressões ambientais diretas ou indiretas. Para a cultura da soja, conforme a espécie, a densidade e a distribuição da planta daninha na lavoura, os prejuízos podem ser significativos devido a redução da produtividade, dificuldades na operação de colheita e/ou comprometimento da qualidade e valor comercial do grão, principalmente devido ao aumento da umidade e presença de impurezas no produto colhido (GAZZIERO, 2013; EMBRAPA, 2014).

Considerando a possibilidade de integrar a produção de mamona aos demais cultivos de grãos, seja em sucessão ou rotação, uma das maiores preocupações estão relacionadas a presença da mamoneira voluntária nos cultivos posteriores a mesma. Além do risco de contaminação do produto devido à mistura com sementes de mamoneira, essa espécie possui considerável capacidade de sombreamento e conseqüente risco de redução da produtividade, bem como a possibilidade de interferência no processo de colheita. Adicionalmente existem dificuldades para o seu manejo devido à dormência e quantidade de reservas da semente, as quais possibilitam vários fluxos de germinação a partir de diferentes profundidades, inclusive sob a presença de palhada (SILVA, 2013), comum inclusive nas áreas de cultivo de soja onde se utiliza o sistema plantio direto. Gordon et al. (2011) mencionam que a mamoneira pode impactar em substanciais custos para seu controle mecânico e químico.

Conforme Costa et al. (2014), entre os herbicidas que não se mostraram seletivos a mamoneira e poderiam controlar a infestação da mesma na cultura de sucessão, podem ser citados: atrazina isolada ou em mistura com simazina ou metolachlor, diclosulan, 2,4-D, flumetsulan, imazaquin, imazapic, imazapyr, sulfentrazone, isoxaflutole, pyriithiobac-sodium, lactofen, fomesafen e trifloxysulfuron-sodium. Ainda Monquero et al. (2011) e Silva (2013) constataram eficácia no controle de mamoneira com saflufenacil, o qual pode ser utilizado na dessecação. (Brasil, 2015). Mckeon et al. (2014) verificaram que o glyphosate pode ser efetivo em prevenir mamoneira voluntaria no que se refere principalmente a redução de sua capacidade produtiva, mesmo quando aplicado em estádios mais tardios da planta infestante (63 dias após a emergência).

A partir da predominância de cultivares de soja resistentes ao glyphosate no Brasil, o manejo mais comum das plantas infestantes se realiza com a aplicação desse herbicida na dessecação antes da semeadura da soja e, em alguns casos, em mistura com outros pós-emergentes, como 2,4-D, chlorimuron-ethyl e flumioxazin. Após a emergência da cultura, a

grande maioria dos produtores faz uso apenas do glifosato devido a facilidade de manejo proporcionada por esse herbicida (MINOZZI et al., 2014), principalmente por controlar várias espécies de plantas daninhas.

Portanto, considerando-se o controle químico como o mais utilizado na cultura da soja (EMBRAPA, 2014), verifica-se que estudos que envolvam a avaliação da eficácia de herbicidas comumente utilizados, como o glyphosate, principalmente na modalidade de dessecção e pós-emergência, podem resultar em informações que contribuam para a recomendação de estratégias de manejo de mamoneira voluntária.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em condições de casa de vegetação na Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB. Os ensaios corresponderam a estudos de eficácia de herbicidas em pós-emergência para o controle de mamoneira voluntária na cultura da soja, sendo o primeiro voltado a aplicação em dessecação na pré-semeadura e o segundo para aplicações após a emergência da soja geneticamente modificada para resistência ao glyphosate. O primeiro ensaio foi conduzido entre outubro e novembro de 2014 e, o segundo, entre março e abril de 2015.

O solo utilizado como substrato em ambos os ensaios foi originário da camada arável (0 a 20 cm) de área agrícola em pousio na localidade de Barbalha-CE, classificado como Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 2013), franco-argilo-arenoso. A análise química do solo foi realizada conforme descrito por Embrapa (2011), no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Algodão, cujo resultado está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Características químicas do solo utilizado nos experimentos.

pH H ₂ O ¹ 1:2,5	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	S	H+Al	T	Al ⁺³	V	P	M.O.
mmol _c dm ⁻³									%	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹
6,5	155,3	70,5	5,6	5,6	237,0	10,7	247,7	ND	96,0	4,6	17,0

¹pH H₂O: pH em água; Ca⁺²: Cálcio; Mg⁺²: Magnésio; Na⁺: Sódio; K⁺: Potássio; S: Soma de bases; H+Al: acidez potencial; T: Capacidade de troca catiônica; Al⁺³: Alumínio; V: Saturação de bases; P: fósforo; MO: Matéria orgânica.

O solo foi peneirado em malha de 2 mm, seco à sombra, adubado com 10 kg de superfosfato simples e 100 g de ureia por m³ de solo e, logo em seguida, utilizado para preencher recipientes (vasos) com 4 L de capacidade, constituindo-se nas parcelas experimentais. A cultivar BRS Energia foi semeada como mamoneira voluntária, com nove sementes por vaso, a 3 cm de profundidade, sendo o desbaste realizado cinco dias após a emergência das plântulas para permanência de uma planta por recipiente. Para manutenção da umidade adequada no substrato foi realizada irrigação diária, por meio de um sistema composto por micro aspersores com acionamento pré-programado por meio de um “timer”. Durante o período experimental as unidades experimentais 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.

