



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



**FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SEUS  
EFEITOS NO CRESCIMENTO DA MAMONEIRA  
(*Ricinus communis* L.)**

**MÁRCIA MARIA BEZERRA GUIMARÃES**

**ORIENTADORES: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. VERA LUCIA DE LIMA ANTUNES  
PROF. DR. NAPOLEÃO ESBERARD DE MACÊDO BELTRÃO**

**CAMPINA GRANDE-PARAÍBA**

**2007**

**MÁRCIA MARIA BEZERRA GUIMARÃES**

**FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E SEUS  
EFEITOS NO CRESCIMENTO DA MAMONEIRA  
(*Ricinus communis* L.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte integrante dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Linha de Pesquisa: Monitoramento e Controle da Degradação Ambiental

Orientadores: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lucia de Lima Antunes

Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA**

**2007**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

G963f

2007 Guimarães, Márcia Maria Bezerra

Fontes de fertilizantes nitrogenados e seus efeitos no crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.) /Márcia Maria Bezerra Guimarães. — Campina Grande: 2007.

52f. : il

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadores: Dr<sup>a</sup>. Vera Lucia de Lima Antunes e Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão.

1. Mamona. 2. Fertilizantes- Adubos Orgânicos e Nitrogenados.  
I. Título.

CDU 633.8 (043)

UFCG - BIBLIOTECA - CAMPUS I	
1180	94-08-08

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

MÁRCIA MARIA BEZERRA GUIMARÃES

FONTES DE FERTILIZANTES NITROGÊNADOS E SEUS  
EFEITOS NO CRESCIMENTO DA MAMONEIRA (*Ricinus  
communis* L.)

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Vera Lúcia Antunes Lima  
Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima - Orientadora

APROVADA

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão  
Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão - Orientador

APROVADA

Frederico Antônio Loureiro Soares  
Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares - Examinador

APROVADA

Melchior N. Batista da Silva  
Dr. Melchior N. Batista da Silva - Examinador

APROVADA

ABRIL - 2007

Senhor,

Agradeço-te por mais uma etapa vencida em minha vida. Só tu Senhor sabes de todas as dificuldades que enfrentei para chegar até aqui. Verdadeiramente a tua palavra é real quando diz... "ATÉ AQUI ME AJUDOU O SENHOR" porque, se não fosse por tua ajuda, jamais chegaria a galgar tão grande degrau, por isso todo mérito elevo a ti pelo simples fato de acordar todos os dias e perceber que meu fôlego de vida é renovado a cada amanhecer por isso a ti seja toda honra, glória, poder e majestade para todo sempre amém...

## **AGRADECIMENTOS**

A meus filhos: **Priscilla, Emanuel e Débora** que têm acompanhado todos os momentos de minha vida vocês são a razão de todos os esforços por mim realizados.

A meus Pais, pelo privilégio de ao longo desta caminhada terem acreditado em mim, com amor, educação e apoio financeiro.

A meus irmãos, sobrinhos e familiares, que se dispersaram totalmente em prol do meu bem-estar.

Ao Doutor Napoleão, por me fazer acreditar fazer na minha própria capacidade e oferecer todo o seu conhecimento além de colaborar pelo desenvolvimento deste trabalho.

À Professora Vera, pela orientação, ensinamentos e sugestões riquíssimas para a elaboração desta dissertação cujos momentos foram proveitosos nas disciplinas por ela ministradas.

Ao pesquisador Liv que, com toda paciência me transmitiu simplicidade sua experiência, de grande relevância no desenvolvimento desse trabalho.

Aos pesquisadores Tatiana, a Roseane e a Frederico, pela ajuda nas análises estatísticas e na confecção desta dissertação.

Às minhas amigas Fabiana e Amanda sem as quais eu não estaria aqui, hoje, como mestre.

Às amigas e amigos estagiários da Embrapa, Aline, Robson, Joabson, Ligia e Armindo.

À Embrapa, por fornecer seu espaço, material e concessão do trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação juntamente com seu corpo docente.

À Petrobras, pelo apoio financeiro de meu experimento e da participação em Congressos e viagens de Campo.

À Capes, pela bolsa de estudo.

Aos funcionários da Universidade Federal de Campina Grande especialmente a Rivanilda pelo amor e paciência.

Aos Colegas da turma, Josilda, Jaqueline, João Falcão, Sparchson e Gilson, Joãozinho, Jardel pela fraterna convivência em todos os momentos divertidos.

Enfim, a todos que, de uma maneira ou de outra, colaboraram direta, ou indiretamente para a realização e condução de meu mestrado.

RESUMO: Na atualidade, o mundo busca fontes de energia alternativas para o petróleo e o carvão mineral, devido aos danos ao meio ambiente, em especial ao efeito estufa e suas conseqüências para a humanidade em que uma delas pelo menos para os próximos 20 ou 30 anos, deverá vir da biomassa; essas alternativas são principalmente os biocombustíveis, em especial o álcool e o biodiesel. No Nordeste Brasileiro a mamoneira (*Ricinus communis L.*) é uma das poucas opções para os produtores, em particular o cultivo de sequeiro, resistente à seca e heliofila. Como nesta região a produtividade da mamona ainda é muito baixa e quase não se tem informações sobre sua reação a fertilizantes orgânicos, como o bio sólido e a torta desta euforbiácea, realizou-se a presente pesquisa com o objetivo de se verificar e quantificar os efeitos de doses (equivalente a nitrogênio) dos adubos, esterco de curral, lodo de esgoto residencial, torta de mamona e uréia, no crescimento inicial da mamoneira, cultivar BRS Nordestina em condições de casa de vegetação pertencente à EMBRAPA, sede do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão em Campina Grande, PB, no ano 2006. Foi utilizado um delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições (blocos) e 13 tratamentos, com esquema fatorial  $4 \times 3 + 1$ , cujos fatores foram: tipos de fertilizantes orgânicos (esterco de curral bem curtido, bio sólido e torta de mamona) e uréia nas doses de (85,170 e 255 kg de N/ha<sup>-1</sup>), mais um tratamento adicional, que foi a testemunha absoluta sem adubação. Todos dos tratamentos receberam um complemento mineral P e K, nas doses de 80 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, aplicados na fundação, com superfosfato triplo e cloreto de potássio. Verificaram-se via observações visuais, que os adubos orgânicos; em especial a torta de mamona, reduziram a incidência de pragas e doenças na mamoneira retratados pelas variáveis altura de planta, área foliar por planta, diâmetro caulinar e fitomassa total por partes das plantas quando se compararam a media do fatorial com a testemunha (controle sem adubação), avaliações via contrastes ortogonais; os fertilizantes incrementaram o crescimento desta oleaginosa. Entre os adubos, o que mais promoveu o crescimento inicial da mamoneira foi a torta desta euforbiácea que, além dos nutrientes, sobretudo do nitrogênio, tem muita fibra, mais de 35%, constituindo-se, assim um fator de melhoria física do ambiente edáfico.



## **SOURCES OF FERTILIZERS NITROGENOUS AND THEIR EFFECTS IN THE GROWTH OF THE CASTOR BEAN PLANT (*Ricinus communis* L.)**

### **SUMMARY:**

**ABSTRACT:** Nowadays, the world is seeking alternative sources of energy to replace petroleum and coal, due to their harm to the environment, specially the greenhouse effect. In the next 20 or 30 years this alternative source will probably come from biomass. Ethanol and biodiesel are two examples of that. In the Northeast region of Brazil, the castor plant (*Ricinus communis* L.), due to its drought resistance and sunlight tolerance, is one of the few crop options, specially in rainfed condition. The yield of this crop is very low and there is scarcity of information about its response to organic fertilization like sewage sludge and presscake. This study was made in order to measure the effect of doses of some organic and mineral fertilizer in the initial growth of castor plants, cv. BRS Nordestina, in a greenhouse condition in Campina Grande, at Embrapa Algodão (National Research Center of Cotton). The trial was set up in randomized block design with three replications and 13 treatments in a factorial distribution of 4 kinds of fertilizers (bovine manure, domestic sewage sludge, castor presscake and urea) x 3 doses (85, 170 and 255 kg/ha of N) with an additional treatment with no fertilizer. P and K were supplied in all treatments in the dose of 80 kg/ha for both, applied in the planting moment, using Triple superphosphate and potassium chloride as sources. A reduction in pests and illness in the castor plants was visually observed and reflected in the plant height, leaf area, stem diameter and shoot dry weight when compared to the control treatment. In orthogonal contrasts evaluations, the fertilizers increased the growth of this oilseed. Among the fertilizers the presscake had the most intensive growth promotion potential, cause it, beside Nitrogen, is rich in fiber, more than 35%, wath helps to increase physic properties of the soil.

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. Aspectos gerais da cultura.....	13
2.2. Adubação e nutrição mineral da mamoneira.....	15
2.3. Fertilizantes orgânico.....	18
2.3.1. A adubação orgânica.....	18
2.3.2. Esterco bovino.....	18
2.3.3. Lodo de esgoto.....	20
2.3.3. Torta de mamona.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. Local do experimento.....	24
3.2. Clima.....	24
3.3. Delineamento experimental e tratamentos .....	24
3.3. A Cultura.....	25
3.4. Montagem do experimento e substrato utilizado.....	26
3.5. Adubação.....	26
3.6. Condução do experimento.....	27
3.7. Controle de pragas e doenças.....	27
3.8. Variáveis analisadas.....	28
3.8.1 Análises de crescimento.....	28
3.9 Análises estatísticas.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Controle de Pragas e doenças.....	30
4.2. Análises de crescimento.....	32
4.2.1. Número de folhas por planta.....	32

4.2.2. Altura de planta.....	35
4.2.3 Diâmetro do caule.....	37
4.2.4 Área foliar por planta.....	39
4.3. Resultados da Fitomassa e comprimento de raiz .....	43
5.CONCLUSÕES.....	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultura tolerante à seca, concentra em suas sementes aproximadamente 49% de óleo, a exemplo da cultivar BRS Nordestina (BELTRÃO et al., 2002); sua importância se destaca no cenário mundial pela versatilidade do óleo, que pode ser largamente utilizado pela indústria química e na elaboração de biocombustíveis, e ainda por apresentar elevada capacidade de adaptação às condições adversas de clima e solo. Apesar da grande importância da cultura para o desenvolvimento socioeconômico do País, são poucas as informações disponíveis no que diz respeito ao manejo adequado da adubação, irrigação e controle de doenças, dentre outras. De acordo com Canecchio Filho & Freire (1958) e Nakagawa & Neptune, (1971), a mamoneira exporta, da área de cultivo, cerca de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, 18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 32 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 13 kg ha<sup>-1</sup> de CaO e 10 kg ha<sup>-1</sup> de MgO para cada 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de baga produzida, porém, a quantidade de nutrientes absorvida aos 133 dias da germinação chega a 156, 12, 206, 19 e 21 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO e MgO, respectivamente, indicando alto requerimento de nutrientes para obtenção da produtividade adequada (NAKAGAWA & NEPTUNE, 1971; RAIJ et al., 1996).

