



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

KAROLINY CRUZ SILVA

TOLERÂNCIA DE *Ricinus communis* L. AO HERBICIDA PENDIMETHALIN EM
SOLOS COM DIFERENTES CAPACIDADES DE ADSORÇÃO

CAMPINA GRANDE - PB

2011

KAROLINY CRUZ SILVA

TOLERÂNCIA DE *Ricinus communis* L. AO HERBICIDA PENDIMETHALIN EM SOLOS COM DIFERENTES CAPACIDADES DE ADSORÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadores: Dr. Valdinei Sofiatti

Prof. Dr. Humberto Silva

CAMPINA GRANDE - PB

2011

S586t Silva, Karoliny Cruz.
Tolerância de *Ricinus communis L.* ao herbicida pendimethalin em solos com diferentes capacidades de adsorção [manuscrito] / Karoliny Cruz Silva. – 2011.
24 f. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2011.

“Orientação: Dr. Valdinei Sofiatti, Embrapa Algodão”.

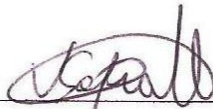
1. Mamona. 2. *Ricinus communis L.* 3. Herbicida.
I. Título.

KAROLINY CRUZ SILVA

TOLERÂNCIA DE *Ricinus communis* L. AO HERBICIDA PENDIMETHALIN EM SOLOS COM DIFERENTES CAPACIDADES DE ADSORÇÃO

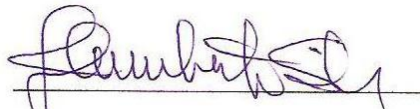
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovação em: 08 / 06 / 2011



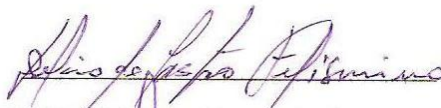
Dr.º Valdinei Sofiatti / EMBRAPA algodão

Orientador



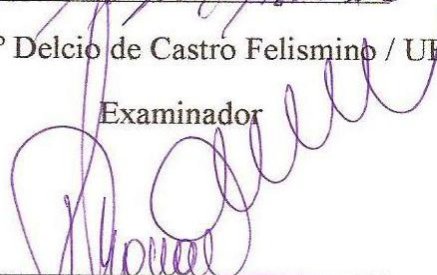
Prof.º Dr.º Humberto Silva / UEPB

Orientador



Prof.º Dr.º Delcio de Castro Felismino / UEPB

Examinador



Prof.ª Dr.ª Dilma Maria de Brito Melo Trovão / UEPB

Examinadora

TOLERÂNCIA DE *Ricinus communis* L. AO HERBICIDA PENDIMETHALIN EM SOLOS COM DIFERENTES CAPACIDADES DE ADSORÇÃO

SILVA, Karoliny Cruz¹; SOFIATTI, Valdinei²; SILVA, Humberto³; SILVA, Vivianny Nayse
Belo¹; ZONTA, João Henrique²; BRANCO, Carlos Junio Maciel⁴.

RESUMO

A mamoneira apresenta elevado teor de óleo em suas sementes, adquirindo deste modo importância no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Durante o crescimento da cultura, podem também se desenvolver plantas daninhas, onde o controle destas pode ser manual ou químico, sendo o último menos oneroso. O objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância da mamoneira ao herbicida pendimethalin em solos com diferentes capacidades de adsorção. O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, nas dependências da EMBRAPA Algodão, localizada no município de Campina Grande-PB. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, num esquema fatorial 8 x 4, sendo os fatores constituídos de oito doses do herbicida pendimethalin aplicado em pré-emergência nas doses de 0; 187,5; 375; 750; 1.500; 3.000; 6.000 e 12.000 g i.a. ha⁻¹, e quatro tipos de substrato, sendo três solos: franco-argilo-arenoso, franco-argiloso e franco-arenoso, além do substrato arenoso. Aos 22 dias após a semeadura foram determinadas as variáveis altura, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea, volume e massa seca do sistema radicular. Os resultados indicaram que a dose do herbicida pendimethalin tolerado pela mamoneira é influenciada pela capacidade de adsorção do solo. O herbicida é absorvido pelo sistema radicular podendo reduzir o crescimento da planta em doses elevadas. Quando aplicado em pré-emergência o herbicida mostrou-se seletivo à cultura da mamoneira não ocasionando redução considerável do crescimento das plantas nas doses comumente utilizadas para controle de plantas daninhas.

Palavras - chave: Mamoneira. Competição. Herbicida. Substrato.

¹Graduanda no Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande - PB, ²Pesquisador Doutor da Embrapa Algodão, ³Professor Doutor da Universidade Estadual da Paraíba, ⁴Graduando do Curso de Agronomia da Universidade de Garanhuns - PE. Contatos em: karoliny.cruz@hotmail.com. Telefone: (083) 9972-7882.

***Ricinus communis* L. TOLERANCE TO PENDIMETHALIN HERBICIDE IN SOILS WITH DIFFERENT ADSORPTION CAPACITIES**

ABSTRACT

Castor had high oil content in its seeds, thus gaining importance in the National Program of Biodiesel Production and Use. During crop growth, may also develop weed control where these can be manual or chemical, the latter being less expensive. The aim of this study was to evaluate the tolerance of the herbicide pendimethalin castor bean in soils with different adsorption capacities. The experiment was conducted in a greenhouse, at EMBRAPA Cotton, located in Campina Grande-PB. We used a randomized design with five replications in a factorial 4 x 8, with the factors consisted of eight doses of the herbicide pendimethalin pre-emergence applied in dose of 0, 187.5, 375, 750, 1500, 3000; 6,000 and 12,000 g a.i. ha⁻¹, and four types of substrate: clay loam, sandy clay loam, sandy loam and sandy soil. At 22 days after sowing were determined variables height, leaf area, shoot fresh and dry mass of shoot, volume and dry weight of root system. The results indicated that the herbicide pendimethalin tolerated by the castor bean is influenced by the adsorption capacity of the soil. The herbicide is absorbed by the root system can reduce plant growth at high doses. When applied pre-emergence herbicide was found to be selective for the castor cultivation without causing considerable reduction in plant grow that doses commonly used for weed control.