Os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. No primeiro, para avaliação da eficácia do controle químico em dessecação antes do plantio da soja, os tratamentos foram constituídos por glyphosate (1080 g ha^{-1}); glyphosate + 2,4-D ($1080 + 670 \text{ g ha}^{-1}$); glyphosate + carfentrazone-ethyl ($1080 + 20 \text{ g ha}^{-1}$); glyphosate + flumioxazin ($1080 + 25 \text{ g ha}^{-1}$); glyphosate + saflufenacil ($1080 + 35 \text{ g ha}^{-1}$); glyphosate + chlorimuron-ethyl ($1080 + 12,5 \text{ g ha}^{-1}$); diuron + paraquat ($300 + 600 \text{ g ha}^{-1}$) e uma testemunha sem aplicação. O segundo ensaio foi constituído de oito doses do herbicida glyphosate determinadas pelo seguinte critério: 0,0x; 0,125x; 0,25x; 0,5 x, 1x; 2x; 4x e 8x; em que x é a dose 720 g ha^{-1} , com base em metodologia descrita por Seefeldt et al. (1995) e nas informações disponibilizadas sobre as doses recomendadas para o herbicida, conforme o registro no MAPA para a cultura da soja geneticamente modificada resistente ao glyphosate (BRASIL, 2015).

As aplicações foram realizadas em pós-emergência da mamoneira com 4 e 6 folhas verdadeiras, utilizando-se 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} . Para o primeiro ensaio, foi adicionado óleo mineral a 0,25% (v v⁻¹) em todas as soluções de aplicação de herbicidas.

Aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) foi avaliada a altura das plantas, obtida a partir da superfície do solo até a inserção da gema apical, e o controle, por meio de escala visual de notas percentuais, onde 0% significa nenhum dano e 100% a morte das plantas (SBCPD, 1995).

Aos 21 DAA foram avaliados o diâmetro do caule, a área foliar, a biomassa seca da parte aérea, o volume e massa seca do sistema radicular em ambos os ensaios. O diâmetro do caule foi mensurado rente a superfície do solo utilizando um paquímetro digital. A área foliar foi obtida por estimativa a partir das dimensões foliares, conforme método descrito por Severino et al. (2004). 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. As biomassas secas da parte aérea e raízes das plantas foram obtidas por secagem do material vegetal em estufa de ventilação forçada de ar, a $65 \text{ }^\circ\text{C}$ por um período de 72 horas, até alcançar massa constante, com posterior pesagem em balança semi-analítica.

Os dados de ambos os ensaios foram submetidos à análise de variância. Para o primeiro experimento as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Para o segundo, a relação das características avaliadas com as doses de herbicidas foi ajustada por regressão não linear, empregando-se inicialmente o modelo log-logístico de quatro parâmetros:

$$y = d + \frac{a - d}{1 + (x / c)^b}$$

Nesse modelo, y representa a variável dependente, x a concentração do herbicida e a , b , c e d são parâmetros do modelo, em que a é a média da resposta da testemunha, b representa a declividade da curva, c é a concentração que proporciona 50% do valor da variável dependente (I_{50}) e d é a resposta média sob doses elevadas (SEEFELDT et al., 1995). Em caso de falta de ajuste ao modelo de quatro parâmetros, foi testado o ajuste dos dados ao modelo logístico de três parâmetros, o qual não inclui o parâmetro d :

$$y = \frac{a}{1 + (x / c)^b}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio 1 – Manejo de mamoneira voluntária na dessecação antes da semeadura da soja

Em todas as épocas de avaliação de controle (Tabela 2) foi possível verificar efeito dos tratamentos com herbicidas. As associações de glyphosate com 2,4-D, carfentrazone-ethyl, flumioxazin e saflufenacil, bem como a mistura de diuron + paraquat apresentaram maior eficácia, cujos percentuais estiveram acima de 95% aos 7 e 14 DAA, atingindo 100% aos 21 DAA. Glyphosate aplicado isolado ou em associação com chlorimuron-ethyl resultaram em menores percentuais de controle, entre 63 e 73% nas três épocas de avaliação. Foloni et al. (2011) verificaram que a associação de glyphosate com 2,4-D (1420 + 1340 g ha⁻¹) tem expressiva capacidade de desidratação da mamoneira quando aplicado para dessecação em pré-colheita, com efeito superior a aplicações isoladas de 2,4-D na mesma dose ou paraquat a 1200 g ha⁻¹, obtendo resultados semelhantes aos observados no presente estudo, em que a utilização de herbicidas combinados em uma mesma aplicação podem incrementar o controle da mamoneira, em relação a aplicações isoladas de determinados ingredientes ativos.

Tabela 2 - Controle (%) de mamoneira aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas.

Tratamento	7 DAA	14 DAA	21 DAA
Testemunha	0,0 c	0,0 c	0,0 c
Glyphosate (Gly)	63,3 b	70,0 b	73,0 b
Gly+2,4-D	97,3 a	99,0 a	100,0 a
Gly+Carfentrazone-ethyl	95,7 a	99,0 a	100,0 a
Gly+Flumioxazin	98,7 a	100,0 a	100,0 a
Gly+Saflufenacil	100,0 a	100,0 a	100,0 a
Gly+Chlorimuron-ethyl	63,3 b	66,7 b	67,7 b
Diuron+Paraquat	100,0 a	100,0 a	100,0 a
F	112,6*	341,4*	179,5*
CV (%)	7,4	4,1	5,7
DMS	16,2	9,3	12,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. DAA - dias após a aplicação dos herbicidas. * significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Para a altura de plantas (Tabela 3), assim como observado para o controle, foram constatados efeitos dos tratamentos em todas as avaliações. Em geral, diuron + paraquat e as associações contendo glyphosate, exceto com chlorimuron-ethyl, resultaram nos menores valores de altura ao longo das avaliações, ocasionando reduções crescentes nessa característica em relação à testemunha, as quais corresponderam, em média, a 51, 62 e 70% aos 7, 14 e 21 DAA, respectivamente. Para o glyphosate aplicado isolado ou combinado ao chlorimuron-ethyl foi possível verificar valores intermediários de altura a partir da segunda avaliação, com diminuições médias em relação a testemunha de 32% aos 14 DAA e de 41% aos 21 DAA. Entretanto, entre as demais associações de herbicidas, aos 21 DAA, somente a mistura de glyphosate + flumioxazin resultou em valor de altura significativamente inferior aos obtidos com glyphosate isolado ou combinado à chlorimuron-ethyl.

Tabela 3 - Altura (cm) de plantas de mamoneira aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas.