Uma das alternativas para a adubação da mamoneira se dá via orgânica, com o uso do lodo de esgoto, da torta de mamona e do esterco bovino, materiais que têm sido estudados para a adubação de algumas culturas, a exemplo do milho e feijão (Nogueira et al., 2006), algodão (Pedrosa et al., 2005), cana-de-açúcar (Marques et al., 2005); e da própria mamoneira, como os trabalhos realizados por Lima et al. (2005) em estudos que constataram a viabilidade do uso do lodo de esgoto para a produção de mudas de mamoneira, e Nascimento et al. (2006) ao avaliarem o uso de doses crescentes de lodo de esgoto na fertilização da mamoneira; Lima et al. (2006) também avaliaram o desenvolvimento e o crescimento inicial de plantas de mamoneira tratadas com torta e casca de mamoneira na adubação e obtiverem bons resultados. Quanto ao esterco bovino, Severino et al. (2006) relatam que o uso de 2,5 t ha<sup>-1</sup> promoveu um ganho de

produtividade de 457,6 kg ha<sup>-1</sup> de sementes em relação ao tratamento sem adubação (163,7 kg ha<sup>-1</sup>) para a mamoneira em condições de campo.

A viabilidade do uso de materiais orgânicos, como lodo de esgoto, torta de mamona e esterco bovino na agricultura, está relacionada à origem dos materiais e aos tratamentos a que estes são submetidos, a exemplo do lodo de esgoto, do conhecimento a priori das características químicas, como disponibilidade de nutrientes, presença ou ausência de metais pesados, dentre outras.

De acordo com Severino et al. (2006) a torta de mamona concentra 7,54% de N, 3,11% de P, 0,66% de K, 0,75% de Ca e 0,51% de Mg, respectivamente; por outro lado, o lodo de esgoto apresenta 4,38% de N, 3,76% de P, 0,21% de K, 1,61% de Ca e 2,04% de Mg (LIMA et al., 2005). O esterco bovino, por ser utilizado em grande escala pelos produtores, tem sido a fonte referencial de matéria orgânica quando se trata de adubação; contudo, quando comparado ao aporte de nutrientes apresentado pelo lodo de esgoto e pela torta de mamona, tornam-se necessários, estudos mais detalhados no que diz respeito à utilização destes resíduos para o cultivo da mamoneira. De acordo com Severino et al. (2006) o esterco apresenta, em sua composição química, 0,77% de N, 0,87% de P, 0,32% de K, 0,30% de Ca e 0,18% de Mg.

Dentre as fontes de matéria orgânica citadas, os cuidados devem ser mais rigorosos quanto à definição de doses de lodo de esgoto a serem aplicadas ao solo, tanto no período de estiagem, como nos das águas, em virtude do lodo ser um resíduo rico em N, que pode ser rapidamente lixiviado nos períodos de intensa precipitação pluviométrica (VIEIRA E CARDOSO, 2003) e causar contaminação dos mananciais e do ambiente; além disso, a presença de metais pesados é mais freqüente em lodo de cidades industrializadas, a exemplo dos estudos de Silva et al. (2002) com lodo de esgoto procedente do Distrito Federal, para a cultura do milho. Esses fatores são insignificantes no interior do Nordeste e mesmo em cidades de porte médio, como Campina Grande, que tem gerado resíduo de pouco potencial de contaminação e com poucos metais pesados (PEDROSA et al., 2005).

As maiores restrições para o uso de resíduos na agricultura são direcionadas ao cultivo de culturas alimentares, em especial daquelas em que a parte comestível fica em contato com o solo (tubérculos e raízes, como batatinha, mandioca, cenoura, beterraba, nabo etc). Para culturas industriais, como algodão, cana-de-açúcar e mamoneira, as maiores preocupações dizem respeito à liberação

de N e P para os mananciais de águas superficiais e subsuperficiais (Silva et al., 2001).

Com a possibilidade de incremento na área plantada e a importância desta euforbiácea na região Nordeste, é notória a necessidade de estudos e de informações sobre a adubação inorgânica e orgânica em cultivares mais modernas, em particular via adubação orgânica, com o uso de bio sólido, esterco e torta de mamona, razão por que se objetivou, com este trabalho, avaliar a evolução do crescimento e da mamoneira cultivar BRS Nordestina adubada com doses crescentes de esterco bovino, lodo de esgoto, torta de mamona e fertilizante NPK em diferentes épocas, quantificar os teores de N,P,K,Ca e S na matéria seca da mamoneira e avaliar os efeitos de diferentes fontes e doses de matéria orgânica nos atributos químicos do solo.

Os objetivos específicos dessa pesquisa foram:

1. Estudar os efeitos das fontes e doses de nitrogênio no crescimento inicial da mamoneira, via análise de crescimento não destrutivo, com base nos valores de altura de planta, número de folhas, área foliar e diâmetro caulinar, peso de caule, peso de raiz e peso de matéria seca;
2. Avaliar os efeitos das diferentes fontes e doses de adubos orgânicos nitrogenados nos atributos químicos do solo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. ASPECTOS GERAIS DA CULTURA

A mamoneira é uma planta rústica, heliófila, resistente à seca; da família das Euforbiáceas e disseminada por diversas regiões do globo terrestre. Existem centenas de cultivares ou variedades de mamona, porém as mais estudadas na atualidade, no Brasil, são as BRS Nordestina e BRS Paraguaçu. Por se tratar de uma espécie polimórfica, a mamoneira apresenta grande variação no hábito de crescimento, cor da folhagem e caule, tamanho das sementes, conteúdo do óleo e coloração e porte sendo uma planta perene desde que as condições ambientais o permitam, sobretudo a temperatura, umidade relativa do ar e a precipitação pluvial.

Segundo Mazzani (1983) a mamoneira possui sistema radicular pivotante e raízes fistulosas, bastante ramificadas; seu caule apresenta variação de cor, podendo ter cera ou não na sua composição; é rugoso e possui nós bem definidos, com cicatrizes foliares proeminentes; o caule é brilhante, tenro e suculento; quando a planta é nova e à medida que envelhece, torna-se lenhoso. A mamoneira é uma planta monóica que apresenta inflorescência do tipo panícula, denominada de racemo, com flores femininas na parte de cima e as masculinas na parte inferior; seu fruto, que é o ovário desenvolvido e fecundado, é uma cápsula que pode ser lisa ou com estruturas semelhantes a espinhos, deiscentes ou indeiscentes, suas sementes que são os óvulos da flor, após a fertilização, variam de acordo com a cultivar e as demais características são variadas, de acordo com a cultivar (PRATA,1969).

De acordo com Mazzani (1983) as folhas da mamoneira, uma expansão laminar do caule, são simples, grandes, com largura do limbo variando de 10 a 40 cm, podendo chegar a 60 cm de comprimento; apresenta a mamona com uma filotaxia alterada do tipo 2/5 (duas folhas em cada cinco voltas de 360° no eixo do caule) e, em geral, tem sete lóbulos em cada folha, que pode apresentar a cor verde ou avermelhada de acordo com Ribeiro e Filho (1966), a biologia floral da mamoneira é bastante complexa e apresenta diversas expressões da sexualidade; a panícula é terminal, representando o final de um ramo; na inflorescência ocorre, além

da autogamia, a alogamia, sendo o vento o responsável pela dispersão do pólen que pode chegar a pelo menos 30% (MAZZANI,1983).

A mamoneira possui metabolismo complexo, com fotossíntese do tipo C3 ineficiente, e elevada taxa de respiração, sobretudo nas folhas.

Atualmente cultivada desde 40° S a 52°N nos dois hemisférios da terra, sendo o seu ótimo ecológico se acha em locais com altitude de 300 a 1500 m, porém não suporta frio (WEISS, 1983) e necessita de pelo menos 500 mm de água para produzir satisfatoriamente

O Semi-árido do Nordeste possui cerca de 900.000 km<sup>2</sup>, quase 20% dos municípios do País e elevado contingente humano, boa parte ainda no campo; tem mais de 15 milhões de hectares com temperaturas entre 20° a 26°, precipitação pluvial de 500 a 800 mm, solos bem drenados, com boa profundidade e atitude de 300 a 1000 m, aptos para o cultivo de sequeiro dessa euforbiácea (NASCIMENTO 2006).

O sistema radicular da mamoneira tem capacidade de explorar as camadas mais profundas do solo que, normalmente, não são atingidas por outras culturas anuais, como soja, milho e feijão, promovendo o aumento da aeração e da capacidade de retenção e distribuição da água no solo.

A mamoneira é exigente em fertilidade, deve ser cultivada em solos com fertilidade média a alta, porém solos com fertilidade muito elevada favorecem o crescimento vegetativo excessivo, prolongando o ciclo e expandindo, consideravelmente, o período de floração. Tanto solos ácidos como alcalinos, têm efeito negativo no crescimento e desenvolvimento das plantas. A cultura prefere solos com pH entre 5 e 6,5, produzindo em solos de pH até 8,0 (MANZANI,1983).

Por se tratar de uma espécie que, durante os estádios iniciais de desenvolvimento, expõe o solo ao impacto das gotas de chuva, seu cultivo deve ser feito em áreas onde a declividade seja inferior a 12%, obedecendo às técnicas de conservação do solo (AMORIM NETO et al., 2001).

Caso o Brasil fosse escolhido para produção de B<sub>20</sub> (20% de biodiesel + 80% de diesel), o produto que poderia ser usado imediatamente nos veículos a diesel em todo o país seria o óleo de mamona, com ele pode-se fazer um biodiesel de boa qualidade, mesclado com outros óleos e com



álcool etanol de cana - de açúcar. O Nordeste tem mais de cinco milhões de hectares para o cultivo de mamona (Beltrão et al.2002).

No Nordeste, o regime de sequeiro com os sistemas de produção preconizados pela Embrapa Algodão e parceiros, podem produzir cerca de 1400 kg/ha<sup>-1</sup> de bagas, equivalente a 631 Lha<sup>-1</sup> de óleo considerando-se o uso de uma cultivar de boa qualidade, como a BRS 149-Nordestina que tem 49% de óleo nas sementes. O Brasil já foi considerado o maior produtor mundial de mamona atingido mais de 265 mil toneladas da produção. (Beltrão et al.2005).

Hoje, com o estímulo oferecido pelo governo e pela Petrobrás, os agricultores voltaram a acreditar na produção de mamona; a Embrapa também tem colaborado muito com esse avanço oferecendo seu conhecimento aos agricultores e produtores em geral.

A mamoneira se desenvolve e produz bem em vários tipos de solo, com exceção daqueles de textura muito argilosa, que apresentam deficiência de drenagem. Solos profundos, com boa drenagem, de textura franca e bem balanceados quanto aos aspectos nutricionais, favorecem o seu desenvolvimento e crescimento.

