



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

**VIVIANNY NAYSE BELO SILVA**

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

CAMPINA GRANDE – PB

2011

VIVIANNY NAYSE BELO SILVA

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

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

Orientadores: Dr. Valdinei Sofiatti

Humberto Silva

CAMPINA GRANDE – PB

2011

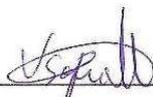
- S586t      Silva, Vivianny Nayse Belo.  
Tolerância de *Ricinus communis L.* ao herbicida clomazone em solos com diferentes capacidades de adsorção [manuscrito] / Vivianny Nayse Belo Silva. – 2011.  
31 f. : il.; color.
- Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – 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. 4. Adsorção do solo. I. Título.

VIVIANNY NAYSE BELO SILVA

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

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

Aprovada em 08/06/2011



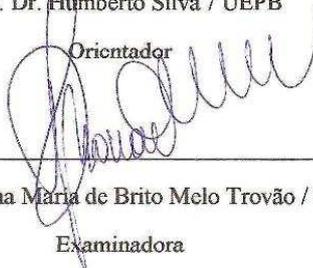
Dr. Valdinei Sofiati / EMBRAPA algodão

Orientador



Prof. Dr. Humberto Silva / UEPB

Orientador



Profª Drª Dilma Maria de Brito Melo Trovão / UEPB

Examinadora



Prof. Dr. Delcio Castro Felismino / UEPB

Examinador

## AGRADECIMENTOS

A Deus, obrigada Senhor por dar-me força para conseguir realizar os meus objetivos e sonhos.

Aos meus pais, Chirle de Maria da Silva Belo e Umberto Belo Batista por todo amor, carinho e dedicação desempenhado na minha formação. Saibam que devo a vocês tudo que sou hoje, vocês são o maior exemplo de vida que tenho. Obrigada por acreditarem em mim e por dar-me condições para realizar os meus objetivos. Amo vocês.

Ao meu noivo Franklin Magnum de Oliveira Silva por todo amor, carinho, compreensão, incentivo e ajuda. Saiba que você é e sempre será fundamental em tudo que faço, obrigada por sempre incentivar e mostra-me que tudo que se almeja conseguir na vida depende simplesmente do nosso empenho e dedicação. Amo-te para sempre.

Aos meus irmãos Daniella Taíse Belo Silva e Dannillo Belo Silva, pelo amor, convívio e apoio durante o desenvolvimento desse trabalho. Saibam que vocês de forma simples mostram-me o quanto é necessário ter momentos de descontração na vida. Amo vocês.

Aos meus avós, Nobre Paiva da Silva, Maria Lopes Belo Batista e Geminiano Belo Batista por todo ensinamento e por mostrarem que a vida deve ser aproveitada em cada minuto ao lado das pessoas que amamos. Amo vocês.

A minha avó Maria do Carmo da Silva (*in memoriam*) e ao meu sogro Francisco Cosmo de Oliveira (*in memoriam*) que embora fisicamente ausentes, deixaram de forma sutil ensinamentos que levarei para toda minha vida.

A minha sogra Maria José Silva Oliveira, a Maria da Guia Aires Silva e Francisco de Assis Silva por todo afeto e carinho. Vocês estão e estarão sempre no meu coração. Muito obrigada!

Ao meu orientador Valdinei Sofiatti por todos os ensinamentos e apoio durante meu estágio e na elaboração desse trabalho. Muito obrigada pela oportunidade de trilhar nesse caminho e por acreditar na minha capacidade enquanto estudante.

Ao meu co-orientador Humberto Silva por toda dedicação e apoio na elaboração desse trabalho.

Ao pesquisador João Henrique Zonta pelas sugestões oferecidas na elaboração desse trabalho.

Ao Dr. Giovani Greigh de Brito, muito obrigada pela oportunidade de estagiar na área da Fisiologia Vegetal e por acreditar na minha capacidade enquanto estudante.

A Leda Verônica Benevides Dantas Silva, por todo apoio oferecido. Muito obrigada!

As minhas verdadeiras amigas, Karoliny, Talyta, Aluska, Rafaela, Raylda, Cinthia, Jullyanna, Veruska, Isabele, Laura e Raísa por toda amizade e companheirismo. E em especial a você Karoliny por todo apoio durante a elaboração desse trabalho. Vocês moram no meu coração!

A Silvia Capuani e João Paulo Gonsiorkiewicz Rigon pelo apoio oferecido na finalização desse experimento. Muito obrigada!

A todos os funcionários da EMBRAPA Algodão, em especial para Gilvan, Afonso, France, Bruna, Mário, Menezes, Diva e Felix. Obrigada por tudo.

A Ivanilda Cardoso da Silva, por todo incentivo e por acreditar na minha capacidade enquanto estudante. Muito obrigada!

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

SILVA, Vivianny Nayse Belo; SOFIATTI, Valdinei; SILVA, Humberto; SILVA, Karoliny Cruz; ZONTA, João Henrique; SILVA, Franklin Magnum de Oliveira; CAPUANI, Silvia; RIGON, João Paulo Gonsiorkiewicz

## RESUMO

O Clomazone é um herbicida aplicado em pré-emergência que tem mostrado seletividade a cultura da mamoneira, sendo utilizado para o controle de gramíneas e algumas dicotiledôneas anuais. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a tolerância da mamoneira ao herbicida clomazone 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 delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições, em esquema fatorial com oito doses do herbicida clomazone (0; 187,5; 375; 750; 1500; 3000; 6000 e 12000 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e quatro tipos de solo: dois franco-arenosos (Apodi – RN e Itaporanga – PB); um franco-argilo-arenoso (Irecê – BA) e um franco-argiloso (Barbalha – CE). Aos 20 dias após a aplicação do herbicida clomazone foram avaliadas a altura das plantas, área foliar, massa fresca e seca da parte aérea, além da massa seca do sistema radicular. Para a interpretação dos resultados, utilizou-se análise de regressão não linear utilizando o modelo log-logístico de quatro parâmetros, calculando a dose de clomazone que proporcionou 50% de inibição no crescimento da mamoneira (I<sub>50</sub>) para cada solo. Os resultados indicaram que a dose do herbicida clomazone tolerado pela mamoneira é influenciada pela capacidade de adsorção do solo. O herbicida clomazone é absorvido pelo sistema radicular da mamoneira podendo reduzir o crescimento da planta em doses elevadas. Em solos de textura franco-arenosa, baixas doses do herbicida clomazone são suficientes para ocasionar redução no crescimento das plantas de mamoneira.