Keywords: Castor. Competition. Herbicide. Substrate.

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira é considerada uma planta rústica que desenvolve-se bem em locais de clima seco e de pouca disponibilidade hídrica, sendo reconhecida como de grande importância no momento atual, devido a sua utilização como Biodiesel, graças às propriedades químicas do óleo extraído de suas sementes.

Mesmo com o incentivo dado pelo Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, a área cultivada com a cultura não tem apresentado aumento expressivo, devido à competição com as plantas daninhas no seu período crítico de instalação, principalmente pela falta de algumas tecnologias que permitam seu cultivo em larga escala, utilizando menor quantidade de mão-de-obra, a qual tem se tornado escassa na zona rural com o crescimento do país. Entre as tecnologias necessárias a expansão da cultura, o controle químico de plantas daninhas é uma das mais relevantes, pois a cultura da mamoneira é cultivada em espaçamentos maiores do que àqueles utilizadas em outras grandes culturas, o que favorece o crescimento das plantas daninhas e conseqüentemente a competição destas por água, nutrientes e luz com a cultura da mamoneira.

Nesse sentido há necessidade de estudos que identifiquem herbicidas seletivos à cultura da mamoneira e que apresentem elevada eficiência de controle de plantas daninhas, visando permitir a expansão da área cultivada. Os herbicidas de solo ou residuais apresentam vantagens no controle das plantas daninhas na cultura da mamoneira, pois possibilitam o controle por um longo período de tempo devido ao seu efeito residual, garantindo que a cultura fique no limpo durante o período crítico de competição com as plantas daninhas que em algumas cultivares pode se estender até os 70 dias após a emergência. Entretanto, a seletividade dos herbicidas residuais está muito relacionada com as características físicas e químicas do solo, pois estas alteram a capacidade de adsorção dos herbicidas no solo e conseqüentemente a sua disponibilidade para a absorção radicular.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar a tolerância da mamoneira ao herbicida pendimethalin em solos com diferentes capacidades de adsorção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) apresenta elevado teor de óleo nas sementes. Cerca de 50 % da massa das sementes secas é constituída de óleo, sendo uma planta tolerante ao déficit hídrico o que a torna uma boa alternativa de cultivo em praticamente todo o país (MAPA, 2010a; TAMBASCIA; TEIXEIRA, 1986). Novas cultivares estão sendo disponibilizados pela pesquisa, a exemplo da cultivar BRS Energia de ciclo curto e frutos indeiscentes, permitindo que possa ser cultivada por agricultores familiares em cultivo solteiro ou em consórcio e também por agricultores empresariais que utilizam mecanização em todo o processo produtivo (AZEVEDO et al. 2007; BELTRÃO, 2009).

Assim, a cultura adquiriu importância e se destaca como uma das principais culturas fomentadas no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, o qual visa à implementação de forma sustentável da produção de biodiesel a partir de diversas fontes de oleaginosas e em regiões diversas do Brasil (BIODIESEL, 2011). A cultura desenvolve-se e produz bem em vários tipos de solos, com exceção daqueles de textura muito argilosa e que apresentam deficiência de drenagem (MAPA, 2010a).

A mamoneira quando cultivada solteira ou consorciada é muito sensível à competição causada pelas plantas daninhas, sendo considerado crítico o período que vai da emergência até 70 dias para cultivares de porte alto e até aproximadamente 45 dias para cultivares de baixo porte como a cultivar AL Guarany 2002 (BELTRÃO et al. 2004; MACIEL et al. 2004). O período crítico de competição entre as plantas daninhas e a mamoneira varia conforme o genótipo cultivado, a densidade populacional e as espécies de planta invasoras ocorrentes. Fatores ambientais como precipitação pluvial e temperatura, além do tipo de solo e o manejo da cultura, envolvendo aspectos como espaçamento, densidade de plantio e níveis de adubação podem também interferir no desenvolvimento da cultura (AZEVEDO et al. 2007).

Nas áreas de cultivo da mamoneira o controle de plantas daninhas é realizado predominantemente pelo método mecânico, utilizando-se cultivador a tração animal ou mecânica, associado a retoques com enxada. Para o cultivo de um hectare são necessários dois dias de trabalho com cultivador e em torno de dez dias de trabalho com enxada (AZEVEDO; SEVERINO, et al. 2006). De acordo com Silva et al. (2010) esse método de controle das plantas daninhas não permite que os agricultores cultivem áreas maiores em suas propriedades, pois durante o período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura, podem ocorrer períodos chuvosos desfavoráveis ao controle mecânico.

O prejuízo mais conhecido ocasionado pelas plantas daninhas é a redução no rendimento das culturas devido à competição por água, luz e nutrientes. Entre os métodos de controle de plantas daninhas destaca-se o método químico, que envolve a utilização de herbicidas, o qual é rápido, eficiente (VIDAL; MEROTTO JR., 2001) e poderá ocasionar redução significativa no custo em relação ao controle mecânico, proporcionando maior lucro aos agricultores que cultivam mamoneira. Além disso, em regiões com baixa disponibilidade de mão-de-obra a área cultivada com mamoneira poderá aumentar substancialmente, pois o controle de invasoras representa quase 50% da mão-de-obra necessária para o seu cultivo (AZEVEDO et al. 2006).

Assim, a forma mais eficiente e de menor custo para o controle de plantas daninhas é a utilização de herbicidas que tornam a produção menos onerosa, principalmente se forem herbicidas seletivos para a cultura. Para a cultura da mamoneira o trifluralin é o único herbicida registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2003b) como herbicida seletivo à cultura, sendo este pertencente ao grupo das dinitroanilinas, o qual apresenta outros herbicidas como o pendimethalin em seu grupo químico (VIDAL; MEROTTO JR., 2001; WEBER, 1990). Esses autores acrescentam que os herbicidas do grupo químico das dinitroanilinas são compostos de moléculas de moderado a grande peso molecular e por isso tem baixa solubilidade em água, o que lhes confere alto potencial para fazer ligações de hidrogênio e serem fortemente adsorvidas pelo solo. A poluição de águas subterrâneas por esses químicos é mínima devido à baixa mobilidade do herbicida, sendo que as principais causas da poluição por este grupo químico de herbicidas são a erosão e/ou elevada taxa de regimes de precipitação pluvial.