## 2.2. ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL DA MAMONEIRA

Entre as oleaginosas cultivadas no Brasil, a mamoneira se destaca pela rusticidade e adaptabilidade às condições adversas de clima e solo, pelo rápido crescimento, elevada produtividade e considerável teor de óleo em suas sementes. De ocorrência natural na Etiópia e algumas regiões da Ásia (TÁVORA, 1982) esta espécie apresenta grande potencial produtivo, notadamente em áreas semi-áridas, que dispõem de poucas alternativas agrícolas viáveis.

A mamona apresenta excelente comportamento agrônômico sendo considerada cultura de clima quente e úmido, de fácil adaptabilidade por crescer e se desenvolver normalmente em solos de boa drenagem e de boa fertilidade (FORNAZIERI JÚNIOR, 1986). Apesar de sua rusticidade e ampla capacidade de adaptação às condições adversas, são poucas as informações sobre a domesticação desta espécie, havendo necessidade de buscar estabelecer práticas de cultivo que permitam viabilizar sua

exploração sob técnicas racionais e econômicas, principalmente por se tratar de uma planta que absorve grande quantidade de macronutrientes. Outro aspecto imprescindível é conhecer a resposta da mamoneira à adubação orgânica e mineral e que tipo de resposta se ajusta melhor ao seu crescimento e estado nutricional, visto que alguns estudos realizados por Severino et al. (2006) têm relevado que a mamoneira é altamente responsiva a adubação.

A mamoneira é uma cultura exigente em fertilidade do solo; de forma geral, em grande parte da área agrícola do Brasil o fornecimento de nutrientes pode ser inadequado devido ao distrofismo natural dos solos, caracterizado principalmente pelos baixos teores de fósforo e bases trocáveis associados a uma acidez elevada; desta forma, alguns dos solos em que a cultura da mamona venha a ser cultivada, poderão apresentar teores de alumínio, ferro e manganês prejudiciais ao seu crescimento, especialmente o desenvolvimento do seu sistema radicular. Para a mamoneira tem-se recomendado solos com saturação por bases próxima a 60%. Segundo Amorim Neto et al. (2004) tanto os solos de reações ácidas quanto os alcalinos devem ser evitados, preferindo-se cultivá-la em terrenos de reação próxima à neutralidade, com pH entre 6,0 a 7,0. Os solos de reação neutra também podem acidificar-se não só pela remoção de cátions básicos pelas colheitas, mas também pelo uso de fertilizantes nitrogenados, sobretudo os amoniacais.

Diversos materiais orgânicos e inorgânicos têm sido utilizados na adubação da mamoneira (LIMA et al., 2006; NASCIMENTO, 2006), ressaltando-se a necessidade de se determinar os mais apropriados, de forma a atender à sua demanda quanto ao fornecimento de nutrientes e melhoria de algumas propriedades físicas importantes do solo, como retenção de água, aeração, facilidade para penetração das raízes etc; por outro lado, deve-se levar em consideração, a escolha da fonte de nutrientes, disponibilidade de alguns nutrientes essenciais para o desenvolvimento e crescimento da planta; além desses aspectos, a escolha do fertilizante orgânico deve se basear na sua disponibilidade na região e nos custos de obtenção; esses aspectos explicam um pouco as razões pelas quais se

utilizam largamente os resíduos industriais como fertilizante, para o cultivo de diversas lavouras.

Entre os materiais freqüentemente utilizados como fertilizantes orgânicos para a mamoneira, citam-se o esterco bovino (SEVERINO et al., 2006), a casca e a torta de mamona (LIMA et al., 2006), e o lodo de esgoto (NASCIMENTO, 2006). A torta de mamona é um excelente fertilizante orgânico, rico em nitrogênio, fósforo e cálcio (SEVERINO, 2005). Quando comparada a outros fertilizantes orgânicos, como o esterco bovino e a casca de algumas oleaginosas, a exemplo da casca de amendoim e de mamona (SEVERINO et al., 2006) a torta de mamona apresenta relativa superioridade quanto à disponibilidade de nutrientes e capacidade de mineralização no solo (SEVERINO et al., 2004); além disso, a torta de mamona pode elevar o teor de fibra, o pH do solo, reduzir a acidez total, elevar o conteúdo de carbono e promover a melhoria geral na parte física e química do solo, além de reduzir os nematóides (PRATA, 2006)

Para produzir bem em solos intemperizados e lixiviados, como ocorre na maioria dos solos cultivados da Região Nordeste, é aconselhável o uso de fertilizantes químicos ou orgânicos. A escolha da adubação dependerá do poder aquisitivo do produtor e dos conhecimentos a respeito das vantagens dessas fontes de nutrientes. Em condições de acidez elevada (pH abaixo de 5) é recomendável calcariar o solo pelo menos três meses antes do plantio. Quanto à adubação, dos três nutrientes importantes para o crescimento e produção da mamoneira, se destaca o N por ser relativamente móvel no solo e se perder com certa facilidade por lixiviação e volatilização, sendo recomendável sua aplicação em cobertura no início da floração do primeiro cacho e fósforo, na fundação nas covas.

Portanto, a decisão de adubação vai depender do produtor, porém é importante ressaltar que para que o lucro seja satisfatório, torna-se oportuna uma boa adubação, garantindo que não haja prejuízos pois a falta de certos nutrientes essenciais para as plantas, a exemplo do N, P e K poderá reduzir drasticamente a produção, o potencial de renda, a resistência da cultura a seca, a doenças e a insetos. De acordo com LOPES (1989) a adubação é responsável por cerca de um terço, ou mais, na produção total das culturas chegando, em muitos casos, a 60-80%, na

maioria dos casos, representa a diferença entre um lucro substancial e uma perda. Muitos acreditam que nenhum outro insumo leva a retorno tão elevado quanto o uso dos fertilizantes

## 2.3. FERTILIZANTES ORGÂNICOS

### 2.3.1. A ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Consiste na incorporação de matéria orgânica ao solo, prática que promove mudanças características físicas, químicas e biológicas do solo. Do ponto de vista físico, a matéria orgânica melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes. Quimicamente, a matéria orgânica é uma importante fonte de macro e microelementos essenciais às plantas, além de atuar indiretamente na disponibilidade dos mesmos, devido à elevação do pH; aumenta a capacidade de retenção dos nutrientes, evitando perdas; biologicamente, a matéria orgânica aumenta a concentração e a atividade dos microrganismos do solo, por ser fonte de energia e de nutrientes (KIEHL 1981). Fatores inerentes à matéria orgânica, como a relação C/N, presença de lignina e granulometria, interferem na dinâmica microbiana. A adubação orgânica é a base da produtividade dos solos e ele se decompõe nos solos tropicais ou subtropicais úmidos com muita rapidez.

A quantidade e a qualidade da matéria orgânica no solo são determinadas principalmente pelas atividades dos microrganismos cujas atividades são por sua vez, influenciadas pela umidade e arejamento do solo, pelo pH, temperatura e suprimento de energia e alimento (GOMES E SILVA, 2004).

### 2.3.2. ESTERCO BOVINO

O uso de esterco bovino na adubação de plantas é uma prática recomendada para a maioria das plantas cultivadas. A principal característica do esterco não está no fato dele ser um fornecedor de nutrientes às plantas, pois de acordo com Severino et al. (2006) a maioria dos esterco apresenta baixa disponibilidade de nutrientes, a exemplo do N, do P e do K; no entanto, sua contribuição é baseada na melhoria das propriedades físicas, como aeração, capacidade de retenção de umidade,

redução da densidade aparente e redução da compactação do solo, dentre outras; químicas como CTC do solo, concentração de alumínio trocável do solo, pH etc, e biológicas do solo.

De acordo com Primaversi (1982), o aumento da capacidade de troca de cátions, da retenção de umidade, da circulação de ar, da presença de substâncias de crescimento e da agregação, é mais importante que os minerais adicionados ao solo pelo esterco bovino aplicado.

Outra questão significativa para se discutir os efeitos do esterco bovino como fertilizante orgânico é o grau de decomposição em que ele se encontra e sua riqueza em diversos nutrientes minerais essenciais à vida das plantas. Segundo Gomes e Silva (2004) a riqueza em nutrientes do esterco bovino dependerá, essencialmente, da composição primitiva dos restos orgânicos que deram origem ao respectivo esterco, dos cuidados com o manejo durante o seu curtimento e da sua aplicação às culturas beneficiadas.

Teores de N, P, K, Ca, Mg e S foram obtidos por Severino et al. (2006) em amostras de esterco bovino bem curtido. Por outro lado há relatos, na literatura, de teores de N de 5,05%; 0,87% de P; 2,04% de K; 1,59% de Ca, 0,68% de Mg; 0,46% de S; 21 mg de Cu; 106 mg de Mn; 135 mg de Zn, 354 mg de Fe e 73 mg de B, respectivamente, em esterco de vacas leiteiras, contendo 11,1% de matéria seca (HENSLER et al., 1970).

Prejuízos na germinação e no crescimento de plantas podem ocorrer na aplicação de grandes quantidades de esterco bovino; sua aplicação excessiva provoca aumento no pH, o que poderá desbalancear o fornecimento de micronutrientes, aumento na concentração salina e nos valores de alumínio trocável.

Experimentos realizados com esterco bovino na adubação da mamoneira mostraram que os melhores resultados quanto ao crescimento das plantas em altura, diâmetro caulinar, número de folhas e matéria seca da parte aérea, foram obtidos quando se aplicaram 15 a 20 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino (VALE et al., 2005).

Para a adubação da mamoneira, Severino et al. (2006) mencionam que o uso de 2.500 kg ha<sup>-1</sup> de esterco bovino combinado com a adubação mineral com N, P e K (55, 70 e 50 kg ha<sup>-1</sup>) aumentou a produtividade de

sementes de mamoneira de 163,7 kg ha<sup>-1</sup> para 1.172,5 kg t ha<sup>-1</sup>; esses resultados sugerem que a matéria orgânica utilizada na forma de esterco bovino apresenta potencial intermediário e alto potencial da adubação mineral.

### 2.3.3. LODO DE ESGOTO

Quanto ao uso fertilizante do lodo de esgoto para o cultivo da mamoneira, a viabilidade de seu uso está relacionada à origem da matéria orgânica e ao tratamento a que este é submetido, do conhecimento a priori das características químicas, como disponibilidade de nutrientes e presença ou ausência de metais pesados, dentre outras.

Em conseqüência de sua riqueza nutricional, principalmente N e P, a utilização de lodo de esgoto em terras agricultáveis pode ser uma alternativa de adubação. A eficácia do lodo de esgoto tem sido discutida e aprovada em diversos trabalhos de pesquisa demonstrando os benefícios da aplicação do lodo de esgoto no aumento do teor de nutrientes (SILVA et al., 2002), carbono orgânico e na capacidade de troca catiônica (SILVA et al., 2001) do solo. As quantidades de lodo de esgoto a serem aplicadas ao solo devem ser diferenciadas tanto no período de estiagem como nos períodos das águas, por ser o lodo um resíduo rico em N, que pode ser rapidamente lixiviado nos períodos de intensa precipitação pluviométrica (VIEIRA e CARDOSO, 2003).