**Palavras-chave:** Mamoneira. Inibidor de carotenóides. Sistema radicular.

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

SILVA, Vivianny Nayse Belo; SOFIATTI, Valdinei; SILVA, Humberto; SILVA, Karoliny Cruz; ZONTA, João Henrique; SILVA, Franklin Magnum de Oliveira; CAPUANI, Silvia; RIGON, João Paulo Gonsiorkiewicz

## **ABSTRACT**

Clomazone is a herbicide applied in pre-emergence that shown selectivity to castor, used for grass and some dicotyledonous annual control. The objective of this study was to determine castor tolerance to clomazone herbicide in soils with different adsorption capacities. The experiment was conducted under greenhouse conditions at Embrapa Algodão, located in Campina Grande (PB). Was used a completely randomized design with five replications, in a factorial scheme with eight clomazone herbicide doses (0; 187,5; 375; 750; 1500; 3000; 6000 and 12000 g a.i. ha<sup>-1</sup>) and four soil types: two sandy loam ( Apodi – RN and Itaporanga – PB); one sandy clay loam ( Irecê – BA); and one clay loam (Barbalha – CE). Twenty days after clomazone herbicide application were evaluated plant height, leaf area, fresh and dry mass weight of the aerial part, and dry mass of root system. For interpreting the results, was used nonlinear regression analysis using the four parameters log-logistic model, calculating the clomazone dose that provided 50% growth inhibition of castor ( $I_{50}$ ) for each soil. The results indicated that clomazone herbicide dose tolerated by castor is influenced by soil adsorption capacity. The clomazone herbicide is absorbed by castor root system reducing plant growth at high doses. For sandy loam soils, low doses of clomazone herbicide are sufficient to cause decrease in the growth of castor plants.

**Keywords:** Castor. Carotenoid inhibitor. Root system.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** - Curvas de dose resposta do herbicida clomazone referente à altura das plantas de mamoneira cultivada nos seguintes solos: franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB (-----), franco-arenoso proveniente de Apodi – RN (——) (**A**); franco-argiloso proveniente de Barbalha – CE (— · —) e franco-argilo-arenoso proveniente de Irecê – BA (— —) (**B**); aos 20 dias após a aplicação do herbicida.....21

**Figura 2** - Curvas de dose resposta do herbicida clomazone referente à área foliar das plantas de mamoneira cultivada nos seguintes solos: franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB (-----), franco-arenoso proveniente de Apodi – RN (——) (**A**); franco-argiloso proveniente de Barbalha – CE (— · —) e franco-argilo-arenoso proveniente de Irecê – BA (— —) (**B**); aos 20 dias após a aplicação do herbicida.....22

**Figura 3** - Curvas de dose resposta do herbicida clomazone referente à massa fresca da parte aérea das plantas de mamoneira cultivada nos seguintes solos: franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB (-----), franco-arenoso proveniente de Apodi – RN (——) (**A**); franco-argiloso proveniente de Barbalha – CE (— · —) e franco-argilo-arenoso proveniente de Irecê – BA (— —) (**B**); aos 20 dias após a aplicação do herbicida.....23

**Figura 4** - Curvas de dose resposta do herbicida clomazone referente à massa seca da parte aérea das plantas de mamoneira cultivada nos seguintes solos: franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB (-----) e franco-arenoso proveniente de Apodi – RN (——) (**A**); franco-argiloso proveniente de Barbalha – CE (— · —) e franco-argilo-arenoso proveniente de Irecê – BA (— —) (**B**); aos 20 dias após a aplicação do herbicida.....24

**Figura 5** - Curvas de dose resposta do herbicida clomazone referente à massa seca do sistema radicular das plantas de mamoneira cultivada nos seguintes solos: franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB (-----) e franco-arenoso proveniente de Apodi – RN (——) (**A**); franco-argiloso proveniente de Barbalha – CE (— · —) e franco-argilo-arenoso proveniente de Irecê – BA (— —) (**B**); aos 20 dias após a aplicação do herbicida.....25

## LISTA DE TABELA

**Tabela 1-** Características físico-químicas das amostras dos solos utilizados no experimento.....17

**Tabela 2-** Dose do herbicida clomazone que ocasionou 50% de inibição do crescimento em altura ( $AL_{50}$ ), área foliar ( $AF_{50}$ ), massa fresca da parte aérea ( $MFPA_{50}$ ), massa seca da parte aérea ( $MSPA_{50}$ ) e massa seca do sistema radicular ( $MSSR_{50}$ ) em função do tipo de solo.....20

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
MATERIAL E MÉTODOS.....	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

## 1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertence à família das Euforbiáceas. É uma oleaginosa de elevada importância econômica e social, que da sua industrialização obtém-se como produto principal o óleo e, como subproduto, a torta de mamona. O óleo de mamona é mais usado na fabricação de tintas, vernizes, cosméticos e sabões. No entanto, devido às características exclusivas, como de queimar sem deixar resíduos e de suportar altas temperaturas sem perder a viscosidade, destaca-se também o seu uso como lubrificante, sendo ideal para motores de alta rotação (SANTOS et al., 2007). Atualmente, iniciativas como a do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel tem ampliado a demanda pela produção do óleo de mamona no mercado mundial. Nesse contexto, a produção de biodiesel a partir dessa matéria-prima dependerá da ampliação da área plantada para suprir essa nova demanda, sendo uma nova alternativa de geração de emprego e renda para milhares de agricultores e produtores de oleaginosas (BELTRÃO e LIMA, 2007).

Dentre as culturas produtoras de óleos vegetais, a mamoneira possui reconhecida importância devido ao seu elevado potencial de produção de óleo, que pode chegar a mais de 50% da massa das sementes, e também devido a sua grande capacidade de adaptação à Região do Semiárido, onde são poucas as alternativas viáveis de cultivo. No entanto, mesmo com a maior demanda pelo produto, a área cultivada com mamona se manteve praticamente estável nos últimos três anos, sendo que as projeções para o ano de 2011 são de uma área cultivada de aproximadamente 233,5 mil hectares (CONAB, 2011). Um dos principais entraves ao incremento da área cultivada é a elevada necessidade de mão-de-obra, que aumenta consideravelmente o custo de produção (BELTRÃO et al., 2006). A maior parte da mão-de-obra necessária ao cultivo é demandada para as práticas de controle de plantas daninhas e para a colheita.

O prejuízo mais conhecido que as plantas daninhas causam é a redução no rendimento das culturas devido à competição por água, luz e nutrientes. Além disso, as infestantes também servem como hospedeiras para pragas e doenças, além de prejudicarem a colheita manual e mecânica, aumentando o custo da produção (VIDAL et al., 2001). O uso de herbicidas na cultura da mamoneira, apesar de não ser o método mais difundido entre os produtores, é o mais prático e econômico de manejo das plantas daninhas, principalmente para cultivos em grandes áreas, que adotam alta tecnologia (MACIEL et al., 2008). Para o controle de plantas daninhas na cultura da mamoneira apenas o herbicida trifluralin está registrado no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, sendo o mesmo recomendado para o controle de invasoras gramíneas anuais em pré-emergência das plantas daninhas e da cultura (MAPA, 2010).