Tratamento	7 DAA	14 DAA	21 DAA
Testemunha	35,9 a	42,1 a	52,5 a
Glyphosate (Gly)	28,7 abc	28,6 b	29,7 bc
Gly+2,4-D	12,8 d	13,7 c	17,3 cd
Gly+Carfentrazone-ethyl	20,0 cd	18,7 c	16,2 cd
Gly+Flumioxazin	16,3 d	12,0 c	13,3 d
Gly+Saflufenacil	21,7 bcd	18,6 c	15,0 cd
Gly+Chlorimuron-ethyl	33,2 ab	28,6 b	32,5 b
Diuron+Paraquat	17,7 cd	17,1 c	16,7 cd
F	11,4*	30,9*	20,1*
CV (%)	18,5	14,0	21,6
DMS	12,2	8,9	14,7

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. DAA - dias após a aplicação dos herbicidas. * significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Em relação ao diâmetro do caule, os tratamentos diuron + paraquat e glyphosate associado com 2,4-D, carfentrazone-ethyl, flumioxazin ou saflufenacil reduziram o crescimento, em relação a testemunha, com diminuição média de 52%. Para área foliar, massa seca de parte aérea, volume e massa de raízes, todos os tratamentos herbicidas apresentaram efeito sobre essas características, com reduções médias em relação a testemunha de 98, 82, 86

e 92%, respectivamente. Para a massa seca de raízes, o efeito obtido com glyphosate + chlorimuron-ethyl foi significativamente inferior aos obtidos com as demais combinações de herbicidas, entretanto, para as demais características não foi possível constatar diferença significativa entre os tratamentos que receberam o controle químico (Tabela 4). Com relação a associação de glyphosate com chlorimuron-ethyl, não houve bom controle ou redução mais pronunciada de crescimento (altura, diâmetro do caule e massa seca de raízes) provavelmente devido à seletividade e baixa fitointoxicação ocasionada pelo chlorimuron-ethyl à mamoneira, conforme resultados anteriores obtidos em trabalhos em casa-de-vegetação e a campo (Sofiatti et al., 2012; Costa et al., 2014), indicando que os efeitos constatados para essa associação sobre a mamoneira no presente estudo, se devem basicamente à ação do glyphosate.

É importante salientar que, em geral, apesar de não ter sido possível constatar diferença significativa entre o glyphosate aplicado isolado e a maioria das demais associações de herbicidas sobre as características de crescimento aos 21 DAA, para controle e altura de plantas (Tabelas 2 e 3, respectivamente) verificou-se maior eficácia de diuron + paraquat e das associações de glyphosate com 2,4-D, carfentrazone-ethyl, flumioxazin e saflufenacil, principalmente nas duas primeiras avaliações, indicando também o efeito mais rápido desses tratamentos sobre a mamoneira. Vitorino et al. (2012) verificaram maior controle de corda-de-violão (*Ipomoea grandifolia*) aos 28 DAA com a combinação de glyphosate e saflufenacil (720 g. + 28 g ha⁻¹), em relação ao glyphosate aplicado isolado na mesma dose. Entretanto, para poaia-branca (*Richardia brasiliensis*) e guanxuma (*Sida rhombifolia*), a eficácia da mistura foi maior somente nas primeiras avaliações (3 e 7 DAA), não sendo possível constatar diferença entre esses tratamentos a partir dos 14 DAA. Rizzardi e Silva (2014) mencionam que a utilização de herbicidas na pré-semeadura da soja que tenham mecanismo de ação diferente do glyphosate e com efeito residual são importantes na preservação da tecnologia de resistência a esse herbicida (soja RR), quanto a prevenção dos casos de resistência de plantas daninhas. Nesse contexto, ressalta-se que herbicidas que apresentam efeito residual podem auxiliar no controle de novos fluxos de emergência de mamoneira e de outras espécies que estejam presentes no banco de sementes do solo.

Tabela 4 - Diâmetro do caule (mm), a área foliar (cm²), volume do sistema radicular (cm³), massa seca de parte aérea e raízes (g) de plantas de mamoneira aos 21 dias após a aplicação dos herbicidas.

Tratamento	DC	AF	MSPA	VR	MSR
Testemunha	13,7 a	3337,0 a	22,2 a	18,2 a	4,0 a
Glyphosate (Gly)	11,1 ab	440,9 b	4,7 b	6,3 b	0,8 bc
Gly+2,4-D	6,2 c	0,0 b	4,2 b	1,7 b	0,2 c
Gly+Carfentrazone-ethyl	8,1 bc	0,0 b	4,0 b	1,7 b	0,2 c
Gly+Flumioxazin	6,4 c	0,0 b	2,7 b	1,3 b	0,1 c
Gly+Saflufenacil	6,2 c	0,0 b	4,3 b	1,3 b	0,1 c
Gly+Chlorimuron-ethyl	10,9 ab	494,0 b	5,3 b	7,3 b	1,0 b
Diuron+Paraquat	6,2 c	0,0 b	3,5 b	1,8 b	0,1 c
F	18,4*	89,2*	47,6*	17,1*	66,0*
CV (%)	13,9	39,6	25,4	49,5	34,5
DMS	3,4	597,5	4,6	6,9	0,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. DC - diâmetro do caule, AF - área foliar, VR - volume do sistema radicular, MSPA - massa seca de parte aérea e MSR - massa seca de raízes. * significativo a 5% de probabilidade; ^{NS} não significativo.

Ensaio 2 – Manejo de mamoneira voluntária na pós-emergência da soja

A análise de variância indicou diferenças significativas para as doses do herbicida glyphosate em todas as características avaliadas, sendo verificado ajuste das curvas dose-resposta por meio de modelos log-logísticos de três e quatro parâmetros, os quais encontram-se na Tabela 5 e nas Figuras 1 a 6. Medeiros et al. (2013) também verificaram ajuste adequado de curvas dose-resposta com trifluralin para características de crescimento de plantas de mamoneira a partir desses mesmos modelos log-logísticos.