Seu uso ainda é muito restrito na agricultura haja vista que sua lixiviação no período de chuva podem causar contaminações nos mananciais e ambiente de acordo com (VIEIRA e CARDOSO, 2003) além da presença de metais pesados porém no lodo de esgoto de Campina Grande, Pb, a presença de metais pesados ainda é muito pouca; além disso a cultura utilizada não é muito exigente em termos de qualidade de água uma vez que sua produção não é destinada para fins comestíveis, e sim, para produção de biocombustíveis.

De acordo com Malta (2001) o lodo de esgoto é um “resíduo” que altera as propriedades físicas do solo, melhora sua densidade, porosidade e capacidade de retenção de água, propriedades que condicionam o solo para melhor desenvolvimento das plantas. O lodo de esgoto é um “resíduo” que, aplicado no solo, melhora o nível de fertilidade, eleva o pH, diminui o teor de Al trocável e

aumenta a capacidade de troca de cátions (CTC) e a de fornecer nutrientes para as plantas.

Em virtude de conter em sua constituição, teores elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, o lodo de esgoto promove o crescimento dos organismos do solo, os quais são de fundamental importância para a ciclagem dos elementos, entre eles os nutrientes das plantas uma vez que encerra, na sua composição, todos os nutrientes e elementos benéficos necessários ao desenvolvimento e produção de plantas os quais, por se encontrarem, em sua grande parte, na forma orgânica, são liberados ao solo gradativamente, através de processos oxidativos, o que aumenta a possibilidade de que estes nutrientes sejam absorvidos pelas plantas e diminui o risco de poluição ambiental.

Lodo de esgoto encerra, em sua composição, os mesmos constituintes de outros resíduos orgânicos, como matéria orgânica, nitrogênio e outros nutrientes das plantas alguns dos quais já consagrados como fertilizantes orgânicos.

Diversos componentes indesejáveis presentes no lodo de esgoto, caso dos metais pesados, também ocorrem em outros fertilizantes e corretivos do solo, como dos fertilizantes fosfatados, nitrogenados e do calcário, dentre outros, assim como no próprio material de origem do solo.

Por outro lado, o impacto ambiental promovido pelo uso deste produto tem inúmeros fatores positivos que incentivam os profissionais e produtores.

Pesquisadores descobriram que a presença de metais pesados é mais freqüente em lodo de cidades industrializadas, a exemplo dos estudos realizados por Silva et al. (2002) com lodo de esgoto procedente do Distrito Federal, para a cultura do milho; referidos fatores são inexistentes no interior do Nordeste e mesmo cidades de porte médio, como Campina Grande, têm gerado resíduo de pouco potencial de contaminação e com metais pesados (PEDROSA et al., 2005).

Do mesmo modo, quanto maior o poder aquisitivo da população maior também é a tendência de geração de resíduos contaminados com metais pesados; por outro lado, o lodo de esgoto obtido em pequenos parques industriais, a exemplo daqueles provenientes de pequenas cidades, apresenta valores dos teores de metais pesados muito aquém da concentração máxima permissível na literatura, para uso agrícola (PEDROSA et al., 2006). Segundo os autores, a explicação para isto reside no fato de que nessas situações, o esgoto é predominantemente doméstico. Vieira e Cardoso (2003) também constataram que

a aplicação de lodo de esgoto gerado em pequenos pólos urbanos apresentava baixo teor de metais pesados em sua composição química podendo ser utilizado como fertilizante orgânico para algumas culturas.

As maiores restrições para uso de resíduos na agricultura se direcionam para o cultivo de culturas alimentares, em especial daquelas em que a parte comestível fica em contato com o solo (tubérculos e raízes, como batatinha, mandioca, cenoura, beterraba, nabo etc). Para culturas industriais, como algodão, cana-de-açúcar, espécies florestais, jardins etc, as maiores preocupações são com a liberação de N e P para os mananciais de águas superficiais e subsuperficiais (SILVA et al., 2001).

A mamoneira é uma cultura industrial com forte demanda de nutriente e grande importância social no Nordeste do Brasil; ela responde bem à adubação com lodo de esgoto; e esta afirmação foi constatada por Nascimento et al. (2003) ao observarem que a aplicação média de 220 e 335 kg ha<sup>-1</sup> de lodo de esgoto aumentou a produtividade da mamoneira.

Para Lima et al., (2005) a aplicação de lodo de esgoto como suplemento nutricional para a cultura da mamoneira é uma estratégia viável para o aproveitamento deste resíduo, pois, na medida em que as cidades vão investindo no tratamento do esgoto doméstico, quantidades cada vez maiores são disponibilizadas com grande potencial de uso agrícola e redução de custo de produção.

### 2.3.3. TORTA DE MAMONA

Outra fonte de matéria orgânica rica em nutrientes é a torta de mamona. De acordo com Severino et al (2006) a torta de mamona apresenta quantidades expressivas de N, P e K. Além do fornecimento de nutrientes, a torta atua ainda na melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, a exemplo do aumento na capacidade de armazenamento de água, aeração, redução na densidade, elevação do pH pela redução da acidez do solo, aumento da CTC e fornecimento de micronutrientes, que são liberados gradativamente com a mineralização deste resíduo (SEVERINO et al. 2005); portanto, o aproveitamento adequado deste co-produto permite o aumento das receitas da cadeia produtiva e, conseqüentemente, sua rentabilidade. A torta de mamona é gerada na indústria de extração do óleo que, em geral está situada a grande distância da plantação. Para cada tonelada de



semente de mamona processada são gerados 530 kg de torta de mamona (Severino, 2005). Como a produção brasileira de mamona foi de 210 mil toneladas em 2005, estima-se que tenham sido produzidas aproximadamente 111 mil t de torta só neste ano.

Embora a torta seja muito utilizada como fertilizante orgânico, poucas são as informações científicas sobre seu uso na adubação das culturas, limitando-se aos resultados obtidos por Lima et al. (2006) para a cultura da mamoneira, e aos de Gouzalez et al. (2006) para a cultura do tomateiro. A torta de mamona, além de ser excelente fonte de matéria orgânica também apresenta efeitos nematicidas, como os citados por Sampaio et al. (2006) e Damasceno et al. (2006), tem efeitos na melhoria da estrutura física de solos compactados (BELTRÃO et al., 2006 e COSTA et al., 2006) e na formulação de substratos para a produção de mudas de tomate.

Os solos dos cerrados devem ser corrigidos devido ao efeito floculante do alumínio trocável, que prejudica o desenvolvimento e o crescimento da cultura (AMORIM NETO et al., 2001).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, na Embrapa Algodão, no período de fevereiro a maio de 2006, cuja sede é situada na cidade de Campina Grande, Paraíba, município localizado na serra da Borborema, a 7°13' de latitude sul, 35°53' de longitude oeste e a 547,7 metros de altitude.

#### 3.2. CLIMA

O clima no município de Campina Grande, de acordo com a classificação climática de Koppen, é o tipo "CSa", que representa um clima mesotérmico, semi-úmido, com verão quente e seco e chuvas de outono e inverno. Os meses de junho e julho são os mais frios, com médias inferiores a 20°C (IBGE, 1991).

#### 3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições e uma planta por parcela. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 4 x 3 + 1; o primeiro fator se constituiu de três fertilizantes orgânicos (esterco bovino, lodo de esgoto e torta de mamona) e um fertilizante mineral (uréia) e o segundo fator de doses dos fertilizantes estudados (D1=85; D2=170 e D3=225 kg ha<sup>-1</sup> de N). O tratamento controle (testemunha) constou de apenas terra sem adubação, previamente estudada no Laboratório de Solos da EMBRAPA. A terra utilizada na elaboração dos tratamentos foi coletada no município de Lagoa Seca, localizado no Estado da Paraíba. Com base nos resultados da fertilidade do solo aplicou-se um suplemento nutricional de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O da fórmula 80-80 kg ha<sup>-1</sup> para todos os tratamentos (T1, T2, T3, ..., T12) com exceção da testemunha (T13).

Os fertilizantes orgânicos foram aplicados, em fundação, misturando-se bem o esterco bovino, o lodo de esgoto e a torta de mamona com o material de solo, nos primeiros 20 cm de profundidade do vaso. A adubação

nitrogenada com uréia (NPK) foi parcelada, aplicando-se 33% na fundação e 67% em cobertura na forma de solução aos dias após a emergência das plantas, os tratamentos são descritos a seguir:

#### TRATAMENTOS:

T1-Fertilizante Uréia, Dose D1=1,5g/vaso (85 kg/ha de N).

T2-Fertilizante Uréia, Dose D2=3,0g/vaso (170 kg/ha de N).

T3-Fertilizante Uréia, Dose D3=4,5g/vaso (255 kg/ha de N).

T4-Esterco de Curral Dose D1= 40g/vaso (85 kg/ha de N).

T5-Esterco de Curral Dose D2=80 g/vaso (170 kg/ha de N).

T6-Esterco de Curral Dose D3=120 g/vaso(255 kg/ha de N).

T7-Torta de mamona Dose D1=15,2 g/vaso (85 kg/ha de N).

T8-Torta de mamona Dose D2=30,4 g/vaso (170 kg/ha de N).

T9-Torta de mamona Dose D3=45,6 g/vaso (255 kg/ha de N).

T10-Biossólido, Dose D1 26,3 g/vaso (85 kg/ha de N).

T11-Biossólido, Dose D2 52,6 g/vaso (170 kg/ha de N).

T12-Biossólido, Dose D3 78,9 g/vaso (255 kg/ha de N).

T13-Testemunha

### 3.3. A CULTURA

Utilizaram-se sementes pré-selecionadas, da cultivar BRS Nordestina, que possui elevada resistência à seca, ciclo médio de 250 dias, altura média de 1,70 a 2,00 m, frutos semi-indescentes, sementes com peso médio de 68g por 100 sementes, e produtividade entre 1200 a 1500 kg ha<sup>-1</sup>, quando cultivada em regime de sequeiro e de 3500 a 4000 kg ha<sup>-1</sup> em regime de irrigação; o teor de óleo é superior a 47% com relação ao peso das sementes.

### 3.4. MONTAGEM DO EXPERIMENTO E SUBSTRATO UTILIZADO

Para desenvolvimento do experimento foram utilizados vasos de plástico, todos pintados com tinta preta para uniformizar o todo; cada vaso, com capacidade para 30 litros e 32 cm de diâmetro, foi furado na base para permitir a drenagem do excesso de água de irrigação.