O clomazone (2-[(2-clorofenil) metil]-4,4-dimetil-3-isoxazolidinona) é um herbicida aplicado em pré-emergência das plantas daninhas e da cultura, pertencente ao grupo químico das

isoxazolidinonas, sendo empregado para o controle de várias espécies gramíneas e algumas dicotiledôneas anuais. Apresenta como mecanismo de ação à inibição da síntese de carotenóides em plantas sensíveis (KRUSE, 2001). O herbicida inicia sua atuação inibindo a biossíntese dos compostos isoprenóides precursores do pigmento fotossintético, determinando redução do nível de caroteno e fitol, e conseqüentemente de clorofila, uma vez que o caroteno protege a clorofila da destruição pela luz solar (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005). Este herbicida apresenta elevada persistência no solo, tendo sua atividade influenciada pela matéria orgânica e textura (LOUX et al., 1989). A meia-vida do clomazone no solo varia de 5 a 117 dias, dependendo do tipo do solo e das condições ambientais (CURRAN et al., 1992; KIRKSEY et al., 1996; MERVOSH et al., 1995). Gallaher e Mueller (1996), em trabalho conduzido por dois anos sob diferentes condições de ambiente, reportaram vida média de 55 dias para este herbicida. Com isso, na cultura da mamoneira que possui período crítico de competição que pode se estender até os 60 dias após a semeadura, o uso de herbicidas pré-emergentes com efeito residual prolongado como o clomazone poderá proporcionar elevada eficiência no controle de plantas daninhas.

Apesar de alguns estudos indicarem a tolerância da cultura da mamoneira ao herbicida clomazone (MACIEL et al., 2007a; SILVA et al., 2010), é importante avaliar a tolerância da cultura a esse herbicida em diferentes tipos de solo, principalmente no que se refere a textura e percentagem de matéria orgânica, uma vez que essas características afetam a sua capacidade de adsorção e por isso podem influenciar na tolerância da cultura aos herbicidas de solo. Assim, uma melhor adequação da dose utilizada de acordo com o tipo de solo diminui a demanda por aplicações desnecessárias, tem um melhor controle das plantas daninhas, uma maior seletividade para a cultura e uma redução significativa do custo.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi verificar a tolerância da mamoneira ao herbicida clomazone em solos com diferentes capacidades de adsorção.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Alguns trabalhos publicados nos últimos anos têm demonstrado que outros herbicidas além do trifluralin apresentam seletividade à cultura da mamoneira. Martins et al. (2004) verificaram que a variedade de mamoneira AL Guarany 2002 foi tolerante aos principais herbicidas inibidores da enzima Acetil-CoA carboxilase (ACCase). As moléculas herbicidas testadas e que apresentaram seletividade foram fluazifop-p-butílico, sethoxydim, haloxyfop-methyl, clethodim+fenoxaprop-p-ethyl, quizalofop-p-ethyl, clethodim, propaquizafop, tetraploxydim e butroxydim. Entretanto, os herbicidas inibidores da ACCase controlam especificamente gramíneas anuais em pós-emergência, não apresentando efeito residual. Como o período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura da mamoneira pode se estender até 60 dias após o plantio, a utilização desses herbicidas pode demandar mais que uma aplicação para o controle eficiente das plantas daninhas, aumentando significativamente o custo de produção.

De acordo com Azevedo et al. (2007) o período crítico de competição entre as plantas daninhas e a mamoneira varia conforme o genótipo cultivado, a densidade populacional, as espécies de plantas daninhas ocorrentes na área, fatores ambientais (precipitação pluvial e temperatura), o tipo de solo e o manejo da cultura, envolvendo aspectos como espaçamento, densidade de plantio e adubação. O período crítico de competição das plantas daninhas com a cultivar BRS Energia foi determinado por Beltrão et al. (2010) como sendo os primeiros 60 dias após o plantio. Para a cultivar de porte alto Sipeal 28, Azevedo et al. (2006) determinaram que o período crítico vai dos 14 aos 70 dias após a emergência. No entanto, para a cultivar de porte baixo Al Guarani 2002, o período crítico de competição é de 9 a 41 dias após a emergência da mamoneira (MACIEL et al., 2007b).

Por sua vez, Maciel et al. (2007a) em um experimento realizado em condições de campo, identificaram a seletividade à mamoneira dos herbicidas residuais pendimethalin, alachlor+pendimethalin e alachlor+trifluralin em aplicações de pré-plantio incorporado e de clomazone e clomazone+trifluralin aplicados em pré-emergência. Neste trabalho não foi avaliado o controle de plantas daninhas, uma vez que o objetivo do trabalho foi avaliar a seletividade dos herbicidas, sendo a cultura mantida na ausência de competição com as plantas daninhas por meio do controle mecânico. Silva et al. (2010), em experimento instalado em condições de campo, verificaram que a aplicação dos herbicidas Clomazone, Trifluralin e Pendimethalin isoladamente em pré-emergência, seguida pela aplicação do herbicida chlorimuron-ethyl em pós-emergência apresentou elevada eficiência de controle das plantas daninhas até 40 dias após a semeadura. Os herbicidas pré-emergentes que apresentaram seletividade à mamoneira são utilizados em várias culturas anuais, e nestas culturas proporcionam um bom controle de plantas daninhas gramíneas

anuais, mas o controle de plantas daninhas dicotiledôneas é pouco eficiente, sendo o clomazone o herbicida pré-emergente que apresenta melhor controle de plantas daninhas dicotiledôneas, além de apresentar um excelente controle de plantas daninhas gramíneas anuais.

Cardoso et al. (2006), em experimento conduzido em casa de vegetação com o objetivo de avaliar a seletividade de sete herbicidas aplicados em pré-emergência na cultivar BRS Paraguaçu, observaram que, ao analisar as variáveis altura e diâmetro da planta aos 35 e 50 dias após aplicação (DAA) e fitomassa fresca e seca da parte aérea aos 50 DAA, os herbicidas flumioxazin, clomazone, oxifluorfen e pendimetalin apresentaram certa seletividade a cultura. Theisen et al. (2006), avaliando o efeito do herbicida clomazone em condições de campo, verificaram que na dose de 500 g i.a. ha<sup>-1</sup> o herbicida clomazone não causou fitotoxicidade às folhas de mamoneira. Contudo, quando aplicado na dose de 1000 g i.a. ha<sup>-1</sup>, causou injúria às folhas (21% de dano) e reduziu a população de plantas em 38%. Desse modo, esses estudos demonstram que, dependendo da dose utilizada, o herbicida clomazone apresenta certa seletividade à cultura da mamoneira.

Carbonari et al. (2010), avaliando a eficácia da mistura do clomazone e hexazinona sobre quatro espécies de plantas daninhas (*Brachiaria decumbens*, *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea hederifolia* e *Euphorbia heterophylla*) cultivadas em solo na presença e na ausência da palha da cana-de-açúcar, com diferentes períodos de permanência sem a ocorrência de chuva, observaram que essa mistura quando aplicada sobre, sob ou na ausência de palha de cana-de-açúcar promoveu resultados satisfatórios no controle de todas as espécies estudadas. No entanto, observou-se uma tendência de redução nos níveis de controle para períodos superiores a 60 dias sem a ocorrência de chuva, principalmente quando aplicada sobre a palha e sobre o solo. Esse estudo possibilita inferir que a mistura do clomazone e hexazinona têm o seu período residual influenciado pela quantidade e origem da cobertura morta e das condições climáticas. Dessa forma, períodos de longa exposição do produto ao ambiente sem a ocorrência de precipitações podem provocar redução nos níveis de controle das plantas daninhas, afetando negativamente a cultura.