O herbicida pendimethalin controla predominantemente gramíneas anuais e algumas dicotiledôneas, com aplicações em pré-emergência ou incorporado em pré-semeadura. Este herbicida apresenta controle de plantas daninhas semelhante àquele obtido com o herbicida trifluralin, porém algumas espécies não controladas eficientemente pelo herbicida trifluralin são controladas pelo herbicida pendimethalin (SILVA et al. 2010). Os herbicidas pertencentes ao grupo das dinitroanilinas são inibidores da polimerização da tubulina, impedindo que ocorra a mitose, causando várias anormalidades nas plantas sensíveis ao herbicida (HATZINIKOLAOU et al. 2004; VIDAL; MEROTTO JR., 2001; WEEBER, 1990). Segundo Hatzinikolaou et al. (2004), o pendimethalin é um herbicida comercializado na formulação de concentrado emulsionável, sendo o herbicida menos volátil do grupo das dinitroanilinas, sua decomposição no solo ocorre principalmente através da ação microbiana. Quanto à

persistência no solo, a meia-vida estimada do pendimethalin é de 72 a 172 dias (WEBER, 1990), portanto, o mesmo encontra-se ativo no solo justamente durante o período crítico de instalação da cultura, favorecendo assim seu crescimento em detrimento do crescimento das plantas daninhas.

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em casa de vegetação, pertencente à Embrapa Algodão, situada na cidade de Campina Grande, Paraíba, no mês de janeiro de 2011. Para a pesquisa foram utilizados quatro tipos de substratos oriundos de diversas localidades, sendo três solos, provenientes da região de Itaporanga-PB (7°18'16''S 38°09'01''W), de Irecê-BA (11°18'15''S 41°51'21''W) e Barbalha-CE (7°18'40''S 39°18'15''W), além da areia lavada, sendo esta tratada com ácido muriático para retirar qualquer resíduo orgânico presente. A caracterização química dos solos foi realizada no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas pertencente à Embrapa Algodão. Os solos foram 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 no experimento.

Características químicas												
ORIGEM DO SOLO	pH H ₂ O ¹ 1:2,5	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	S	H+Al	T	Al ⁺³	V	CMAP	M.O.
		-----mmol _c dm ⁻³ -----								%	mg g ⁻¹	g kg ⁻¹
Irecê-BA	7,8	214,8	25,0	3,5	12,5	255,8	0,0	255,8	0,5	100	0,2975	23,9
Barbalha-CE	6,8	145,3	63,5	1,1	4,8	214,7	28,1	242,8	0,5	88	0,3954	20,9
Itaporanga-PB	6,6	68,0	42,0	0,6	5,9	116,5	18,2	134,7	0,5	87	0,2793	15,9
Areia Lavada	6,9	0,6	14,5	1,8	1,3	18,2	3,3	21,5	1,0	84	-	2,1
Características físicas												
ORIGEM DO SOLO	Areia	Silte	Argila	Classificação textural								
	-----Granulometria %-----											
Irecê-BA	71,68	2,83	25,49	Franco-Argilo- Arenoso								
Barbalha-CE	45,01	23,48	31,51	Franco-Argiloso								
Itaporanga-PB	72,64	13,80	13,56	Franco-Arenoso								
Areia Lavada	83,4	14,5	2,0	Arenoso								

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; CMAP: Capacidade máxima de adsorção de fósforo; MO: Matéria orgânica.

Para análise textural os solos foram passados em peneira com malha de 2 mm e secos à sombra. 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 de adubação fosfatada dos solos. O potássio foi corrigido até 150 mg dm³ e a adubação nitrogenada foi de 50 g de N m⁻³ de solo. Para o substrato areia lavada não foi

realizada adubação, sendo utilizado, a cada dois dias, 20 mL da solução nutritiva de Hoagland para fornecimento dos nutrientes essenciais para o crescimento das plantas, uma vez que esse substrato não consegue reter nutrientes em suas partículas. Os nutrientes foram misturados aos solos e então fez-se o enchimento dos recipientes, que possuíam capacidade de 500 dm³. Foram semeadas três sementes da cultivar BRS Energia em cada unidade experimental, sendo feito o desbaste logo após o início da emergência, deixando-se uma plântula por recipiente.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (oito doses do herbicida x quatro substratos) com cinco repetições. Os tratamentos com o herbicida pendimethalin foram aplicados imediatamente após a semeadura, com solo úmido (pré-emergência), sendo utilizadas as doses equivalentes a 0; 187,5; 375; 750; 1.500; 3.000; 6.000 e 12.000 g i.a. ha⁻¹. A dose de 1.500 g i.a. ha⁻¹ corresponde à dose recomendada do herbicida para as culturas em que o mesmo é registrado. O herbicida foi aplicado através de um pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, operando à pressão constante de 2,0 kgf cm⁻³, munido de bicos tipo leque 110-02 espaçados em 0,5 metros, operando a uma altura de 40 cm do alvo, proporcionando a pulverização equivalente a 200 L de calda ha⁻¹.

Para manutenção da umidade adequada nos recipientes foi realizada irrigação diariamente, duas vezes ao dia, por meio de um simulador de chuvas para vasos automatizado com acionamento pré-programado por meio de um “Timer”.

Aos 22 dias após a semeadura foram determinadas a altura das plantas (cm planta⁻¹) e a área foliar (cm² planta⁻¹) de acordo com a metodologia proposta por Severino et al. (2004). Após essas determinações foi feito o corte das plantas na região do colo para separar a parte aérea da raiz. Foram determinadas a massa fresca e seca da parte aérea e o volume e massa seca do sistema radicular. A massa fresca da parte aérea foi determinada com uso de balança semi-analítica.