Para o controle das plantas de mamoneira (Figura 1 e Tabela 5), os valores absolutos dos parâmetros *b* e *c* (I₅₀) foram, respectivamente, crescentes e decrescentes ao longo das avaliações, indicando o aumento do efeito do herbicida ao longo do tempo. A dose necessária para promover 50% de controle aos 7 DAA foi de 756 g ha⁻¹ chegando a 451 g ha⁻¹ aos 21 DAA. Situação semelhante foi observada para a altura de plantas (Figura 2 e Tabela 5), principalmente no que se refere ao decréscimo no valor de I₅₀, pois para haver 50% de

redução do crescimento em altura, a dose de glyphosate correspondeu a 795 g ha⁻¹ na primeira avaliação e a 659 g ha⁻¹ aos 21 DAA. A tendência de estabilização das curvas próxima de 100% de controle e dos menores valores em altura ocorreu entre 720 e 1440 g ha⁻¹ aos 14 e 21 DAA. O tempo de 14 a 21 dias para maior expressão do efeito do herbicida glyphosate sobre a mamoneira constatado no presente trabalho é corroborada por Rodrigues e Almeida (2011), os quais reportaram que o amarelecimento progressivo das folhas, murcha, necrose e morte das plantas leva de 4 a 20 dias, conforme a espécie a ser controlada.

Tabela 5 - Parâmetros *a*, *b*, *c*, e *d* das curvas dose-resposta do modelo log-logístico para controle (%), altura (cm), diâmetro do caule (mm), a área foliar (cm²), volume do sistema radicular (cm³), massa seca de parte aérea e raízes (g) de plantas de mamoneira nas diferentes épocas de avaliação após a aplicação de glyphosate.

Característica	DAA	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Controle	7	99,9	-1,9	756,2	- ^{1/}
	14	100,0	-2,4	522,1	- ^{1/}
	21	100,0	-3,3	451,2	- ^{1/}
Altura	7	18,1	1,9	795,2	12,4
	14	20,6	1,9	707,8	10,0
	21	24,7	2,0	658,8	9,8
Diâmetro do caule	21	9,9	1,7	1175,6	3,4
Área foliar	21	783,3	2,9	388,3	- ^{1/}
Massa seca de parte aérea	21	6,1	1,8	413,6	- ^{1/}
Volume do sistema radicular	21	11,6	2,1	583,1	- ^{1/}
Massa seca de raízes	21	1,9	1,5	388,4	- ^{1/}

a = média da resposta da testemunha; *b* = declividade da curva; *c* = nível de herbicida que promove 50% de controle ou de redução do crescimento (*I*₅₀); *d* = média da resposta sob doses elevadas. DAA - dias após a aplicação dos herbicidas. ^{1/} modelo log-logístico de três parâmetros.

Correia e Durigan (2010) verificaram que o controle de plantas daninhas na cultura da soja geneticamente modificada resistente ao glyphosate é diretamente influenciado pela dose desse herbicida, havendo controle satisfatório com a aplicação única de 960 g ha⁻¹ ou a sequencial de 480 + 480 g ha⁻¹. Nesse contexto, portanto, ressalta-se que a aplicação sequencial do glyphosate na cultura da soja resistente ao glyphosate, prática comum realizada pelos produtores, representaria alternativa para o controle da mamoneira voluntária após a instalação da cultura, sendo necessários novos estudos para determinações de combinações de

doses em sequência e intervalo mais adequados entre as aplicações. Outra possibilidade a ser considerada seria a utilização da aplicação de glyphosate na pré-semeadura (dessecação), associado ou não a outros herbicidas, conforme avaliado no primeiro experimento do presente estudo, seguido de uma ou mais aplicações de glyphosate após a emergência da soja.

Mckeon e Brichta (2014) verificaram que o glyphosate (800 g ha^{-1}) aplicado aos 35 DAE ocasionou a morte de 47% das plantas de mamoneira aos 42 DAA. No mesmo trabalho, em aplicações mais tardias utilizando a mesma dose em sequência (aos 63 e 91 DAE), foi verificada somente 15% de mortalidade das plantas aos 49 DAA, indicando, portanto, maior susceptibilidade em plantas mais jovens. Entretanto, ambos os tratamentos ocasionaram efeito sobre a capacidade reprodutiva da mamoneira ao causarem a morte de mais de 96% das inflorescências e redução acima de 95% na germinação das sementes, indicando efeito relevante para o manejo preventivo visando evitar o aumento do banco de sementes dessa espécie.

O ajuste do modelo log-logístico da curva dose-resposta para o diâmetro do caule (Figura 3) resultou em um dos menores valores para o parâmetro b e a maior dose correspondente ao I_{50} (1175 g ha^{-1}), em relação às demais características avaliadas (Tabela 5), indicando baixa resposta dessa característica às doses do herbicida. Essa informação corrobora com a não constatação de efeito do glyphosate aplicado isolado sobre o diâmetro do caule no primeiro ensaio.

Para a área foliar o efeito do herbicida se mostrou bastante pronunciado (Figura 4), apresentando uma das maiores declividades da curva (parâmetro b) e um dos menores valores de I_{50} (388 g ha^{-1}) resultantes do ajuste ao modelo logístico, em relação às demais características avaliadas (Tabela 5). A tendência de estabilização do efeito da dose do glyphosate sobre a área foliar ocorreu a partir de 720 g ha^{-1} , semelhante ao observado para o controle e altura de plantas (Figuras 1 e 2, respectivamente).