Os vasos foram preenchidos com material de um solo (substrato), de textura arenosa, proveniente do município de lagoa seca-PB, classificado como Neossolo Regolítico; o solo foi caracterizado físico e quimicamente pela UFCG (Universidade Federal de Campina Grande) no laboratório de Química e Fertilidade do solo.

Tabela 1. Características físico-hídricas do material do solo utilizado no experimento

<b>Características Físicas</b>		<b>Valor</b>
	Areia Grossa	584
	Areia fina	285
	Silte	99
	Argila	31
Classificação Textual		Arenoso
Densidade aparente (g.cm <sup>3</sup> )		1,75
Densidade Real (g.cm <sup>3</sup> )		2,73
Porosidade(%)		39,48

Análise realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade-LIS/UFCG-Campina Grande, PB-2005

### 3.5. ADUBAÇÃO

No experimento se utilizaram quatro tipos de adubo, isto é um de origem química e três fontes orgânicas. O adubo químico se compunha de sulfato de amônio (20% N); cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) e superfosfato (45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); as fontes de adubação orgânica foram: torta de mamona, esterco de curral e biossólido; a composição química desses produtos é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química dos adubos utilizados

<b>Tipo de adubo</b>	N	P	K	Ca	Mg
			(%)		
Torta de mamona	4,5	3,11	0,66	0,75	0,51
Esterco bovino	1,7	0,87	0,32	0,30	0,18
Lodo de esgoto	2,6	3,276	0,21	1,61	2,04

Análise realizada pelo Laboratório de Química do Solo, pertencente a Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. 2005. Fonte Lima et al., 2005, Nascimento et al. 2003.

### 3.6. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Os fertilizantes orgânicos foram aplicados em fundação misturando-se bem com o esterco bovino e a torta de mamona com o material de solo compreendendo os primeiros 20 cm de profundidade do vaso. A adubação nitrogenada com uréia foi parcelada aplicando-se 33% na fundação e 67% em cobertura, na forma de solução, aos trinta dias a emergência das plantas.

A semeadura foi realizada com três sementes por vaso inseridas na profundidade de aproximadamente 5 cm, com a carúncula voltada para cima, seguindo-se recomendações de Guimarães et al (2005), que observaram a aceleração na germinação das sementes quando inseridas nesta posição, sendo o desbaste cinco dias após a germinação de todas as sementes, deixando-se apenas uma planta por parcela.

### 3.7. CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS

Observações e medidas de controle ao ataque de pragas e doenças nas plantas de mamoneira, foram realizadas durante o experimento, ao longo do qual se aplicou uma quantidade expressiva de inseticida e acaricida via pulverização, cujo princípio ativo do produto comercial foi o Fersol endosufan, na quantidade de 5 ml para 5 litros, para o controle da praga de ácaro - rajado (*Tetranychus urticae*). As plantas atacadas por este ácaro apresentam diversos sintomas, os quais são relatados por

(Koch,1963) citado por Soares J.J et al (2001) como: formação de manchas esbranquiçadas nas faces superior das folhas; inicialmente pequenas pontuações cloróticas que, com o passar do tempo, se tornam bronzeadas secam e caem, são facilmente reconhecidas pelas teias que tecem na face inferior das folhas.

### 3.8. VARIÁVEIS ANALISADAS

#### 3.8.1 ANÁLISES DE CRESCIMENTO

As características de crescimento da cultura da mamoneira foram representadas pelo número de folhas, altura, diâmetro e área foliar das plantas, correspondentes às sete observações sucessivas, realizadas aos 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias após a semeadura (DAS).

3.8.1.1. Altura de planta: mensurada com régua, medindo-se o comprimento desde o colo da planta até a inserção da última folha.

3.8.1.2. Diâmetro caulinar: foi obtido a 2cm do colo da planta, utilizando-se um paquímetro

3.8.1.3. Área foliar: a avaliação foi realizada por meio de técnica não destrutiva utilizando-se a Equação 01, de Severino et al (2005) que utiliza apenas uma medida foliar de fácil obtenção: o comprimento da nervura principal.

$$S=0,2622 * P^{2,4248} \quad \text{Eq 01}$$

em que:

S-área foliar, cm<sup>2</sup>.

P-comprimento da nervura principal em cm

3.8.1.4. Peso de fitomassa: realizou-se a avaliação da fitomassa da planta, para cada órgão (caule, ramos, folhas e raiz) utilizando-se uma

balança de precisão de planta por órgãos (caule, ramos, folhas e raiz) utilizando-se uma balança de precisão.

As avaliações fora, realizadas no final do ciclo da cultura, aos cento e vinte dias após a germinação completa, etapa em que as plantas foram destruídas para serem feitas as avaliações da fitomassa de raízes (FR), da parte aérea (FPA) e total (FT); as raízes foram separadas do solo por meio de lavagem sobre águas abundantes; em seguida, ambas foram condicionadas em sacos de papel devidamente identificados, para secagem na estufa com ventilação forçada de ar a 65° e avaliado o peso de fitomassa 72 horas depois da secagem por meio de uma balança de precisão no Laboratório de Solo da EMBRAPA ALGODÃO.

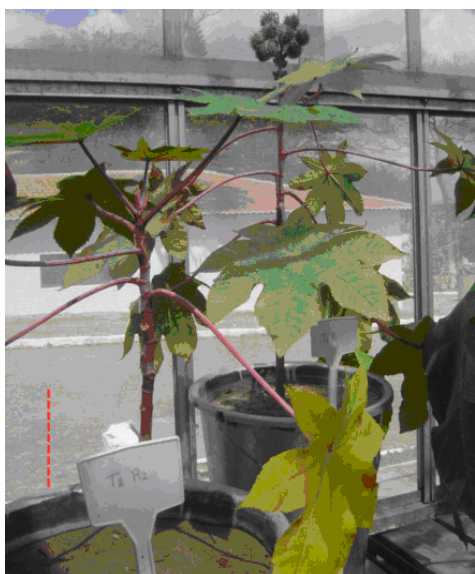
### 3.9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados das variáveis referentes a emergência, vigor, crescimento vegetativo, desenvolvimento, produção e seus componentes, foram submetidos a análise de variância com teste “F” (FERREIRA, 1991) e regressão. Utilizou-se o software SAS (Statistical Analysis System, versão 6.12), através dos programas Proc GLM e Reg.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS

Considerando-se o efeito dos tratamentos testados na incidência de pragas e doenças das plantas da mamoneira, cultivar BRS Nordestina notou-se que a adubação, em especial a orgânica, via torta de mamona e o biofósforo, protegeu as plantas dos ataques de insetos e, principalmente, de ácaros, sobretudo do rajado (*Tetranychus urticae*). A Uréia, em todas as doses testadas (85, 170, 255 kg N/ha), apesar de promover o crescimento das plantas em relação a testemunha absoluta, sem adubação, não foi capaz de evitar o ataque de ácaros, conforme a figura 2, tal como ocorreu também com os tratamentos que receberam o esterco de curral, independente da dose utilizada (Figura 3).



**Figura 2.** Planta atacada por acaro adubo Uréia, dose de 170 kg N/ha



**Figura 3.** Planta atacada por acaro adubo Esterco dose 170 kg N/ha

Tem-se na figura 4, uma parcela com a planta submetida à adubação orgânica com torta de mamona, ataque de ácaros e insetos, além de elevado crescimento vegetativo quando comparado com os demais tratamentos, principalmente com a testemunha absoluta, plantas sem



adubação (Figura 5). Na figura 6 pode ser vista uma planta que recebeu o fertilizante bio-sólido, com quase ou nenhum ataque de ácaro e bom crescimento vegetativo. É possível que, o tipo de adubo orgânico, em função de seus constituintes primários e secundários possa influenciar a composição da seiva floemática das plantas em açúcares, aminoácidos etc. alterar também o pH, influenciando no ataques dos ácaros.



Figura 4. Planta adubada com torta de mamona na dose 255 kg N/ha.



Figura 5. Planta testemunha, sem sem adubação.



Figura 6. Planta adubada com bio-sólido 255 kgN/ha

## 4.2. ANÁLISES DE CRESCIMENTO

As características de crescimento da cultura da mamoneira se basearam pelo número de folhas, altura, diâmetro caulinar e área foliar das plantas, correspondentes às sete observações sucessivas, realizadas aos 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 dias após germinação, DAG.

### 4.2.1. NÚMERO DE FOLHAS POR PLANTA

Na Tabela 3 se encontram os resumos das análises de variância da característica de crescimento e o número de folhas por planta da mamoneira, correspondentes as sete observações, NF1 a NF7, realizadas, dos 30 aos 120 dias após a germinação (DAG), com intervalo de 15 dias, em função dos adubos aplicados, torta de mamona, esterco bovino, lodo de esgoto doméstico e adubo mineral, nas dosagens, 85, 170 e 225 kg de N ha<sup>-1</sup>. Verifica-se, através dos dados obtidos, que o número de folhas por planta foi significativamente influenciado pelo adubo aplicado somente a partir dos 60 DAG; já as doses influenciaram esta variável desde a primeira avaliação exceto aos 105 e 120 DAG.

Tabela 3 Resumo das análises de variância das observações da variável número de folhas, em função do tipo e doses de adubo aplicadas, verificadas dos 30 aos 120 DAG, com intervalo de 15 dias entre as leituras.

FV	GL	Quadrados Médios						
		30	45	60	75	90	105	120
Adubo (A)	3	0,63 <sup>NS</sup>	1,41 <sup>NS</sup>	15,73 <sup>**</sup>	37,8 <sup>**</sup>	77,065 <sup>**</sup>	76,55 <sup>**</sup>	41,52 <sup>**</sup>
Dose (D)	2	1,58 <sup>**</sup>	21,33 <sup>**</sup>	13,36 <sup>**</sup>	7,58 <sup>**</sup>	22,03 <sup>**</sup>	11,03 <sup>NS</sup>	3,25 <sup>NS</sup>
IA x D	6	1,55 <sup>**</sup>	15,41 <sup>**</sup>	10,065 <sup>**</sup>	3,58 <sup>**</sup>	4,95 <sup>NS</sup>	1,88 <sup>NS</sup>	6,21 <sup>NS</sup>
Fator vs Teste	1	0,69 <sup>NS</sup>	7,69 <sup>**</sup>	43,69 <sup>**</sup>	114,01 <sup>**</sup>	134,62 <sup>**</sup>	106,26 <sup>**</sup>	73,92 <sup>**</sup>
Bloco	2	0,33 <sup>NS</sup>	2,33 <sup>**</sup>	0,11 <sup>NS</sup>	0,58 <sup>NS</sup>	3,69 <sup>NS</sup>	1,69 <sup>NS</sup>	4,08 <sup>NS</sup>
Resíduo	24	0,27	0,45	1,08	1,16	1,91	8,03	5,02
Coeficiente de variação (%)		13,62	10,65	13,61	11,04	12,98	26,91	22,79

NS não significativo; \* e \*\* significativo a 1 e 5 % de probabilidade do teste F, respectivamente CV coeficiente de variação.