O volume da raiz foi determinado seguindo metodologia descrita por Rocha et al. (2003) e 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 raízes. O material vegetal foi seco em estufa de ventilação forçada de ar (Biopar / modelo TLK 48), a 70° C até peso constante. Em seguida foi pesado em balança semi-analítica (Marte Slim / modelo M2K), para determinação da massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão não-linear utilizando o modelo log-logístico, de quatro parâmetros conforme proposto por Seefeldt et al. (1995) conforme a Equação 1.

$$\hat{Y} = f(x) = C + \frac{D-C}{1+(x/I_{50})^b} = C + \frac{D-C}{1+\exp[b(\log(x)-\log(I_{50}))]} \quad (1)$$

Em que: D = limite superior da curva; C = limite inferior da curva; b = declividade da curva e; I₅₀ = dose que proporciona 50% de redução no crescimento da cultura. O limite superior da curva (D) corresponde à resposta média da testemunha, e o limite inferior da curva (C) é a resposta média com doses altas de herbicida. O parâmetro b descreve a declividade da curva em torno do I₅₀.

A partir das curvas ajustadas pelo modelo foi calculado o I₅₀ (dose de pendimethalin que proporcionou 50% de inibição no crescimento da mamoneira) para cada substrato.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou diferenças significativas para os tipos de solos e doses do herbicida pendimethalin, bem como houve interações significativas entre os dois fatores em todas as variáveis avaliadas. Dessa forma, foram ajustadas curvas utilizando o modelo log-logístico de quatro parâmetros como preconizado por Seefeldt et al. (1995) para cada solo e variável avaliada no experimento. Modelo este utilizado por Sanchotene et al. (2010) em estudos realizados com o herbicida clomazone. Com base nos modelos ajustados calcularam-se as doses que ocasionaram a redução de 50% do crescimento das plantas para cada substrato estudado. Os diferentes solos ocasionaram diferentes respostas das plantas ao herbicida pendimethalin, alterando inclusive a dose suportada pela cultura de acordo com as características do solo. De acordo com Jolley et al. (1990) as características químicas e físicas do solo influenciam na persistência e adsorção do herbicida no solo. Na Tabela 2, são apresentados os valores de I_{50} para cada variável e solo avaliado.

Tabela 2. Doses do herbicida pendimethalin em g i.a. ha⁻¹ que causam 50% de redução da altura das plantas (AP_{50}), área foliar (AF_{50}), massa fresca da parte aérea ($MFPA_{50}$), massa seca da parte aérea ($MSPA_{50}$), volume de raízes (VR_{50}) e massa seca do sistema radicular ($MSSR_{50}$) em quatro diferentes substratos.

Tipo de solo	Origem do solo	I_{50}					
		AP_{50}	AF_{50}	$MFPA_{50}$	$MSPA_{50}$	VR_{50}	$MSSR_{50}$
Dose do herbicida Pendimethalin (g i.a ha ⁻¹)							
Franco-argilo-arenoso	Irecê-BA	6259,4	6623,0	7171,0	7661,8	6068,5	6449,5
Franco-argiloso	Barbalha-CE	6892,5	5088,5	6056,2	6209,0	5248,7	5318,0
Franco-arenoso	Itaporanga-PB	4683,3	5876,6	6190,3	6360,5	2687,6	4771,2
Arenoso	Areia Lavada	2056,2	1981,7	2141,3	2302,8	1981,2	1883,9

Nas Figuras 1A e 1B são apresentados os resultados do crescimento das plantas em altura nos quatro substratos estudados. O solo classificado como arenoso adsorveu a menor quantidade de herbicida, apresentando redução de 50% da altura das plantas com a dose de 2056,2 g i.a. ha⁻¹. Dentre os substratos estudados o solo franco-argiloso foi o que apresentou o maior valor de I_{50} (6892,5 g i.a. ha⁻¹), sendo a dose do herbicida pendimethalin que ocasiona redução de 50% no crescimento aproximadamente três vezes maior do que aquela obtida no solo arenoso. Os solos franco-argilo-arenoso e franco-arenoso apresentaram valores intermediários de I_{50} , sendo, respectivamente, em torno de três e duas vezes maiores do que aquelas obtidas no substrato areia lavada.

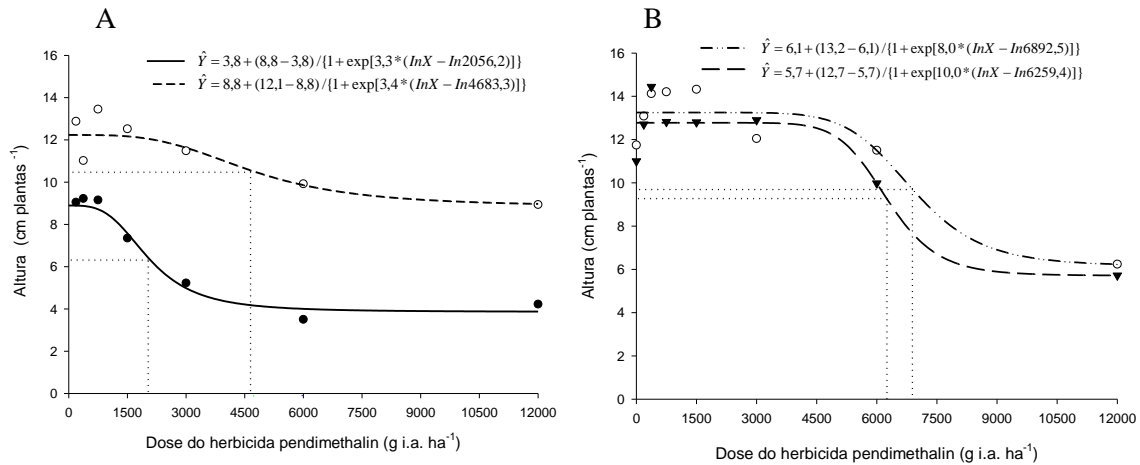


Figura 1. Curvas dose-resposta do herbicida pendimethalin nos solos de textura arenosa (—), franco-arenosa (- - -) (Fig. 1A), franco-argilosa (- · - ·) e franco-argilo-arenosa (— —) (Fig. 1B) para a variável altura de plantas de mamoneira (cultivar BRS Energia).