Santos et al. (2008), avaliando a persistência dos herbicidas imazethapyr e clomazone na lâmina de água de arroz irrigado em solo classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico, identificaram que o período de detecção dos herbicidas foi mais longo para o imazethapyr que para o clomazone, sendo de 27 e 13 dias, respectivamente. No entanto, Noldin et al. (2001), avaliando a persistência do herbicida clomazone aplicado diretamente na lâmina d'água de arroz irrigado em um solo do tipo argilo-siltoso, a partir de duas formulações de clomazone 500 CE (concentrado emulsionável) e 360 CS (concentrado solúvel), na mesma dose do ingrediente ativo, observaram que o clomazone na formulação CS foi detectado na água até 24 dias após a aplicação, sendo o período dessa formulação superior ao CE. Esses estudos demonstram que o período de detecção do clomazone na lâmina de água varia de acordo com o tipo de substrato, pois a matéria

orgânica e a quantidade de argila exercem grande influência no comportamento da molécula do herbicida no solo. Logo, quanto maior os teores de matéria orgânica e/ou argila maior será a dose requerida para controle eficiente de determinada planta daninha.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente a Embrapa Algodão, localizada no município de Campina Grande-PB, no período compreendido entre outubro e novembro de 2010. Foram utilizados quatro substratos provenientes das seguintes regiões: Itaporanga-PB (7°18' S e 38° 09' O), Barbalha-CE (7°18' S e 39°18' O), Apodi-RN (5°37' S e 37°49' O) e Irecê-BA (11°18' s E 41°52'O), sendo esses caracterizados física (Laboratório de Irrigação e Salinidade pertencente à Universidade Federal de Campina Grande-PB) e quimicamente (Laboratório de solos e nutrição de plantas pertencente à Embrapa Algodão, Campina Grande-PB) (Tabela 1).

**Tabela 1-** Características físico-químicas das amostras dos solos utilizados no experimento.

Características químicas												
Origem do Solo	pH H <sub>2</sub> O <sup>1</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	S	H+Al	T	Al <sup>3+</sup>	V	CMAP	M.O.
	1:2,5	-----mmol. dm <sup>-3</sup> -----								%	mg g <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>
<b>Itaporanga-PB</b>	6,7	71,5	36,6	0,8	5,9	114,8	11,6	126,4	0,0	91	0,2793	15,6
<b>Apodi-RN</b>	6,5	31,0	20,5	0,5	6,2	58,2	12,4	70,6	0,5	82	0,2934	10,2
<b>Barbalha-CE</b>	6,8	145,3	63,65	1,1	4,8	214,7	28,1	242,8	0,5	88	0,3954	20,9
<b>Irecê-BA</b>	7,8	214,8	25,0	3,5	12,5	255,8	0,0	255,8	0,5	100	0,2975	23,9
Características físicas												
Origem do Solo	Areia	Silte	Argila	Classificação textural								
	%											
<b>Itaporanga-PB</b>	73,90	14,51	11,59	<b>Franco-Arenoso</b>								
<b>Apodi-RN</b>	72,66	14,80	12,54	<b>Franco-Arenoso</b>								
<b>Barbalha-CE</b>	45,01	23,48	31,51	<b>Franco-Argiloso</b>								
<b>Irecê-BA</b>	71,68	2,83	25,49	<b>Franco-Argilo-Arenoso</b>								

<sup>1</sup> pH H<sub>2</sub>O: pH do solo 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: Hidrogênio + alumínio; T: Capacidade de troca catiônica; Al<sup>3+</sup>: Alumínio; V: Saturação de bases; CMAP: Capacidade máxima de adsorção de fósforo; MO: Matéria orgânica.

Os solos foram passados em peneira com malha de 2 mm e secados à sombra. Foi feita a determinação da capacidade máxima de adsorção de fósforo para cada solo, conforme metodologia descrita por Braga e Defelipo (1974). A adubação fosfatada foi feita considerando-se a capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) de cada solo. A adubação potássica foi feita corrigindo-se os níveis de potássio até 150 mg dm<sup>-3</sup>, quando o solo apresentava teores inferiores a esse e a adubação nitrogenada foi de 50 g de N m<sup>-3</sup> de solo conforme recomendações de Novaes (2005). Após os nutrientes serem misturados aos solos realizou-se o enchimento dos potes plásticos com

capacidade de 500 dm<sup>3</sup>. Sendo semeadas três sementes da cultivar BRS Energia em cada unidade experimental a uma profundidade de 3,0 cm.

O herbicida clomazone foi aplicado um dia após a semeadura (pré-emergência) na superfície dos substratos, sendo a aplicação realizada fora da casa de vegetação, por meio de um pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO<sub>2</sub>, operando à pressão constante de 2,0 kgf cm<sup>-2</sup>, munido de bicos tipo leque 110-02 espaçados em 0,5 metros, operando a uma altura de 40 cm do alvo, o que proporcionou a pulverização equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. Após a aplicação do herbicida os recipientes foram levados para o local definitivo do experimento, localizado dentro da casa de vegetação.

O experimento consistiu de uma combinação fatorial de quatro solos e oito doses do herbicida clomazone, no qual, a dose zero representa a testemunha (0; 187,5; 375; 750; 1500; 3000; 6000 e 12000 g i.a ha<sup>-1</sup>) obedecendo ao seguinte critério; 0,0x; 0,25x; 0,5x; 1x; 2x; 4x; 8x e 16x, em que: x = dose recomendada para outras culturas (750 g i.a ha<sup>-1</sup>), conforme metodologia descrita por Seefeldt et al. (1995). Os solos foram apresentados na Tabela 1, sendo o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições.

Três dias após a emergência das plântulas foi feito o desbaste mantendo apenas uma planta por unidade experimental. Diariamente foi realizada uma irrigação para manutenção da umidade no solo, por meio de um simulador de chuvas para vasos automatizado com acionamento pré-programando por meio de um “Timer”.

Aos 20 dias após a aplicação do herbicida (DAA) foram feitas avaliações do crescimento das plantas por meio da altura das plantas (cm planta<sup>-1</sup>) e área foliar (cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) de acordo com Severino et al. (2004). Em seguida, as plantas foram cortadas na região do colo para separação da parte aérea e da raiz. Fez-se a determinação da massa fresca da parte aérea. As raízes por sua vez foram lavadas em água corrente para eliminação do substrato presente nas mesmas e posteriormente, fez-se a determinação da massa seca da parte aérea e do sistema radicular, secando-se ambas as partes em estufa de ventilação forçada a 60 °C por 72 horas até atingir massa constante. Posteriormente o material foi pesado em balança semi-analítica (Marte slim / Modelo: M 2K).

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

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

Em que: D = limite superior da curva; C = limite inferior da curva; b = declividade da curva e I<sub>50</sub> = 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  $I_{50}$ .