A interação apresentada na Tabela 3 foi, entre os fatores, significativa para os números de folhas de NF1 a NF4, que correspondiam a valores registrados dos

30 aos 75 DAG; realizou-se, desta forma, o desdobramento das interações que se encontram na Tabela 4.

Verifica-se, em relação aos coeficientes de variação e pelos dados da Tabela 3 que a maior variabilidade dos dados ocorreu nas duas últimas avaliações, fato este que pode estar associado a problemas fitossanitários em algumas parcelas, uma vez que nesta época diversas plantas foram atacadas por ácaros-rajados (*Tetranychus urticae*), dependendo do tratamento recebido.

Tabela 4. Desdobramento da interação Adubo x Doses para a variável número de folhas por planta, para o período de 30 a 75 DAG da mamoneira.

Adubo	Médias					
	85 kg/ha de N		170 kg/ha de N		225 kg/ha de N	
	Dia	Dia	Dia	Dia	Dia	Dia
NF1 (30 DAG)						
Uréia	4,00 a A	30	4,00 a A	30	4,33 b A	30
Esterco Bovino	4,00 a A	30	3,67 a A	30	3,33 b A	30
Torta de Mamona	4,33 a B	30	4,33 a B	30	2,00 a A	30
Biossólido	3,67 a A	30	4,33 a A	30	4,00 b A	30
NF2 (45 DAG)						
Uréia	6,00 a A	45	6,33 a A	45	6,00 bc A	45
Esterco Bovino	6,33 a A	45	6,33 a A	45	5,00 b A	45
Torta de Mamona	6,67 a B	45	11,33 b C	45	2,00 a A	45
Biossólido	6,33 a A	45	6,67 a A	45	7,00 c A	45
NF3 (60 DAG)						
Uréia	6,00 a A	60	6,00 a A	60	6,33 ab A	60
Esterco Bovino	7,67 a A	60	8,00 ab A	60	7,33 bc A	60
Torta de Mamona	7,00 a B	60	11,33 c C	60	4,00 a A	60
Biossólido	8,33 a A	60	10,00 bc A	60	9,67 c A	60
NF4 (75 DAG)						
Uréia	7,33 a A	75	7,33 a A	75	6,67 a A	75
Esterco Bovino	9,67 ab A	75	9,33 ab A	75	11,00 b A	75
Torta de Mamona	10,33 b A	75	13,67 c B	75	12,33 b AB	75
Biossólido	8,00 ab A	75	10,67 b B	75	10,67 b B	75

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para cada época de avaliação, tipos e doses de adubo.

Constata-se, observando-se os resultados apresentados na Tabela 4, a superioridade dos fertilizantes orgânicos no aumento do número de folhas da mamoneira, especialmente da torta de mamona, na qual se observaram os maiores valores em praticamente todas as observações, em relação ao adubo químico; referidos resultados são coerentes com estudos realizados por Severino et al. (2006) que têm revelado ser a mamoneira altamente responsiva à adubação e que

os fertilizantes de origem orgânica atuam além do fornecimento de nutrientes na melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, a exemplo do aumento na capacidade de armazenamento de água, aeração, redução na densidade, elevação do pH pela redução da acidez do solo e aumento da CTC, propriedades estas que condicionam o solo para melhor crescimento e desenvolvimento das plantas.

Verifica-se, em relação à variável número de folha/planta, que as observações NF5, NF6 e NF7, realizadas aos 90, 105 e 120 dias após a emergência das plântulas da mamoneira, respectivamente, não apresentaram interações significativas entre os fatores estudados; que a torta de mamona foi superior às demais na observação NF5 (90 dias) e todas as avaliações foram superiores às realizadas para a adubação química; tal fato pode ter ocorrido em virtude de que à uréia fonte nitrogênio usada, só tem este elemento em sua composição, diferente dos demais adubos que apresentaram todos os nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Tabela 5).

Tabela 5. Médias da variável número de folhas para as avaliações NF5, NF6 e NF7 para as diferentes fontes de adubos. Campina Grande, PB. 2006.

Adubo	Avaliações		
	NF5	NF6	NF7
NPK	7,33 a	6,44 a	6,67 a
Esterco Bovino	10,67 b	10,89 b	10,67 b
Torta de Mamona	14,44 c	13,33 b	10,56 b
Biossólido	10,11 b	11,44 b	11,44 b
DMS	1,81	3,71	2,93

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Figura 7 expressa a influência significativa da variação das doses das diferentes doses ao longo do ciclo da cultura sobre a variação do número de folhas da mamoneira; Nota-se que esta variável se ajustou a modelos quadráticos de regressão, por meio dos quais se verifica que até os 67 DAG a dosagem de 170 kg de N ha<sup>-1</sup> foi a que mais favoreceu o número de folhas por planta; entretanto, a partir daí a dose mais elevada, 225 kg de N ha<sup>-1</sup> apresentou melhores resultados.

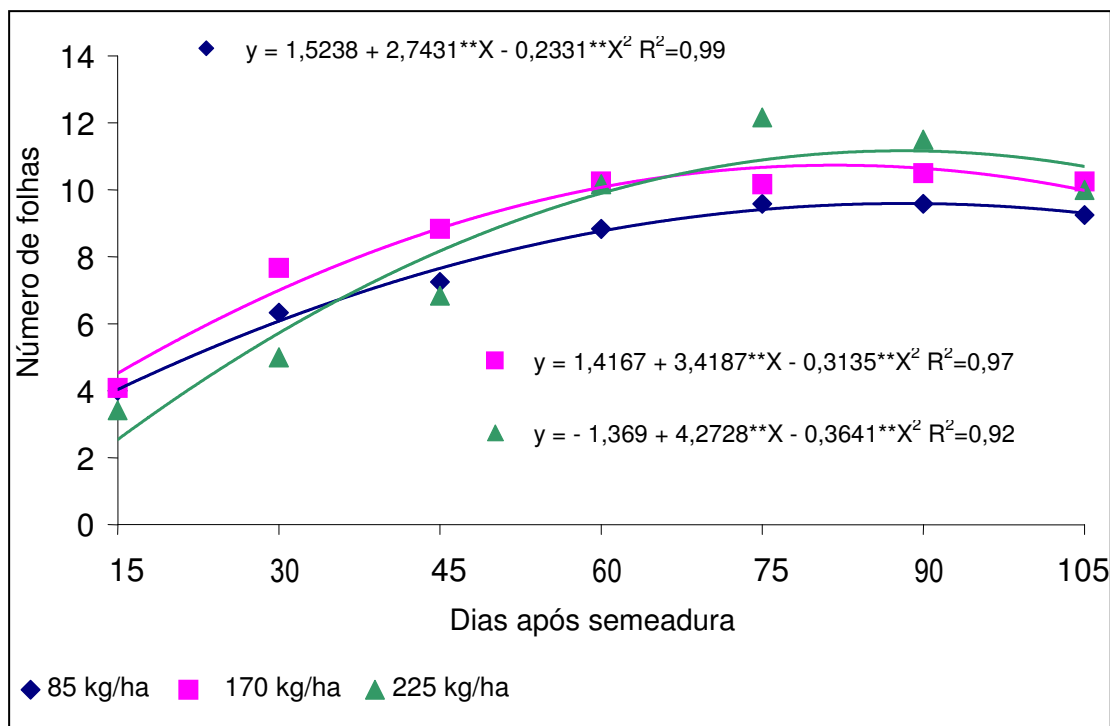


Figura 6. Evolução do número de folhas da mamoneira com diferentes doses de adubos em função dos dias após germinação. Campina Grande, PB, 2006.

O número de folhas junto com a área foliar por planta, definem o tamanho do aparelho assimilatório das plantas, de modo que estas variáveis interferem diretamente, em condições ecofisiológicas, no índice de área foliar (LAI), uma das mais importantes características do crescimento das culturas.

#### 4.2.2. ALTURA DE PLANTA

Observando-se o resumo das análises de variância apresentado na Tabela 6, verifica-se que a variável altura de planta apresentou efeito isolado dos adubos ao longo do ciclo da cultura, exceto nas 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> observações. A altura de planta foi influenciada pelas dosagens aplicadas até a penúltima observação.

Verificou-se que o contraste ortogonal, função linear simples entre o fatorial (efeito médio de todos os tratamentos adubados) versus testemunha absoluta, sem adubo foi altamente significativo para todas as avaliações realizadas, com exceção da primeira observação.

Tabela 7. Resumo da Análise de Variância dos dados da variável altura de planta, AP, da mamoneira em função dos fatores tipos e doses de adubo, Campina GrandePB, 2006

FV	GL	QUADRADO				MÉDIO		
		AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7
Adubo	3	98,42**	33,58*	12,26 <sup>NS</sup>	58,32 <sup>NS</sup>	324,87**	292,07**	321,69**
Dose	2	46,88**	52,65**	83,38**	76,97*	111,58 <sup>NS</sup>	110,46**	72,09 <sup>NS</sup>
A x D	6	6,46 <sup>NS</sup>	6,03 <sup>NS</sup>	16,72 <sup>NS</sup>	11,35 <sup>NS</sup>	20,84 <sup>NS</sup>	20,29 <sup>NS</sup>	65,66 <sup>NS</sup>
Fator vs Teste	1	2,93 <sup>NS</sup>	41,58**	154,73**	503,03**	1140,24*	1367,52*	1798,73*
Bloco	2	1,46 <sup>NS</sup>	0,56 <sup>NS</sup>	4,78 <sup>NS</sup>	2,63 <sup>NS</sup>	40,77 <sup>NS</sup>	23,59 <sup>NS</sup>	97,38 <sup>NS</sup>
Res	24	6,27	8,81	12,91	20,22	33,92	16,90	39,27
CV (%)		17,64	16,3	15,75	15,07	15,90	10,53	14,3

NS não significativo; \* e \*\* significativo a 1 e 5 % de probabilidade do teste F, respectivamente

Tem-se, analisando-se, a Tabela 7 que no início das avaliações a torta de mamona foi o adubo que apresentou os resultados mais desfavoráveis; entretanto, a partir da 2ª observação as plantas mostraram resultados estatisticamente idênticos entre os adubos orgânicos, caso em que se deve considerar que a torta da mamona apresenta vantagens consideráveis devido ao seu alto teor de nitrogênio com relação à quantidade de adubo aplicado; este fato tem, como conseqüência direta, redução nos custos de transporte de material e aplicação. A torta aplicada correspondeu, em massa, em torno de 1/3 do esterco e a metade do biossólido; também se deve considerar as características sanitárias da torta em relação ao lodo de esgoto, sendo que as maiores restrições para o seu uso resíduos na agricultura é para o cultivo de culturas alimentares, em especial naquelas em que a parte comestível fica em contato com o solo (tubérculos e raízes, como batatinha, mandioca, cenoura, beterraba, nabo etc). Para culturas industriais, como algodão, cana-de-açúcar, espécies florestais, jardins etc., as maiores preocupações dizem respeito à liberação de Nitrogênio e Fósforo para os mananciais de águas superficiais e subsuperficiais (SILVA et al., 2001)

A decisão do tipo de adubação a ser adotada vai depender do produtor, porém, é importante ressaltar que para que o lucro seja satisfatório se faz conveniente uma boa adubação, garantindo que não haja prejuízos, pois a falta de certos nutrientes essenciais para as plantas poderá reduzir drasticamente à produção, o potencial de renda, a resistência da cultura a seca, a doenças e a insetos. De acordo com Lopes (1989) a adubação é responsável por cerca de um

terço, ou mais, da produção total das culturas chegando, em muitos casos, a 60-80%. Muitos autores acreditam que nenhum outro insumo leva a retorno tão elevado quanto o uso dos fertilizantes.