Para a área foliar (Figuras 2A e 2B) verificou-se que os menores valores de I_{50} foram verificados no substrato arenoso (Tabela 2). Da mesma forma que para a altura das plantas, provavelmente isso ocorreu devido à característica do solo arenoso de adsorver pequenas quantidades do herbicida nas suas partículas, deixando a maior parte do herbicida disponível na solução do solo para a absorção pelo sistema radicular da planta. Os substratos franco-arenoso, franco-argiloso e franco-argilo-arenoso apresentaram valores de I_{50} de 5876,6; 5088,5 e 6623,0 g i.a. ha⁻¹, respectivamente. Esses valores de I_{50} foram semelhantes entre os três solos, sendo duas a três vezes maior do I_{50} obtido no substrato arenoso, o que evidencia a elevada capacidade de adsorção do herbicida pelos colóides argila e matéria orgânica. Segundo Vidal e Merotto Jr. (2001) a redução no crescimento da parte aérea da planta ocasionada pelo herbicida pendimethalin é muitas vezes ocasionada pela redução do crescimento das raízes.

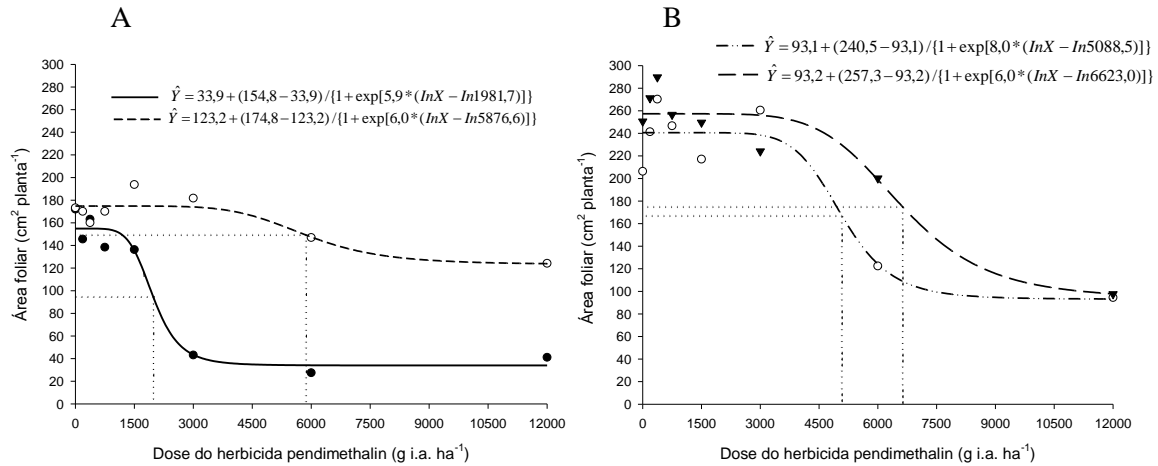


Figura 2. Curvas dose-resposta do herbicida pendimethalin nos solos de textura arenosa (—), franco-arenosa (- - -) (Fig. 2A), franco-argilosa (— · —) e franco-argilo-arenosa (— —) (Fig. 2B) para a variável área foliar de plantas de mamoneira (cultivar BRS Energia).

Semelhante ao que ocorreu com a altura das plantas e área foliar, a massa fresca da parte aérea (Figuras 3A e 3B) foi grandemente reduzida com o incremento das doses do herbicida no substrato arenoso, sendo o I_{50} deste igual a 2141,3 g i.a. ha^{-1} (Tabela 2). A massa fresca da parte aérea dos substratos franco-arenoso, franco-argiloso e franco-argilo-arenoso apresentaram valores de I_{50} de 6190,3; 6056,2 e 7171,0 g i.a. ha^{-1} , respectivamente. A dose do herbicida pendimethalin necessário para ocasionar redução de 50% da massa fresca da parte aérea foi maior no solo franco-argilo-arenoso devido provavelmente a maior quantidade de matéria orgânica e argila desse solo (Tabela 1). A exemplo do que foi verificado em outras variáveis, a menor concentração superficial do herbicida nos solos com menor capacidade de adsorção ocasiona maior disponibilidade do herbicida para a solução do solo e conseqüentemente, para a planta. Estes resultados corroboram com o que foi verificado nos estudos feitos por Barela (2005), o qual observou em experimentos realizados em vasos, que ao se utilizar o herbicida pendimethalin associado a um nematicida, a biomassa fresca da cana-de-açúcar aos 90 dias após o brotamento, foi reduzida se comparada com a testemunha (sem nematicida), fato ocorrido devido à maior disponibilidade do herbicida e do nematicida para a absorção pelo sistema radicular da planta, mesmo o pendimethalin apresentando baixa solubilidade em água.

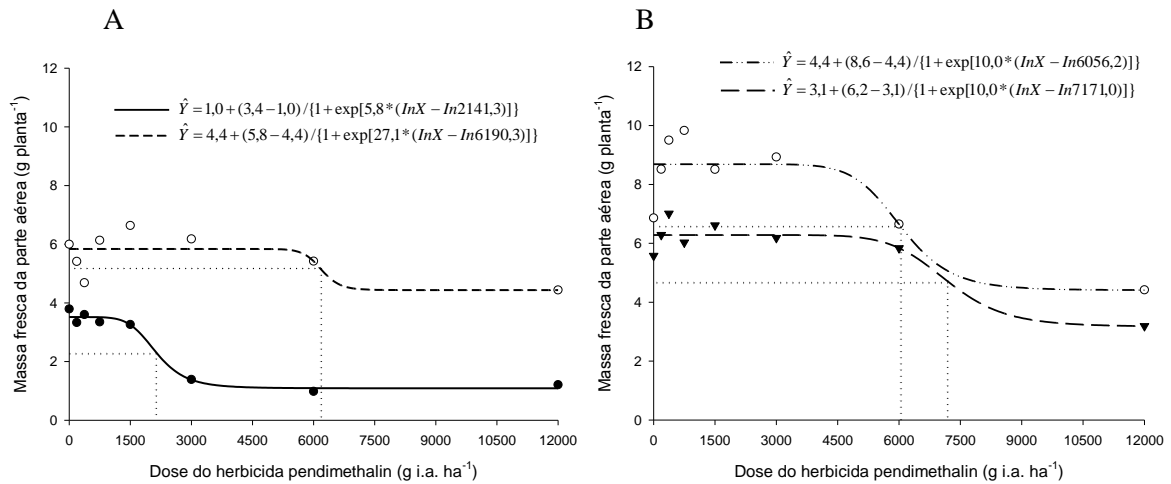


Figura 3. Curvas dose-resposta do herbicida pendimethalin nos solos de textura arenosa (—), franco-arenosa (- - -) (Fig. 3A), franco-argilosa (— · —) e franco-argilo-arenosa (— —) (Fig. 3B) para a variável massa fresca da parte aérea de plantas de mamoneira (cultivar BRS Energia).