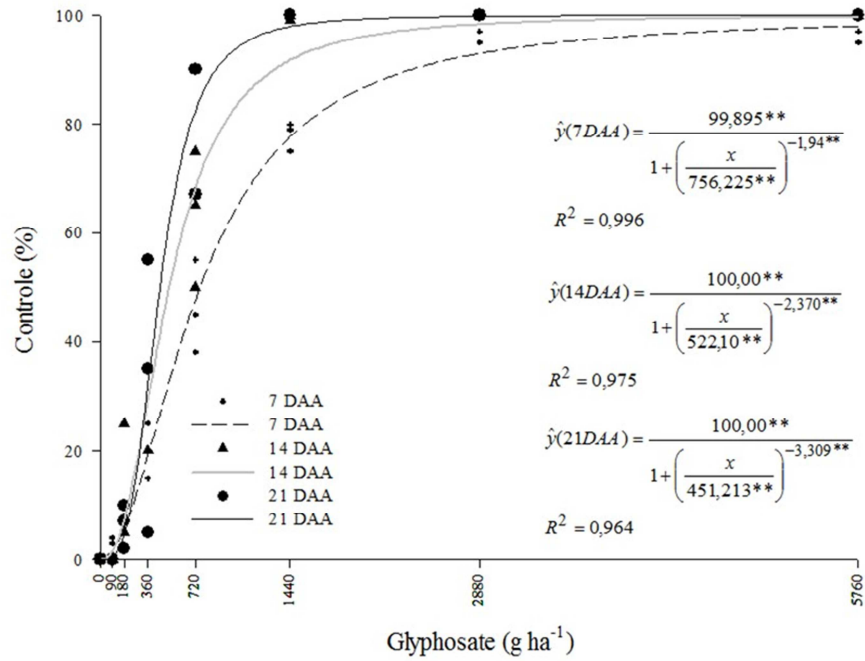


Figura 1 – Curvas de dose-resposta de glyphosate na percentagem de controle de mamoneira aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA).

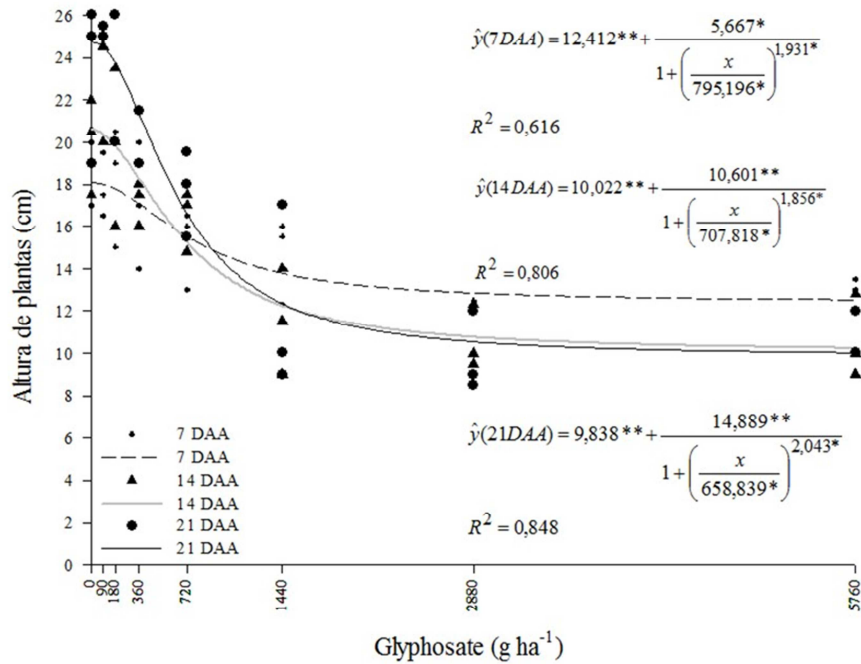


Figura 2 – Curvas de dose-resposta de glyphosate na altura das plantas de mamoneira aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA).

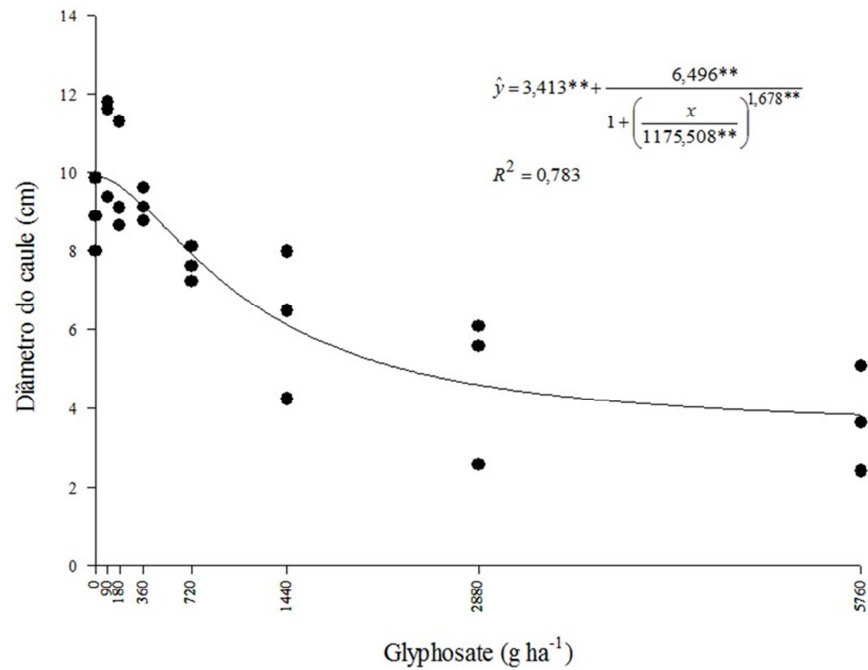


Figura 3 – Curva de dose-resposta de glyphosate no diâmetro do caule das plantas de mamoneira aos 21 dias após a aplicação.