Tabela 7. Médias da variável altura de planta nos períodos 30, 45, 60, 75, 90 e 120 DAG para as diferentes fontes de adubos. Campina Grande, PB. 2006

Adubo	Médias				
	AP1	AP2	AP5	AP6	AP7
Uréia	17,39b	19,78b	30,28a	31,83a	37,00a
Esterco Bovino	14,78b	18,83 ab	44,56b	45,06c	48,56bc
Torta de Mamona	9,56a	15,39 a	37,22ab	41,72bc	49,11c
Biossólido	15,06b	18,83 ab	34,44a	37,61b	40,61ab

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

#### 4.2.3 DIÂMETRO DO CAULE

A Tabela 8 resume a análise de variância dos diâmetros do caule da mamoneira em função dos fatores estudados, tipos e doses de adubo; esta característica foi influenciada não apenas pelo adubo como também pela dosagem aplicada, durante todo o ciclo da cultura, com exceção das segunda, sexta e sétima avaliações, que não foram significativas.

A interação entre os fatores foi significativa motivo pelo qual se procedeu ao seu desdobramento, apresentado na Tabela 9.

Tabela 8. Resumo da Análise de Variância dos dados da variável diâmetro do caule da mamoneira em função dos fatores estudados Campina Grande- 2006

FV	GL	QUADRADO MÉDIO						
		Avaliação 1	Avaliação 2	Avaliação 3	Avaliação 4	Avaliação 5	Avaliação 6	Avaliação 7
Adubo (A)	3	0,10**	0,04 <sup>NS</sup>	8,21**	17,80**	38,15**	77,92**	71,21**
Dose (D)	2	0,04**	0,07 <sup>NS</sup>	17,71**	13,21**	5,68**	15,85 <sup>NS</sup>	16,36 <sup>NS</sup>
Inter A x D	6	0,03**	0,02 <sup>NS</sup>	8,19**	4,82**	4,81**	23,46**	6,66 <sup>NS</sup>
Fator vs Teste	1	0,003 <sup>NS</sup>	0,09*	277,69**	587,59**	615,94**	446,45**	532,05**
Bloco	2	0,01 <sup>NS</sup>	0,03 <sup>NS</sup>	1,14 <sup>NS</sup>	3,61 <sup>NS</sup>	2,65 <sup>NS</sup>	11,28 <sup>NS</sup>	0,86 <sup>NS</sup>
Resíduo	24	0,01	0,02	2,13	1,37	1,26	6,23	5,67
CV(%)		13,49	16,7	13,54	7,81	6,85	16,5	13,6

<sup>NS</sup> não significativo; \* e \*\* significativo a 1 e 5 % de probabilidade do teste F, respectivamente, CV coeficiente de variação

Examinando-se os dados apresentados na Tabela 9, vê-se as médias do diâmetro do caule da mamoneira, da segunda à sétima observação, DC3 (diâmetro de caule na terceira avaliação) a DC7 (diâmetro de caule na sétima avaliação), para as diferentes fontes de adubos percebendo-se a importância da adubação orgânica no crescimento da mamoneira, como já verificado antes para as demais características; destaca-se que, quanto maior o diâmetro do caule mais a planta apresenta vigor, robustez e, portanto, maior resistência ao tombamento dos ataques de pragas etc.

Tabela 9. Desdobramento da interação A x D do tipo de adubo dentro das doses e das doses nos tipos de adubo, para a variável Diâmetro de Caule, nos períodos DC1, DC3, DC4, DC5 e DC6 da mamoneira

Adubo	Médias			
	85 kg/ha de N	Dias	170 kg/ha de N	225 kg/ha de N
Avaliação de diâmetro de caule aos 30 DAG				
Uréia	0,83 a A		0,83 b A	0,80 b A
Esterco Bovino	0,67 a A		0,60 a A	0,60 b A
Torta de Mamona	0,70 a A		0,67 ab A	0,33 a B
Biossólido	0,67 a A		0,63 ab A	0,70 b A
Avaliação de diâmetro de caule aos 45 DAG				
Uréia	11,27 a A	60	11,00 a A	11,00 bc A
Esterco Bovino	10,83 a A	60	10,33 a A	8,33 ab A
Torta de Mamona	10,67 a B	60	13,33 a AB	6,67 a A
Biossólido	10,93 a A	60	13,00 a A	12,00 c A
Avaliação de diâmetro de caule aos 60 DAG				
Uréia	13,33 a A	75	14,00 a A	14,10 ab A
Esterco Bovino	13,27 a AB	75	15,50 ab B	12,87 a A
Torta de Mamona	17,53 b B	75	18,57 c B	13,87 ab A
Biossólido	14,73 a A	75	16,67 bc A	15,77 b A
Avaliação de diâmetro de caule aos 75 DAG				
Uréia	13,90 Aa A	90	14,30 a AB	16,33 ab B
Esterco Bovino	14,00 a A	90	17,57 b B	15,37 a AB
Torta de Mamona	19,53 b AB	90	20,67 c B	18,13 b A
Biossólido	15,77 a A	90	16,10 ab A	15,30 a A
Avaliação de diâmetro de caule aos 105 dias DAG				
Uréia	12,13 a A	105	13,27 a A	10,33 a A
Esterco Bovino	12,20 a A	105	12,63 a A	16,63 b A
Torta de Mamona	20,33 b A	105	15,63 a A	20,27 b A
Biossólido	11,83 a A	105	18,00 a B	18,30 b B

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Ainda se constata, na Tabela 9 que o crescimento da planta, representado pelo diâmetro do caule, em todas as avaliações, exceto a última, foi afetado de forma desfavorável quando com o aumento da dosagem dos adubos, de 170 para



225 kg de N ha<sup>-1</sup>, diferentemente da adubação química que mostrou comportamento inverso. As plantas adubadas com a mamona, inicialmente apresentaram os menores valores de diâmetro caulinar, mas a partir da quarta avaliação, se constata a recuperação do crescimento destas plantas, chegando a se igualar e depois a superar os valores alcançados por esta característica na presença dos demais fertilizantes.

De modo geral, o adubo que favoreceu o melhor desempenho do diâmetro caulinar foi à torta da mamona, seguida do bio sólido. Para Lima et al., (2005) a aplicação de lodo de esgoto como suplemento nutricional para a cultura da mamoneira é uma estratégia viável para o aproveitamento deste resíduo, haja vista que, na medida em que as cidades vão investindo no tratamento do esgoto doméstico, quantidades cada vez maiores de lodo de esgoto ou bio sólidos são disponibilizadas com grande potencial de uso agrícola e redução de custo de produção.

A análise dos dados apresentados na Tabela 9 permite, também, observar que, ao longo do tempo de avaliação, as diferentes dosagens do fertilizante químico aplicado não exerceram influência sobre o diâmetro caulinar da mamoneira. Para a adubação química as diferentes dosagens resultaram em respostas diferentes da planta, fato que pode ter ocorrido em razão de que a adubação com fertilizantes ricos em matéria orgânica promove mudanças nas características físicas, químicas e biológicas do solo, melhorando sua estrutura, reduzindo a plasticidade e a coesão, aumentando a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes, aumentando a capacidade de retenção dos nutrientes, propiciando melhores condições para o desenvolvimento das plantas. Resultado semelhante foi obtido por (NASCIMENTO 2003) em experimento com bio sólido, como adubo e condicionador do solo na cultura de mamona, nas dosagens de 75 e 150 kg/ha de N, sendo a cultura irrigada com água residuária, doméstica e tratada.

#### 4.2.4 ÁREA FOLIAR POR PLANTA

A variável área foliar (AF) da mamona, importante fator de crescimento das culturas, retrata o tamanho do aparelho assimilatório da planta e tem sua evolução sob os diferentes tratamentos, obtida até os 120 DAG, representada na Tabela 10,

Tabela 10. Resumo da Análise de Variância dos dados da variável área foliar da mamoneira em função dos fatores estudados (tipos e doses de adubo), Campina Grande 2006

FV	GL	QUADRADO MÉDIO						
		Área foliar 1	Área foliar 2	Área foliar 3	Área foliar 4	Área foliar 5	Área foliar 6	Área foliar 7
Adubo (A)	3	122339,52**	727343,76**	1576537,69*	13542159,59**	23294682,23**	23924869,74**	1487152,86**
Dose (D)	2	52796,61 <sup>NS</sup>	565178,14**	769527,72 <sup>NS</sup>	2838435,91**	8236155,22**	7497750,34**	676830,84**
Inter A x D	6	20603,53 <sup>NS</sup>	357015,19**	176448,13 <sup>NS</sup>	118279,12**	962667,18**	643155,92 <sup>NS</sup>	1108373,37 <sup>NS</sup>
Fator vs Test	1	96731,10**	1034115,64**	3354373,12**	11834554,63**	13821410,88**	12468166,88**	9442591,94**
Bloco	2	3332,44 <sup>NS</sup>	10090,36 <sup>NS</sup>	14166,53 <sup>NS</sup>	183300,70 <sup>NS</sup>	273474,89 <sup>NS</sup>	154794,55 <sup>NS</sup>	1186431,20 <sup>NS</sup>
Resíduo	24	14605,25	55041,21	479928,3	279778,7	263831,26	806265,92	575635,21
CV (%)		36,93	30,16	56,04	24,74	22,34	40,92	39,34

NS não significativo; \* e \*\* significativo a 1 e 5 % de probabilidade do teste F, respectivamente

Constata-se, observando-se, os valores da Tabela 10 que a área foliar da mamoneira foi influenciada ao longo de todo o ciclo da cultura, tanto pelos efeitos isolados dos adubos quanto pela dosagem aplicada.

O desdobramento das interações entre os fatores estudados, relativo à área foliar, mostrado na Tabela 11, permite verificar que a adubação orgânica, via torta de mamona, na dosagem intermediária foi mais efetiva para o crescimento da área foliar que os demais fertilizantes.