A partir das curvas ajustadas pelo modelo foi calculado o  $I_{50}$  (dose de clomazone que proporcionou 50% de inibição no crescimento da mamoneira) para cada substrato.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

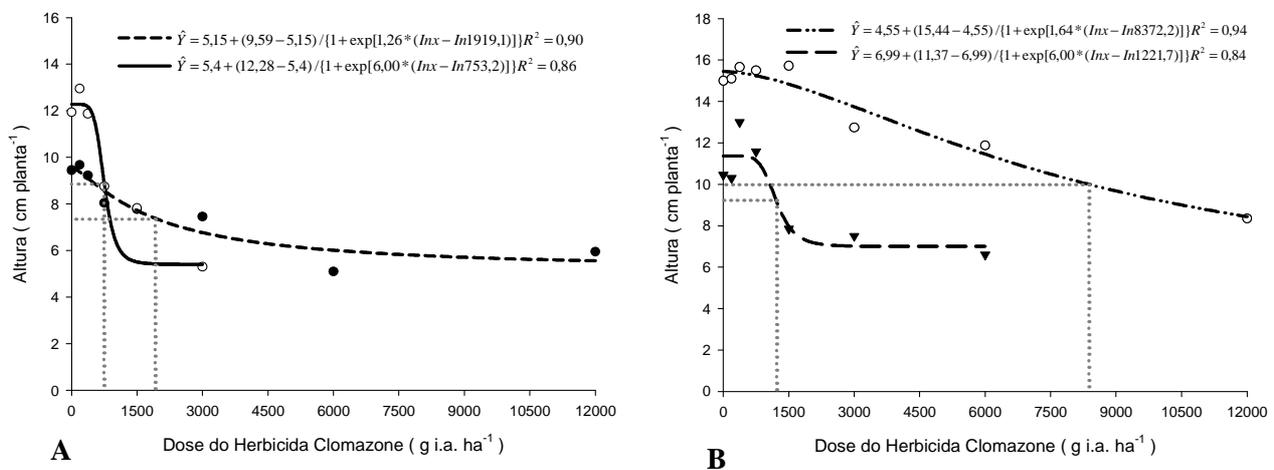
A análise de variância indicou interação significativa entre as doses aplicadas do herbicida clomazone e os tipos de solo, para todas as variáveis analisadas. Dessa forma, foram ajustadas curvas utilizando o modelo log-logístico de quatro parâmetros conforme proposto por Seefeldt et al. (1995) para cada solo e variável analisada no experimento. Com base nos modelos ajustados foi calculada a dose do herbicida que proporcionou 50% de inibição no crescimento ( $I_{50}$ ) da mamoneira em cada solo (Tabela 2). Assim, foram observadas diferentes respostas da planta em relação ao herbicida clomazone, sendo verificado também que a adsorção do herbicida apresentou relação com a textura do solo e quantidade de matéria orgânica. Resultado semelhante foi observado por Sanchotene et al. (2010), que analisaram o efeito do herbicida clomazone em dois tipos de solo na cultura do arroz irrigado e verificaram que o solo arenoso apresentou menor  $I_{50}$  quando comparado ao solo argiloso.

**Tabela 2-** Dose do herbicida clomazone que ocasionou 50% de inibição do crescimento em altura ( $AL_{50}$ ), área foliar ( $AF_{50}$ ), massa fresca da parte aérea ( $MFPA_{50}$ ), massa seca da parte aérea ( $MSPA_{50}$ ) e massa seca do sistema radicular ( $MSSR_{50}$ ) em função do tipo de solo.

<b><math>I_{50}</math> (dose de clomazone que proporcionou 50% de inibição no crescimento da mamoneira)</b>						
<b>Origem do Solo</b>	<b>Classificação textural</b>	<b><math>AL_{50}</math></b>	<b><math>AF_{50}</math></b>	<b><math>MFPA_{50}</math></b>	<b><math>MSPA_{50}</math></b>	<b><math>MSSR_{50}</math></b>
-----Dose do Herbicida Clomazone ( g i.a. ha <sup>-1</sup> )-----						
<b>Itaporanga-PB</b>	<b>Franco-Arenoso</b>	1919,1	1100,6	901,5	823,1	870,1
<b>Apodi-RN</b>	<b>Franco-Arenoso</b>	753,2	705,6	575,6	568,3	687,8
<b>Barbalha-CE</b>	<b>Franco-Argiloso</b>	8372,2	8202,5	3483,5	7129,8	3966,1
<b>Irecê-BA</b>	<b>Franco-Argilo-Arenoso</b>	1221,7	1290,1	990,2	1000,3	1196,8

Na Figura 1 são apresentados os resultados referentes à dose do herbicida clomazone que proporcionou 50% de inibição do crescimento das plantas de mamoneira para a variável altura de plantas nos diferentes solos estudados. Verificou-se que o solo franco-arenoso, proveniente de Apodi – RN, foi o que apresentou menor adsorção do herbicida clomazone entre os substratos estudados, apresentando 50% de inibição no crescimento ( $I_{50}$ ) da mamoneira na dose de 753,2 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, o solo franco-argiloso, oriundo de Barbalha – CE, foi o que apresentou maior adsorção, apresentando redução de 50% no crescimento em altura na dose de 8372,2 g i.a. ha<sup>-1</sup>, ou seja, aproximadamente onze vezes maior do que àquela obtida no solo franco-arenoso proveniente de Apodi – RN. Os solos franco-arenoso, oriundo de Itaporanga – PB, e franco-argilo-arenoso,

apresentaram valores intermediários de  $I_{50}$ , com doses iguais à 1919,1 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 1221,7 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo aproximadamente duas vezes maiores do que àquelas obtidas no solo franco-arenoso oriundo de Apodi – RN. Este resultado provavelmente é decorrente do baixo teor de argila e matéria orgânica encontrados no solo de textura franco-arenosa provindo de Apodi – RN (Tabela 1), fazendo com que o herbicida seja menos adsorvido aos colóides do solo, causando inibição do crescimento da cultura com doses menores do herbicida. Em geral, quanto maior o teor de matéria orgânica e/ou argila presentes no solo maiores serão as doses de herbicidas requeridas para inibição do crescimento das plantas (ROMAN et al., 2007).

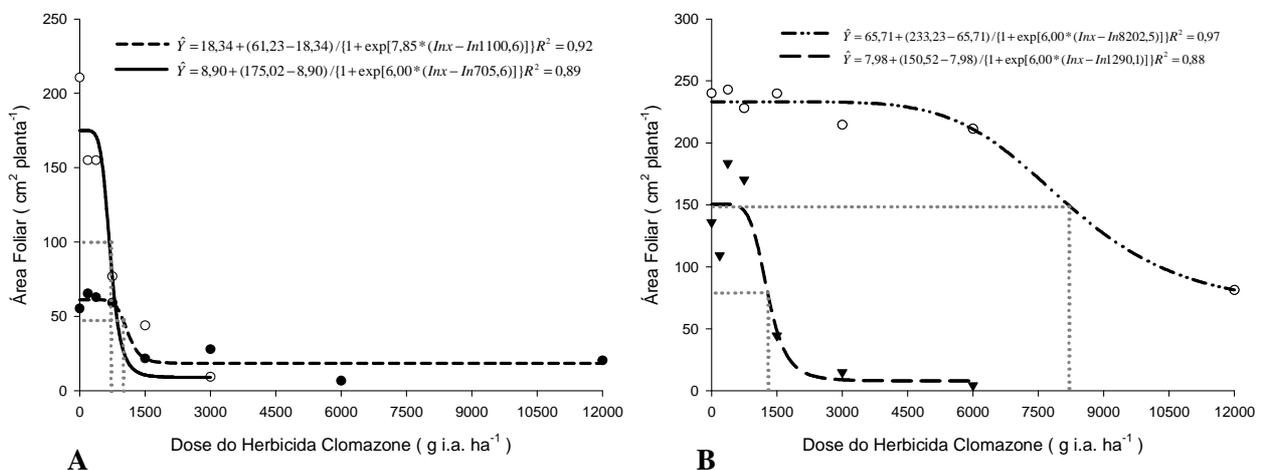


**Figura 1** – Curvas de dose resposta do herbicida clomazone referente à altura das plantas de mamoneira cultivada nos seguintes solos: franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB (-----), franco-arenoso proveniente de Apodi – RN (—) (A); franco-argiloso proveniente de Barbalha – CE (— · —) e franco-argilo-arenoso proveniente de Irecê – BA (— —) (B); aos 20 dias após a aplicação do herbicida.