Os resultados da variável massa seca da parte aérea são apresentados nas Figuras 4A e 4B. A variação na dose do herbicida pendimethalin que ocasionou redução de 50% na massa seca da parte aérea foi semelhante ao verificado nas demais variáveis de crescimento das plantas, indicando doses de pendimethalin entre 6209,0 g i.a ha⁻¹ (franco-argiloso) e 7661,8 g i.a ha⁻¹ (franco-argilo-arenoso). Para o substrato arenoso o I₅₀ foi de 2302,8 g i.a. ha⁻¹, o que indica uma possível redução na absorção do herbicida pelo sistema radicular de plantas de mamoneira cultivadas em solos com baixa capacidade de adsorção do herbicida no solo. A maior dose de herbicida necessária para a redução de 50% da massa seca da parte aérea no solo classificado como franco-argilo-arenoso provavelmente foi decorrente do seu maior teor de matéria orgânica (Tabela 1).

Verifica-se, por esses resultados, a grande capacidade de adsorção do herbicida pendimethalin pela matéria orgânica do solo, uma vez que mesmo apresentando menor percentagem de argila em relação ao solo classificado como franco-argiloso, o solo franco-argilo-arenoso apresentou maior capacidade de adsorção do herbicida no solo, suportando doses mais elevadas do herbicida pendimethalin para ocasionar redução do crescimento das plantas de mamoneira. Entretanto, verifica-se que o herbicida pendimethalin apresenta boa seletividade a cultura da mamoneira, ocasionando redução do acúmulo de massa seca na parte aérea em doses de aproximadamente quatro vezes a dose recomendada para o controle de plantas daninhas, exceto no substrato areia lavada. Trabalhos feitos com outras culturas como a do feijão também indicaram que esse herbicida foi um dos menos prejudiciais ao acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas (Timm et al. 2007).

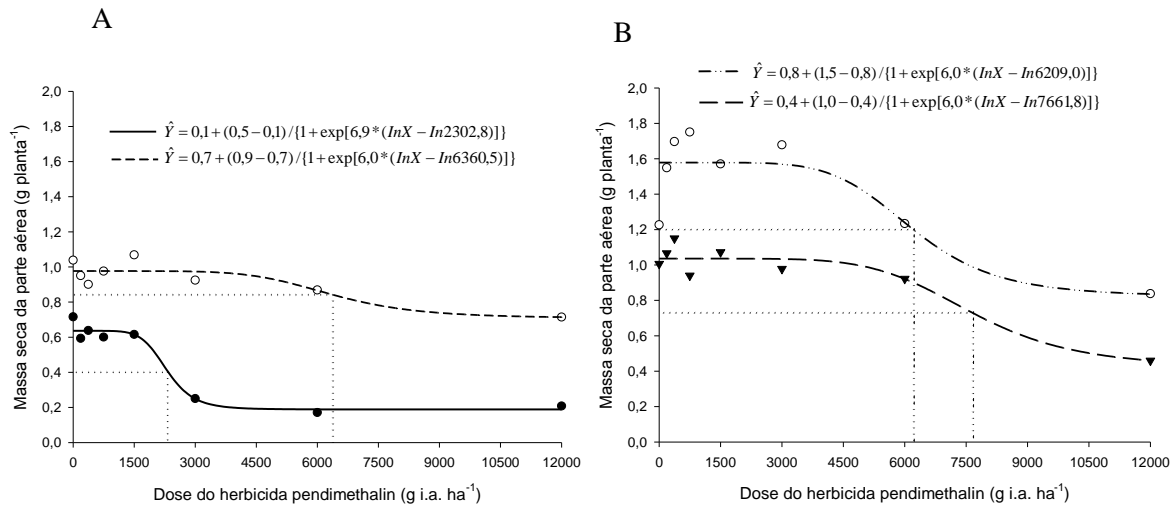


Figura 4. Curvas dose-resposta do herbicida pendimethalin nos solos de textura arenosa (—), franco-arenosa (- - - -) (Fig. 4A), franco-argilosa (— · —) e franco-argilo-arenosa (— —) (Fig. 4B) na massa seca da parte aérea de plantas de mamoneira (cultivar BRS Energia).

O volume do sistema radicular de acordo com a dose do herbicida pendimethalin aplicado é apresentado nas Figuras 5A e 5B. Os solos classificados como franco-argilo-arenoso e franco-argiloso ocasionaram redução de 50% do volume de raízes em doses mais elevadas quando comparados aos demais substratos. Por outro lado, nos solos classificados como franco-arenoso e arenoso, a redução de 50% do volume de raízes ocorreu com a dose do herbicida pendimethalin de 2687,6 e 1981,2 g i.a. ha⁻¹, respectivamente. Assim, verificou-se que a dose do herbicida pendimethalin necessário para a redução de 50% no volume de raízes no solo classificado como franco-arenoso foi de aproximadamente 50% daquela necessária para os solos franco-argilo-arenoso e franco-argiloso, o que provavelmente foi decorrente dos menores teores de argila e matéria orgânica deste solo (Tabela 1). A redução no volume de raízes em doses mais baixas do herbicida nos substratos arenoso e no solo franco-arenoso, provavelmente, são decorrentes da menor capacidade de adsorção do herbicida desses substratos, o que ocasiona aumento da quantidade de pendimethalin na solução do solo. As dinitroanilinas têm uma baixa solubilidade e alto potencial para formar pontes de hidrogênio, sendo assim, fortemente sorvidos pelo substrato, tendo mais afinidade com solos que contém quantidades mais elevadas de matéria orgânica, deixando-o menos disponível para a planta (WEBER, 1990; JOLLEY et al. 1990). Como o pendimethalin é um herbicida de solo inibidor da mitose, o sistema radicular é a primeira parte da planta a apresentar sintomas de fitotoxidez, sendo a redução do volume do sistema radicular um desses sintomas. Bioensaios com as culturas da aveia e da beterraba açucareira também verificaram que o crescimento das raízes dependia da concentração do herbicida pendimethalin no solo (HATZINIKOLAOU et al. 2004).