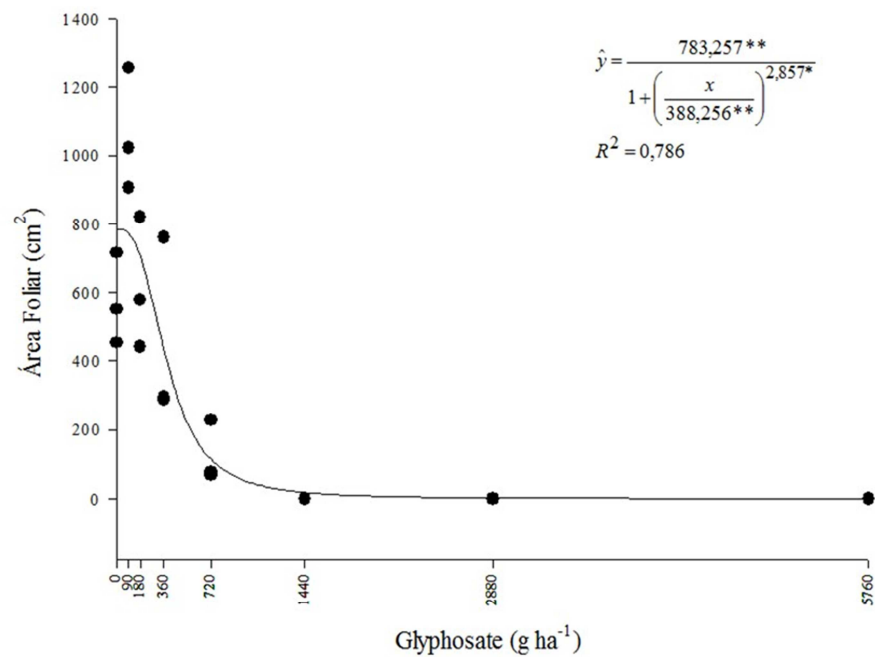


Figura 4 – Curva de dose-resposta de glyphosate na área foliar das plantas de mamoneira aos 21 dias após a aplicação.

O ajuste do modelo logístico da curva dose-resposta para massa seca da parte aérea (Figura 5) resultou em valor de I_{50} (412 g ha^{-1}) próximo ao verificado para área foliar (Tabela 5), confirmando a interferência desta no acúmulo de biomassa da parte aérea. De maneira semelhante, a proximidade dos valores das doses de 538 e 388 g ha^{-1} correspondentes ao I_{50} resultantes dos ajustes do modelo para volume e massa seca de raízes (Figuras 6 e 7, respectivamente), indicam a interdependência entre essas características, bem como a relação direta entre o crescimento da parte aérea e raízes nos estádios iniciais da mamoneira. Para a massa seca de parte aérea, raízes e o volume do sistema radicular, a tendência de estabilização do efeito do herbicida ocorreu entre 720 e 1440 g ha^{-1} . Portanto os resultados desse segundo ensaio corroboram aqueles obtidos no primeiro, no qual o glyphosate aplicado isolado em dose intermediária (1080 g ha^{-1}) promoveu reduções acima de 75% na área foliar, massa seca de parte aérea e raízes.

Sendo assim, de maneira geral, a partir dos resultados obtidos no segundo ensaio, constatou-se que o herbicida glyphosate aplicado a partir de 720 g ha^{-1} foi eficaz para o controle da mamoneira. Entretanto, o maior nível de controle ou as maiores reduções de crescimento observadas para as demais características ocorreram mais claramente a partir de doses mais elevadas, principalmente entre o intervalo de 720 e 1440 g ha^{-1} . Portanto, doses acima de 720 g ha^{-1} podem representar maior garantia de eficácia, principalmente quando há o intuito de se reduzir o risco de a mamoneira rebrotar e produzir sementes. Nesse contexto, é importante se respeitar as doses limites desse herbicida recomendadas para a soja RR (Brasil, 2015) e considerar também a possibilidade de aplicações sequenciais.

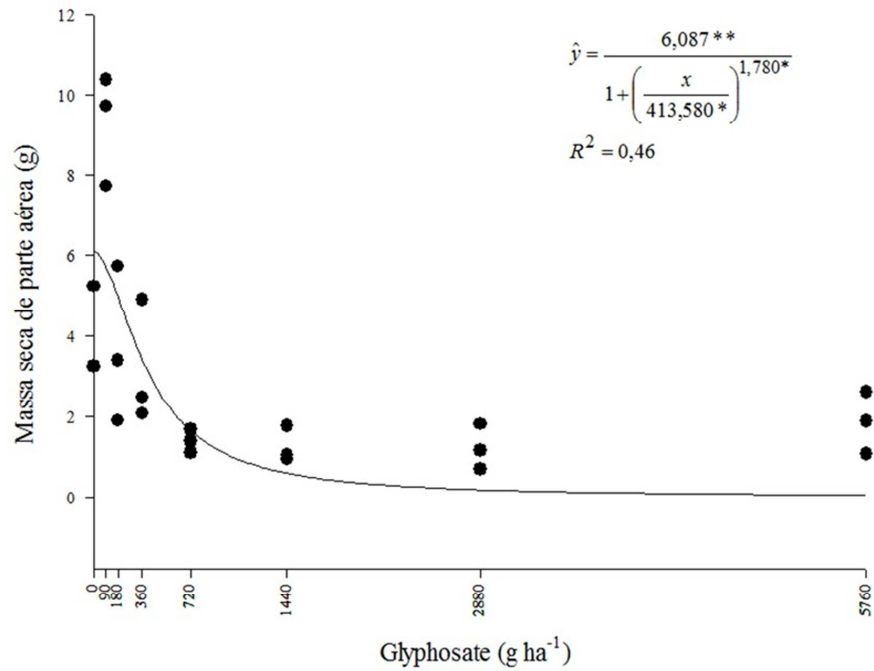


Figura 5 – Curva de dose-resposta de glyphosate na massa seca de parte aérea das plantas de mamoneira aos 21 dias após a aplicação.