Na Figura 2 são apresentados os valores do  $I_{50}$  para a área foliar das plantas de mamoneira em função das doses do herbicida clomazone nos quatro solos estudados. Semelhantemente ao que foi verificado para a altura das plantas, o solo franco-arenoso oriundo de Apodi–RN apresentou maior redução na área foliar, apresentando redução de 50% ( $I_{50}$ ) da área foliar na dose de 705,6 g i.a. ha<sup>-1</sup> do herbicida clomazone. Foi necessário aplicar ao solo franco-argiloso uma dose de herbicida aproximadamente onze vezes maior em relação àquela do solo franco-arenoso oriundo de Apodi –RN para ocasionar redução de 50% na área foliar das plantas. Os solos franco-argilo-arenoso e franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB apresentaram valores intermediários de  $I_{50}$ , com valores de 1290,1 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 1100,6 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os resultados indicam que a diferença na capacidade de adsorção dos solos ocasionada pelas características químicas e

físicas do mesmo (Tabela 1) ocasionam grandes diferenças na resposta das plantas de mamoneira ao herbicida clomazone.

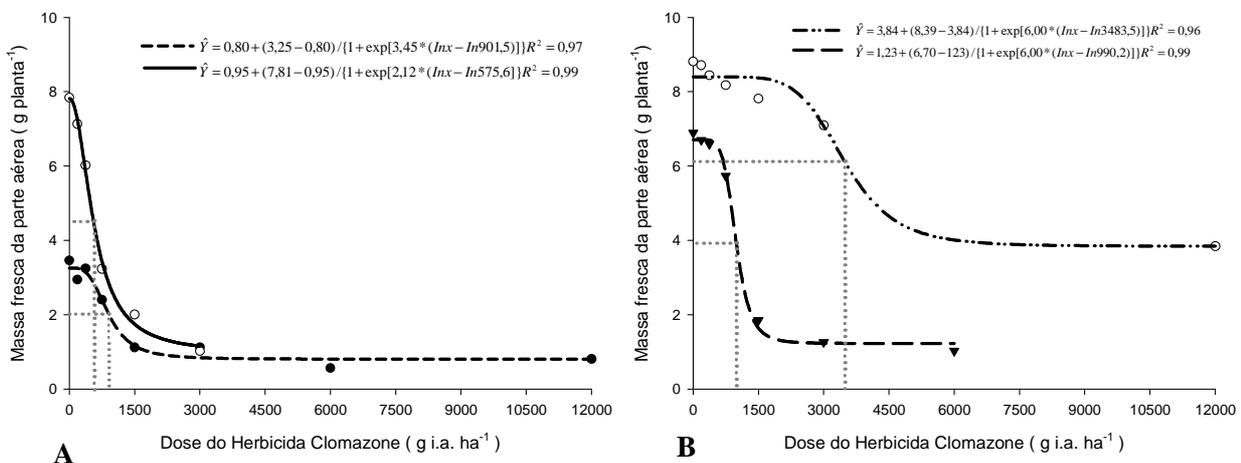
Conforme discutido anteriormente, a capacidade de adsorção do herbicida está bastante relacionada com o teor de argila e matéria orgânica do solo. Assim, nos solos de textura mais arenosa o herbicida encontra-se mais disponível para absorção por parte das raízes, causando dano a planta com doses menores de herbicida em relação ao solo de textura mais argilosa. O clomazone é considerado um herbicida pré-emergente, e de acordo com Ferhatoglu e Barrett (2005), sintomas de fitotoxicidade observados em cloroplastos ocorrem devido à ativação metabólica de 5-OH clomazone em 5-ceto clomazone, que é o composto que realmente causa a fitotoxidez às plantas. Essa ativação exige a oxidação do composto original, que é feita por oxigenases que normalmente convertem o clomazone à sua forma fitotóxica, causando dano à planta (TENBROOK e TJEERDEMA, 2006). Assim, solos com maior capacidade de adsorção retêm parte do clomazone no complexo coloidal do solo, impedindo que o mesmo seja convertido à forma tóxica e absorvido pelo sistema radicular das plantas, comprometendo o crescimento da parte aérea e principalmente sua área foliar.



**Figura 2** - Curvas de dose resposta do herbicida clomazone referente à área foliar das plantas de mamoneira cultivada nos seguintes solos: franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB (-----), franco-arenoso proveniente de Apodi – RN (—) (A); franco-argiloso proveniente de Barbalha – CE (— · —) e franco-argilo-arenoso proveniente de Irecê – BA (— —) (B); aos 20 dias após a aplicação do herbicida.

Os resultados da variável massa fresca da parte aérea nas diferentes doses do herbicida clomazone nos quatro solos estudados são apresentados na Figura 3. A dose de clomazone para reduzir em 50% a massa fresca da parte aérea no solo franco-arenoso proveniente de Apodi–RN foi

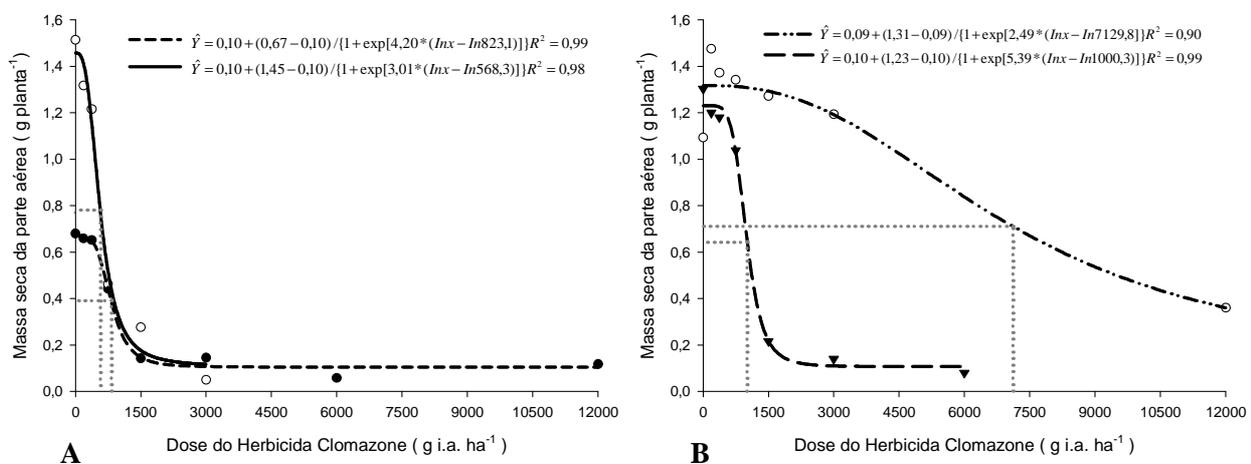
de 575,6 g i.a. ha<sup>-1</sup>, sendo o menor valor de I<sub>50</sub> entre os solos estudados. Por outro lado, o solo franco-argiloso foi o que apresentou maior adsorção do herbicida, apresentando 50% de inibição da massa fresca da parte aérea na dose de 3483,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>, sendo aproximadamente seis vezes maior do que a dose observada no solo de franco-arenoso de Apodi–RN. Os solos franco-argilo-arenoso e franco-arenoso proveniente de Itaporanga–PB apresentaram valores intermediários de I<sub>50</sub>, sendo esse 990,2 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 901,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente, as quais foram superiores as verificadas no solo franco-arenoso proveniente de Apodi-RN em aproximadamente 50%. Assim como foi verificado nas demais variáveis de crescimento o acúmulo de massa verde da parte aérea foi afetado pelo aumento da dose do herbicida clomazone, sendo que em solos mais arenosos e com menores teores de matéria orgânica o efeito do herbicida foi mais pronunciado, reduzindo severamente o crescimento em doses mais baixas de clomazone. Esses resultados corroboram com os obtidos por Sanchotene et al. (2010), que avaliaram o efeito de doses de clomazone na inibição de 50% da massa fresca para a cultura do arroz em diferentes solos, e verificaram que há diferença no comportamento do clomazone nos solos avaliados, pois as plantas semeadas em solos arenosos apresentaram menor tolerância ao herbicida quando comparadas com as semeadas em solos argilosos.