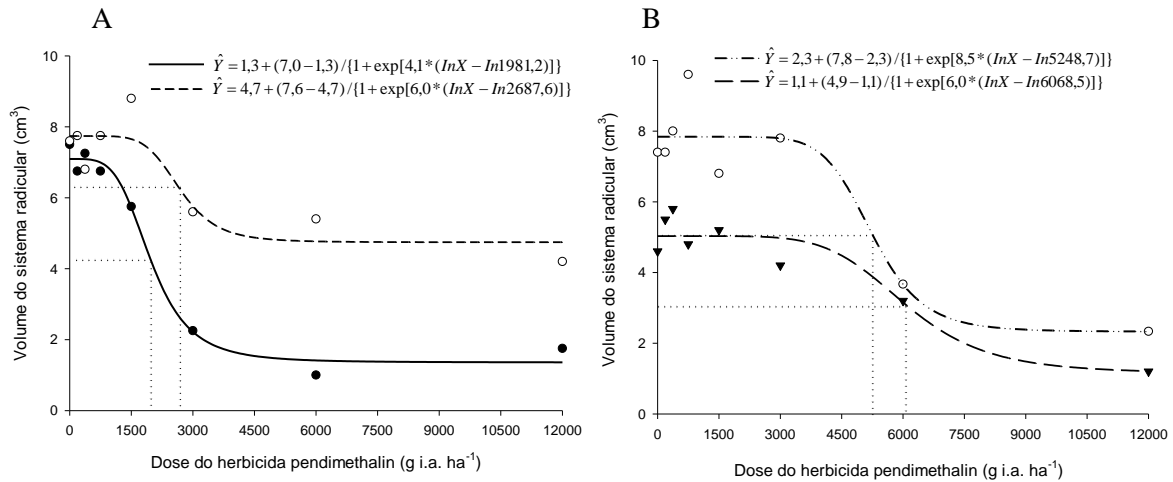


Figura 5. Curvas dose-resposta do herbicida pendimethalin nos solos de textura arenosa (—), franco-arenosa (- - - -) (Fig. 5A), franco-argilosa (— · —) e franco-argilo-arenosa (— —) (Fig. 5B) para a variável volume do sistema radicular de plantas de mamoneira (cultivar BRS Energia).

A massa seca do sistema radicular seguiu a mesma tendência das demais variáveis, em que os solos com maiores teores de argila e matéria orgânica adsorveram doses mais elevadas do herbicida pendimethalin (Tabela 2; Figuras 6A e B). Apesar do volume das raízes desenvolvidas do solo franco-arenoso ter apresentado redução de 50% com doses bem inferiores às verificadas nos solos de textura mais argilosa, o mesmo não ocorreu com a massa seca do sistema radicular, que teve redução de 50% no seu crescimento com doses mais baixas se comparada aos solos franco-argilo-arenoso e franco-argiloso. Os resultados do volume do sistema radicular e da massa seca do sistema radicular explicam os resultados verificados nas variáveis de crescimento da parte aérea das plantas, em que nos solos franco-argilo-arenoso e franco-argiloso foram necessárias doses maiores do herbicida para ocasionar redução no crescimento. Por outro lado a redução do crescimento das plantas no solo franco-arenoso ocorreu em doses intermediárias, porém bem superiores ao substrato arenoso. Segundo Vidal e Merotto Jr. (2001) e Hatzinikolaou et al. (2004), os compostos do herbicida pendimethalin são absorvidos pelas raízes das plantas, ficando retidos nas membranas celulares, onde tornam-se compostos imóveis, com dificuldade de transporte para a parte aérea. Em trabalho realizado com a cultura da mamoneira Maciel et al. (2007) verificaram que dos vários herbicidas aplicados isoladamente e em misturas de tanque, o herbicida pendimethalin e a mistura de tanque dos herbicidas alachlor+trifluralin em pré-plantio incorporado foram os que apresentaram maior seletividade à cultura.

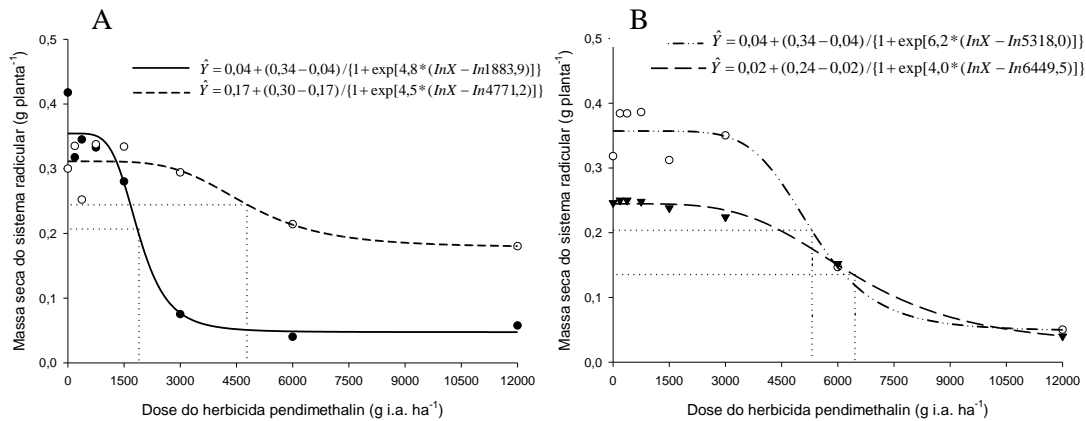


Figura 6. Curvas dose-resposta do herbicida pendimethalin nos solos de textura arenosa (—), franco-arenosa (- - - -) (Fig. 6A), franco-argilosa (— · —) e franco-argilo-arenosa (— · —) (Fig. 6B) para a variável massa seca do sistema radicular de plantas de mamoneira (cultivar BRS Energia).