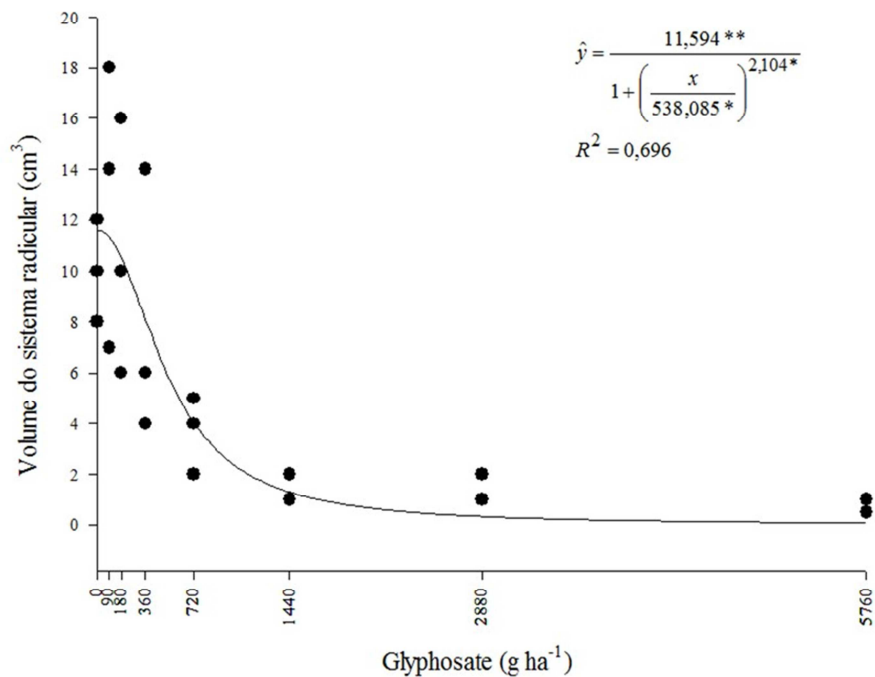


Figura 6 – Curva de dose-resposta de glyphosate no volume do sistema radicular das plantas de mamoneira aos 21 dias após a aplicação.

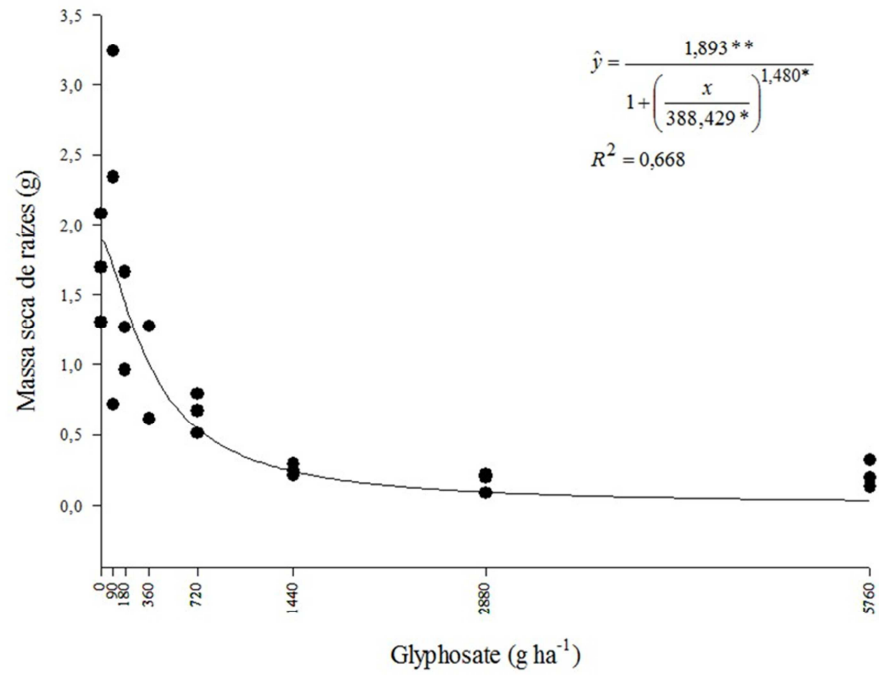


Figura 7 – Curva de dose-resposta de glyphosate na massa seca de raízes das plantas de mamoneira aos 21 dias após a aplicação.

5. CONCLUSÕES

As aplicações de diuron (300 g ha^{-1}) em mistura com paraquat (600 g ha^{-1}) e de glyphosate (1080 g ha^{-1}) associado com 2,4-D (670 g ha^{-1}), carfentrazone-ethyl (20 g ha^{-1}), flumioxazin (25 g ha^{-1}) ou saflufenacil (35 g ha^{-1}) são opções mais eficazes para o controle de mamoneira na dessecação, antes da semeadura da soja.

O herbicida glyphosate aplicado a partir de 720 g ha^{-1} na pós-emergência da cultura da soja é eficaz para o controle da mamoneira voluntária.

ABSTRACT

From the interest for castor crop as an alternative for rotation with grain crops, especially in the second season after soybean, it has increased the concern about interference of volunteer castor on these crops, demanding new information about its control. The aim of this study was to evaluate the volunteer castor management with herbicide applications used in pre and post seeding of soybean crop. Two trials were conducted in green-house conditions, in a completely randomized design with three replications. The first assay corresponded to treatments for desiccation applications: glyphosate (1080 g ha⁻¹); glyphosate + 2,4-D (1080 + 670 g ha⁻¹); glyphosate + carfentrazone-ethyl (1080 + 20 g ha⁻¹); glyphosate + flumioxazin (1080 + 25 g ha⁻¹); glyphosate + saflufenacil (1080 + 35 g ha⁻¹); glyphosate + chlorimuron-ethyl (1080 + 12.5 g ha⁻¹); diuron + paraquat (300 + 600 g ha⁻¹) and control without application. In the second experiment were used glyphosate doses for soybean post emergence applications: zero, 90, 180, 360, 720, 1440, 2880 e 5760 g ha⁻¹. The applications were made when castor was with 4 to 6 true leaves. The evaluations made were: control and plant height at 7, 14 and 21 days after application (DAA); stem diameter, leaf area, root volume, dry mass of aerial part and roots at 21 DAA. The applications of diuron + paraquat and glyphosate with 2,4-D, carfentrazone-ethyl, flumioxazin or saflufenacil are more efficient for castor control in pre seeding soybean. The glyphosate from 720 g ha⁻¹ in post emergence of soybean resistant to glyphosate is effective to castor control.

Keywords: *Ricinus communis*, *Glycine max*, control, herbicide.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agrofit**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 15 de maio de 2015.