**Figura 3** - Curvas de dose resposta do herbicida clomazone referente à massa fresca da parte aérea das plantas de mamoneira cultivada nos seguintes solos: franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB (-----), franco-arenoso proveniente de Apodi – RN (—) (A); franco-argiloso proveniente de Barbalha – CE (— · —) e franco-argilo-arenoso proveniente de Irecê – BA (— —) (B); aos 20 dias após a aplicação do herbicida.

Na Figura 4 é apresentada a massa seca da parte aérea das plantas de mamoneira em relação às doses do herbicida clomazone. Verificou-se que os valores de I<sub>50</sub> para a massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea foram muito próximos (Tabela 2), o que indica que a redução na

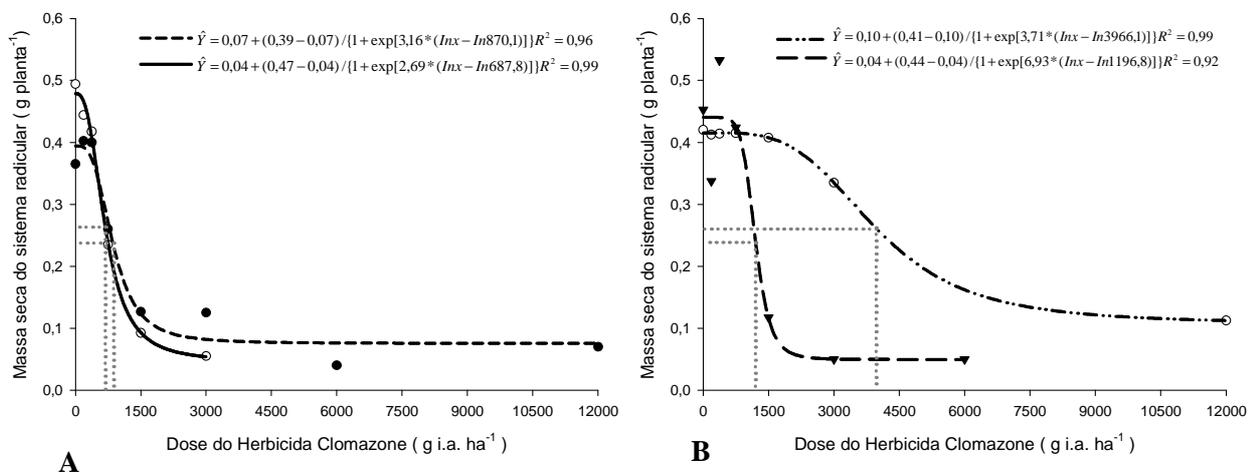
massa fresca da parte aérea ocasiona redução na massa seca da parte aérea na mesma magnitude. A dose do herbicida clomazone necessária à redução de 50% no crescimento da parte aérea foi maior nos solos franco-argiloso e franco-argilo-arenoso quando comparados aos solos franco-arenosos provenientes de Apodi-RN e Itaporanga-PB (Tabela 2). Esses resultados aproximam-se aos observados por Sanchotene et al. (2010) na cultura do arroz irrigado, os quais verificaram que a dose para inibir 50 % da massa verde e seca das plantas para o solo argiloso foi o dobro daquela para o solo arenoso.



**Figura 4** - Curvas de dose resposta do herbicida clomazone referente à massa seca da parte aérea das plantas de mamoneira cultivada nos seguintes solos: franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB (-----) e franco-arenoso proveniente de Apodi – RN (—) (A); franco-argiloso proveniente de Barbalha – CE (— · —) e franco-argilo-arenoso proveniente de Irecê – BA (— —) (B); aos 20 dias após a aplicação do herbicida

Os resultados da variável massa seca do sistema radicular das plantas de mamoneira nas diferentes doses do herbicida clomazone em quatro solos é apresentada na Figura 5. De maneira semelhante ao que ocorreu com a variável altura de plantas, verificou-se que o solo franco-arenoso proveniente da Apodi – RN apresentou menor adsorção do clomazone entre os solos estudados, sendo a dose de 687,1 g i.a. ha<sup>-1</sup> necessária para inibir em 50 % o acúmulo de massa seca do sistema radicular. O solo franco-argiloso foi o que apresentou maior adsorção à quantidade aplicada do herbicida sendo necessária uma dose de 3966,1 g i.a. ha<sup>-1</sup> para reduzir o acúmulo de massa seca do sistema radicular em 50%, sendo essa dose, aproximadamente, cinco vezes maior do que a observada no solo franco-arenoso proveniente de Apodi – RN. Os solos franco-argilo-arenoso e franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB apresentaram valores intermediários de I<sub>50</sub>, com doses de 1196,1 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 870,1 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Desta forma, verificou-se que os solos mais arenosos e com menores teores de matéria orgânica apresentaram valores de  $I_{50}$  menores do que os solos argilosos e com maiores teores de matéria orgânica (Tabela 1). Kruse (2001) relata que a absorção do clomazone se dá pelas raízes, sendo assim, quanto maior o conteúdo de herbicida na solução do solo maior será a absorção pelas raízes e sua toxidez. Como em solos arenosos a adsorção é pequena, a concentração do herbicida na solução do solo é maior se comparada ao solo argiloso, cujo adsorção é mais elevada. Os resultados obtidos no presente estudo demonstram uma redução significativa do crescimento do sistema radicular à medida que se aumenta a dose do herbicida clomazone, sendo essa redução maior nos solos com menor capacidade de adsorção do herbicida (solos arenosos). Em decorrência dessa danificação, tem-se provavelmente uma redução na absorção de água e nutrientes, o que provavelmente ocasionou redução do crescimento da parte aérea. A maior fitotoxidez do herbicida clomazone em solos de textura arenosa e franco-arenosa também foi verificada em outras culturas em que o produto é utilizado a exemplo do arroz irrigado, sendo que nos Estados Unidos este produto não foi registrado para uso em solos com estas características (O'BARR et al., 2007).