Em geral, os resultados do presente trabalho indicaram que o herbicida pendimethalin é absorvido pelo sistema radicular da mamoneira podendo reduzir o crescimento da planta. A redução no crescimento das plantas da mamoneira depende das características químicas e físicas do solo. Entretanto, as doses do herbicida pendimethalin normalmente utilizadas para o controle de plantas daninhas são de no máximo 1.500 g i.a. ha⁻¹, o que na maioria dos solos não causa reduções consideráveis no crescimento das plantas. Para as variáveis avaliadas neste ensaio as curvas não apresentaram inclinações em doses inferiores a 1.500 g i.a. ha⁻¹, exceto no substrato areia lavada. Assim, a aplicação deste herbicida até a dose de 1.500 g i.a. ha⁻¹ não ocasionará fitotoxidez às plantas de mamoneira, exceto em solos muito arenosos com baixos teores de matéria orgânica (a exemplo da areia lavada utilizada neste ensaio), nos quais deverão ser tomados cuidados maiores, pois nesta dose iniciam-se os sintomas de fitotoxidez. Dessa forma, verifica-se que o herbicida pendimethalin tem potencial para ser utilizado no controle de plantas daninhas na cultura da mamoneira.

5. CONCLUSÃO

- A dose do herbicida pendimethalin tolerado pela mamoneira é influenciada pela capacidade de adsorção do solo.
- O herbicida pendimethalin é absorvido pelo sistema radicular da mamoneira podendo reduzir o crescimento da planta em doses elevadas.
- O herbicida pendimethalin aplicado em pré-emergência mostrou-se bastante seletivo à cultura da mamoneira, não ocasionando redução considerável do crescimento das plantas nas doses comumente utilizadas para controle de plantas daninhas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, V. H.; FONSECA, D. M. Definição de doses de fósforo para determinação da capacidade máxima de adsorção de fosfatos e para ensaios em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.49-55, 1990.

AZEVEDO, D. M. P. et al. Controle de plantas daninhas. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 333- 359.

AZEVEDO, D. M. P.; SEVERINO, L. S. Plantas daninhas. In: MILANI, M.; SEVERINO, L. S. **Sistemas de produção**. 2. ed., Embrapa algodão. 2006. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/plantasaninhas.html>. Acesso em: 01 de nov. 2010.

BARELA, J. F. **Seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de- açúcar (*Saccharum ssp.*) afetada pela interação com nematicidas aplicados no plantio**. 2005. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-14032006-165523/pt-br.php>>. Acesso em: 05 de abr. de 2011.

BELTRÃO, N. E. M. Opções para a produção de biodiesel no semiárido brasileiro em regime de sequeiro: Por que algodão e mamona. Campina Grande, 2009. p. 36. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Mini- Curso...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. 1 CD-ROM.

BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. **Manejo cultural da mamona para a agricultura familiar**. Campina Grande - PB: Embrapa Algodão, 2004. 1 folder.

BIODIESEL. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. **Portal do Biodiesel**. 2011. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/>>. Acesso em: 07 de abr. de 2011.

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.

HATZINIKOLAOU, A. S.; ELEFTHEROHORINOS, I. G.; VASILAKOGLU, I. B. Influence of formulation on the activity and persistence of pendimethalin. **Weed Technology**, v. 18, Issue 2, p. 397-403, 2004.

JOLLEY, A. A.; JOHNSTONE, P. K; BOS, J. A. Factors influencing trifluralin persistence in soil: a Review. In: 9 TH AUSTRALIAN WEEDS CONFERENCE ADELAIDE. **Proceeding...** South Austrália, East Melbourne, 1990.

MACIEL, C. D. G. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da mamona – Cultivar AL Guarany 2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004. São Pedro. **Anais...** Londrina: SBCPD, 2004.1 CD-ROM.

MACIEL, C. D. G. et al. Seletividade de herbicidas em cultivares de mamona. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.11, n.1, p. 47-54, 2007. Disponível em: <[http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1112007006_rbof,11\(1\),47-54,2007.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1112007006_rbof,11(1),47-54,2007.pdf)>. Acesso em: 05 de abr. de 2011.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria 86/2010, (D. O. U. 05/04/2010)**. 2010a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>. Acesso em: 07 de abr. de 2011.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema AGROFIT**. 2003b. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 06 de abr. de 2011.

ROCHA, M. R. et al. Tecnologia alternativa para a produção de mudas de abóbora com a utilização de substrato orgânico. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v.5, n.1, 2003.

SANCHOTENE, D. M. et al. Efeito do protetor dietholate na seletividade de clomazone em cultivares de arroz irrigado. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 339-346, 2010.

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. et al. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 73-72, 2004.

SILVA , V. N. B. et al. Tolerância da cultura da mamoneira ao herbicida halosulfuron. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2010. p. 1508-1514. 1 CD-ROM.

SILVA, F. M. O. et al. Controle químico de plantas daninhas na cultura da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2010. p. 1255-1263. 1 CD-ROM.

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

TAMBASCIA, M. B.; TEIXEIRA, J. P. F. Mamona: determinação quantitativa do teor de óleo. **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 23-27, 1986. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v45n1/03.pdf>>. Acesso em: 17 de nov. 2010.

TIMM, F. C. et al. Efeito de herbicidas pré-emergentes na germinação e vigor de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPel, 16, 2007, Pelotas. **Anais eletrônicos...** Pelotas: UFPel, 2007. Disponível em:<http://www.ufpel.edu.br/cic/2007/cd/pdf/CB/CB_00756.pdf>. Acesso em: 05 de abr. de 2011.

VIDAL, R. A.; MEROTTO Jr, A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Biblioteca Setorial da Faculdade de Agronomia da UFRGS, 2001.152 p.

WEBER, J. B. Behavior of dinitroaniline herbicides in soils. **Weed Technology**, v. 4, Issue 2, p. 394-406, 1990.