CAMPBELL, D. N.; ROWLAND, D. L.; SCHNELL, R. W., FERRELL, J. A.; WILKIE, A. C. Developing a castor (*Ricinus communis* L.) production system in Florida, US: evaluating crop phenology and response to management. **Industrial Crops and Products**, v. 53, p. 221-227, 2014.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Mamona série histórica**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

CORREIA; N. M.; DURIGAN, J. C. Controle de plantas daninhas na cultura de soja resistente ao glyphosate. **Bragantia**, vol. 69, n. 2, p. 319-327, 2010.

COSTA, A. G.F.; SOFIATTI, V.; MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; SOUSA, J. I. Weed management strategies for castor bean crops. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 36, n. 2, p. 135-145, 2014.

EMBRAPA. **Controle de plantas daninhas**. In: Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil. Embrapa Soja - Sistemas de Produção 1, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/index.htm>>. Acesso em: 29 jun. 2014.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011. 230 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: 2013. 353 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of United Nations. **Food and Agricultural commodities production**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org>>. Acesso em: 17 ago. 2015.

FOLONI, S. HIRATA, A. C. S.; PEREIRA, D. N.; CARVALHO, M. L. M.; CASAVECHIA, D. Dessecação química em pré-colheita da mamona. **Ceres**, v. 58, n. 5, p. 665-669, 2011.

GAZZIERO, D. L. P. **Manejo de plantas daninhas na cultura da soja: uma filosofia de trabalho**. In: Monquero, P. A. Manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas. São Carlos: Rima Editora, 2014. p. 31-41.

GORDON, D. R.; TANCIG, K. J.; ONDERDONK, D. A.; GANTZ, C. A. Assessing the invasive potential of biofuel species proposed for Florida and the United States using the Australian Weed Risk Assessment. **Biomass and Bioenergy**, v. 35, p. 74-79, 2011.

MCKEON, T. A.; BRICHTA, J. Effect of glyphosate on the castor plant *Ricinus communis* L. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 3, n. 4, p. 397-399, 2014.

MEDEIROS, K. A. A.; SOFIATTI, V.; SILVA, H.; ZONTA, J. H.; COSTA, A. G. F.; SILVA, J. B. Tolerância de mamoneira ao herbicida trifluralin em solos com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1.333-1.339, 2013.

MINOZZI, G. B.; MONQUERO, P. A.; PEREIRA, P. A. Eficácia de diferentes manejos de plantas daninhas na cultura da soja transgênica. **Agrária**, v. 9, n. 3, p. 406-412, 2014.

MONQUERO, P.; COSTA, V. D.; KROLIKOWSKI, V. Saflufenacil no controle de *Luffa aegyptiana*, *Merremia cissoides*, *Mucuna aterrima* e *Ricinus communis*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 3, p. 176-182, 2011.

NASS, L. L.; PEREIRA, P. A. A.; ELLIS, D. Biofuels in Brazil: an overview. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 2228-2237, 2007.

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

RIZZARDI, M. A.; SILVA, L. Manejo de plantas daninhas eudicotiledôneas na cultura da soja Roundup Ready®. **Planta Daninha**, vol. 32, n. 4, p. 683-697, 2014.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**. 6ª ed. Londrina: Edição dos autores, 2011. 697p.

SÁ, R. O.; GALBIERI, R.; BÉLOT, J.; ZANOTTO, M. D.; DUTRA, S. G.; SEVERINO, L. S.; SILVA, C. J. Mamona: opção para rotação de cultura visando a redução de nematoides de galha no cultivo do algodoeiro. **Circular Técnica**. Cuiabá: Instituto Mato-grossense do Algodão, 2015. 12 p. (Circular Técnica, 15).

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.

SEEFELDT, S. S.; JENSEN, J. E.; FUERST, E. P. Log-Logistic analysis of herbicide dose – response relationships. **Weed technology**, v. 9, ed. 2, p. 218-227, 1995.

SEVERINO, L. S.; AULD, D. L.; BALDANZI, M.; CÂNDIDO, M. J. D.; CHEN, G.; CROSBY, W., HE, T. D. X.; LAKSHMAMMA, P.; LAVANYA, C.; MACHADO, O. L. T.; MIELKE, T.; MILANI, M.; MILLER, T. D.; MORRIS, J. B.; MORSE, S. A.; NAVAS, A. A.; SOARES, D. J.; SOFIATTI, V.; WANG, M. L., ZANOTTO, M. D.; ZIELER, H. A review on the challenges for increased production of castor. **Agronomy Journal**, v. 104, n. 4, p. 853-880, 2012.

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**, v. 8, n. 1, p.753-762, 2004.

SILVA, A. F.; CONCENÇO, G. Manejo de tigueras na sucessão soja RR - Milho RR. **Revista Plantio Direto**, n. 140, p. 2 – 6, 2014.

SILVA, M. F. M. M. **Sistemas produtivos de mamona para a produção de matéria-prima para o biodiesel na região nordeste do Brasil**. 2009. 150 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - UNB, Brasília, 2009.

SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G.; ANDRADE, R. A. Enraizamento de estacas de pitaya vermelha em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, v.19, n.1, p. 61-64, 2006.

SILVA, P. V. C. **Controle químico e influência da palha de cana-de-açúcar e da profundidade de semeadura na emergência de plantas daninhas**. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – UFSCar, Araras, 2013.

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**, v. 37, n. 1, p. 235-237, 2012.

SORATTO, R. P.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; FERNANDES, A. M.; ZANOTTO, M. D.; CRUSCIOL, C. A. Narrow row spacing and high plant population to short height castor genotypes in two cropping seasons. **Industrial Crops and Products**, v. 35, p. 244-249, 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**, v. 46, n. 3, p. 245-253, 2011.

VITORINO, H. S.; MARTINS, D.; COSTA, S. I. A.; MARQUES, R. P.; SOUZA, G. S. F.; CAMPOS, C. F. Eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas latifoliadas em mamona. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, n. 1, p. 127-131, 2012.