**Figura 5** - Curvas de dose resposta do herbicida clomazone referente à massa seca do sistema radicular das plantas de mamoneira cultivada nos seguintes solos: franco-arenoso proveniente de Itaporanga – PB (-----) e franco-arenoso proveniente de Apodi – RN (—) (A); franco-argiloso proveniente de Barbalha – CE (— · —) e franco-argilo-arenoso proveniente de Irecê – BA (— —) (B); aos 20 dias após a aplicação do herbicida

Em geral, os resultados do presente estudo indicaram que o herbicida clomazone apresenta efeito significativo no desenvolvimento radicular e conseqüentemente no crescimento da parte aérea das plantas de mamoneira, principalmente em solos com menores capacidades de adsorção do herbicida no solo. Assim, solos com textura mais argilosa e com maiores teores de matéria orgânica suportam doses maiores do herbicida do que os solos arenosos, indicando que as características

referentes à textura de cada solo devem ser levadas em consideração na recomendação do herbicida clomazone para a cultura da mamoneira, uma vez que a tolerância da cultura está relacionada com a disponibilidade do herbicida no solo. Em solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica, doses de 600 a 700 g i.a. ha<sup>-1</sup> foram suficientes para causar inibição do crescimento da mamoneira, sendo nesses solos recomendado a utilização de doses inferiores a essas para que não ocorram problemas com fitotoxidez na cultura da mamoneira. Solos com maiores teores de argila e matéria orgânica suportam doses muito maiores do herbicida sem ocasionar fitotoxidez, permitindo o uso de doses muito superiores àquelas recomendadas para o controle de plantas daninhas nas culturas das quais ele é registrado.

## 5. CONCLUSÕES

- A dose do herbicida clomazone tolerado pela mamoneira é influenciada pela capacidade de adsorção do solo.
- O herbicida clomazone é absorvido pelo sistema radicular da mamoneira podendo reduzir o crescimento da planta em doses elevadas.
- Em solos de textura franco-arenosa, baixas doses do herbicida clomazone são suficientes para ocasionar redução no crescimento das plantas de mamoneira.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**. 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 plantas daninhas e a mamoneira**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais eletrônicos...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2006. Disponível em: <[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos\\_cbm2/077.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm2/077.pdf)>. Acesso em: 20 de maio 2011.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Período crítico de competição das plantas daninhas na BRS energia em duas densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA 4., E SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1430-1434.

BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D. **Informações sobre os sistemas de produção utilizados na ricinocultura na região Nordeste, em especial o semi-árido e outros aspectos ligados a sua cadeia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 6 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 213).

BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, R. de L. de S. Aplicação do óleo de mamona como fonte de energia: biodiesel. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 397-416.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos material vegetal. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.

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

CARDOSO, G. D. et al. Estudo preliminar de seletividade de herbicidas à cultura da mamona. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROM.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Mamona abril de 2011**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_04\\_20\\_17\\_37\\_51\\_mamonaabril2011..pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_04_20_17_37_51_mamonaabril2011..pdf)>. Acesso em: 20 de maio 2011.

CURRAN, W. S.; LIEBL, R. A.; SIMMONS, F. W. Effects of tillage and application methods on clomazone, imazaquin, and imazethapyr persistence. **Weed Science**, v. 40, p. 482-489, 1992.

FERHATOGLU, Y.; BARRETT, M. Studies of clomazone mode of action. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 85, n. 1, p. 7-14, 2005.

GALLAHER, K.; MUELLER, T.C. Effect of crop presence on persistence of atrazine, metribuzin, and clomazone in surface soils. **Weed Science**, v. 44, p. 698-703, 1996.

KIRKSEY, K. B. et al. Clomazone dissipation in two Tennessee soils. **Weed Science**, v. 44, n. 4, p. 959-963, 1996.

KRUSE, N. D. Inibidores da síntese de carotenóides. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO, A. Jr. (Ed). **Herbicidologia**. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2001. p. 113-122.

LOUX, M. M.; LIEBL, R. A.; SLIFE, F. W. Availability and persistence of imazaquin, imazethapyr, and clomazone in soil. **Weed Science**, v. 37, n. 2, p. 259-267, 1989.

MACIEL, C. D. G. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas sobre características de desenvolvimento da mamoneira savana. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 23-29, 2007b.

MACIEL, C. D. G. et al. Possibilidade de aplicação de misturas de herbicidas de ação total com jato dirigido em mamoneira de porte anão. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 457-464, 2008.

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, 2007a.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema 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: 20 de jun. 2010

MARTINS, F. M. et al. Seletividade de herbicidas graminicidas aplicados em pós-emergência na cultura da mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24., 2004. São Pedro. **Anais...** Londrina: SBCPD, 2004. 1 CD-ROM.

MERVOSH, T. L.; SIMMS, G. K.; STOLLER, E. W. Clomazone fate as affected by microbial activity, temperature, and soil moisture. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 43, p. 537-543, 1995.

NOLDIN, J. A. et al. Persistência do herbicida clomazone no solo e na água quando aplicado na cultura do arroz irrigado, sistema pré-germinado. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, n. 3, p. 401-408, 2001.

NOVAES, R.F. **Um método simples de interpretar análises de solo e recomendar calcário e fertilizantes para as culturas anuais, olerícolas e perenes**. Viçosa, MG. 2005. 2 p. 1 Folder.

O'BARR, J. H. et al. Rice response to clomazone as influenced by application rate, soil type, and planting date. **Weed Technology**, v. 21, n. 1, p. 199-205, 2007.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**. 5. ed. Londrina: Grafmarke, 2005. 592 p.

ROMAN, E. S. et al. **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, 2007. p. 25-32.

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.

SANTOS, F. M. et al. Persistência dos herbicidas imazethapyr e clomazone em lâmina de água do arroz irrigado. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 875-881, 2008.

SANTOS, R. F. dos et al.. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 23-25.

SEEFELDT, S. S.; JENSEN, J. E. E.; FUEREST, E. P. Log-Logistic Analysis of Herbicide Dose-Response Relationships. **Weed Technology**, Lawrence, v. 9, n. 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 – PB, v. 8, n. 1, p. 73-72, 2004.

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

TENBROOK, P. L.; TJEERDEMA, R. S. Biotransformation of clomazone in Rice (*Oryza sativa*) and early watergrass (*Echinochloa oryzoides*). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 85, n. 1, p. 38-45, 2006.

THEISEN, G.; ANDRES, A.; SILVA, S. dos A. Seletividade de herbicidas à cultura da mamona. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2006.

VIDAL, R. A.; MEROTTO, A. Jr.; FLECK, N. G. Introdução. In: VIDAL, R. A.; MEROTTO, A. Jr. (Ed). **Herbicidologia**. 1. ed. Porto Alegre: Impressão Gráfica Evangraf, 2001. p.1-5.