A avaliação da Tabela 11 permite, também, verificar que a adubação com o biofósforo promoveu o incremento da área foliar com o aumento da dosagem em todas as avaliações realizadas; já para a torta e o esterco bovino, a área foliar obteve maior desenvolvimento para a dosagem intermediária, exceto na última avaliação; verifica-se, ainda, que a variação na dosagem da adubação química, com uréia, não influenciou o comportamento das plantas, em relação a área foliar.

Tabela 11. Desdobramento da interação A x D do ADUBO DENTRO DAS DOSES para a variável Área Foliar nos períodos Área foliar 2, Área foliar 4 e Área foliar 5 da mamoneira Campina Grande - 2006

Adubo	Médias		
	85 kg/ha de N	170 kg/ha de N	225 kg/ha de N
AF2			
Uréia	614,57 Aa	628,80 A a	578,04 Aa
Esterco Bovino	608,08 Aa	556,66 A a	273,00 Aa
Torta de Mamona	1166,47Bb	1475,64B b	142,52 Aa
Biofósforo	914,10 Aab	1205,90 A b	1169,4 Ab
AF4			
Uréia	623,65 Aa	787,01A a	797,31Aa
Esterco Bovino	1195,67 Aa	1860,74A ab	1749,99Aa
Torta de Mamona	3287,09 Ab	3668,21 A c	3680,47Ab
Biofósforo	1291,20 Aa	2759,50 B bc	3953,2Cb
AF5			
Uréia	641,00 Aa	604,98Aa	809,27 Aa
Esterco Bovino	1060,91Aa	1952,63ABb	2506,11 Bb
Torta de Mamona	3290,97Ab	4368,51Bc	5897,52 Cc
Biofósforo	1047,96Aa	1978,30 Ab	3436,08 Bb

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

De modo geral, a dosagem que mais favoreceu o desempenho da planta, representado pela área foliar, foi 255 kg/há de N ( nitrogênio), fato registrado na Figura 8.

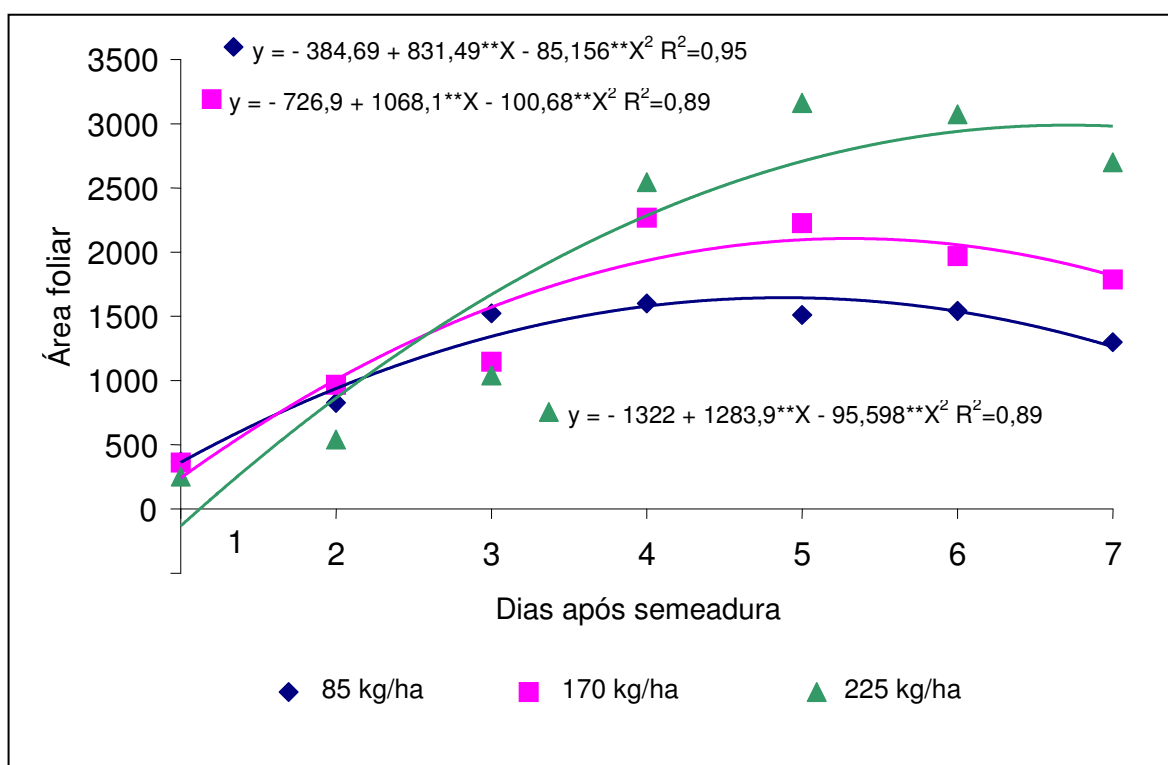


Figura 8. Evolução da área foliar da mamoneira com diferentes doses de adubos em função dos dias após semeadura.

Na Figura 8 se acha o comportamento da área foliar em resposta às diferentes dosagens de adubos; se verifica-se que no estágio inicial de crescimento da cultura as dosagens de 85 e 170 kg/ha de N conferiram melhores respostas que a dosagem mais elevada, porém a partir da terceira avaliação até o final do período relatado deu-se uma inversão no comportamento da cultura resultando no maior favorecimento do desempenho da planta para a dosagem de 255 kg/ha de N.

A Tabela 12 contém as medias da variável área foliar verificada ao longo do ciclo da cultura; observa-se também a superioridade das plantas adubadas com a torta de mamona, com valor de Área Foliar de quase 10 vezes superior ao obtido com a adubação química para a sexta observação; para a análise dos dados da

sétima avaliação vê-se um declínio dos valores em razão possivelmente, da senescência das folhas devido ao tempo já avançado do ciclo da cultura.

Tabela 13. Médias da variável Área Foliar da mamoneira Área foliar 1, Área foliar 3, área foliar 6 e área foliar 7, para os diferentes fontes de adubos

Adubo	Médias			
	Área foliar 1	Área foliar 3	Área foliar 6	Área foliar 7
Uréia	398,06 b	762,26 a	482,45 a	425,89 a
Esterco Bovino	166,32 a	1026,19 ab	1936,97 b	1918,96 b
Torta de Mamona	318,57 ab	1471,33 ab	4411,65 c	3489,08 c
Biossólido	426,20 b	1685,10 b	1945,99 b	1879,79 b
dms	158,25	907,15	1175,78	993,49

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Campina Grande. PB. 2006.

#### 4.3. RESULTADOS DA FITOMASSA E COMPRIMENTO DE RAIZ

O resumo da análise de variância apresentado na Tabela 14 mostra que as características comprimento da raiz (**CR**), peso seco de raiz (**PR**), peso seco de fruto (**PF**), peso seco de caule (**PC**) e peso seco de parte aérea (**PPA**) da mamoneira sofreram efeito isolado do fator tipos de adubo e das dosagens aplicadas; entretanto, não foi registrada influência da interação entre esses fatores.

Tabela 14. Resumos das Análises de Variância dos dados das variáveis comprimento de raiz (**CR**), peso de raiz (**PR**), peso de fruto (**PF**), peso de caule (**PC**) e peso parte aérea (**PPA**) da mamoneira em função dos fatores estudados (tipos e doses de adubo), Campina Grande, 2006

FV	GL	QM				
		Comprimento de raiz	Peso de raiz	Peso do fruto	Peso do caule	Peso seco de parte aérea
Adubo (A)	3	370,43**	3925,81**	620,24**	742,45**	2810,99**
Dose (D)	2	45,12NS	394,50**	384,53**	95,70**	671,98**
Inter A x D	6	40,70NS	47,57NS	243,69NS	19,76NS	118,13NS
Fator x Teste	1	36,17NS	1415,00**	365,36*	460,41**	2382,99**
Bloco	2	110,09NS	29,22NS	0,87NS	15,113NS	26,70NS
Resíduo	24	53,26	86,8	88,69	7,38	45,69
CV (%)		23,84	39,55	81,99	19,74	21,25

NS não significativo; \* e \*\* significativo a 1 e 5 % de probabilidade do teste F, respectivamente

Apresenta-se na Tabela 15 as médias das características comprimento de raiz, e fitomassa, para os diferentes tipos de adubo aplicados. Os melhores

resultados de comprimento de raiz atingido foram para o biossólido; já as características peso do fruto e da parte aérea foram mais sensíveis a adubação com a torta de mamona em relação ao adubo químico só ocorreu diferença significativa no comprimento de raiz; o esterco bovino atingiu as melhores médias no comprimento de raiz e na parte aérea.

Tabela 15. Média das variáveis CR (comprimento de raiz), PR (peso de raiz), PF (peso de fruto), PC (peso de caule) e PPA (peso parte aérea) para os diferentes fontes de adubos

Adubo	Médias				
	CR	PR	PF	PC	PPA
Uréia	35,67b	10,60a	3,32a	5,68a	15,42a
Esterco Bovino	27,61ab	11,06a	18,68b	10,71b	20,60a
Torta de Mamona	23,00a	54,46b	18,60b	26,78c	54,60c
Biossólido	36,18b	18,10a	5,34a	11,90b	36,61b
DMS	9,56	12,19	12,32	3,56	8,85

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Verifica-se, na Tabela 15, que os resultados obtidos para as variáveis matéria seca de parte aérea (PPA) e raiz (PR) foram melhores para as plantas que receberam adubação por meio da torta de mamona; isto pode ter ocorrido em razão da quantidade elevada de nitrogênio existente nesse adubo em virtude desse ser um nutriente essencial para o crescimento das plantas (Rajj, 19991).

## 5.CONCLUSÕES

- A mamoneira, cultivar BRS Nordestina, considerando-se o seu crescimento inicial (primeiros 120 dias de emergência das plântulas em condições de casa de vegetação e ambiente edáfico formado por material de um solo Neossolo Regolítico, mais fertilizantes) respondeu à adubação orgânica, incrementando significativamente o seu crescimento.
- Considerando-se a produção de fitomassa (matéria seca) notou-se que a mamoneira, cultivar BRS Nordestina, respondeu muito bem à adubação orgânica em especial com o uso da torta dessa oleaginosa, tanto em relação à testemunha, sem adubação, quanto ao fertilizante químico (uréia).
- Com relação ao aparelho assimilatório das plantas, retratado pela área foliar por planta e pelo número de folhas por planta, constatou-se que tais variáveis foram modificadas pelas condições impostas às unidades experimentais (parcelas) sendo que, para o número de folhas nos primeiros 60 dias da emergência das plântulas, ocorreu interação significativa entre doses e tipo de fertilizantes orgânicos, com torta de mamona apresentando mais folhas em doses maiores (170 e 255 kg de N/ha).
- As plantas da mamoneira, cultivar BRS Nordestina, foram beneficiadas pela adubação orgânica, em especial com a torta dessa oleaginosa e o biofossólido, além do incremento significativo no seu crescimento, retratado pela área foliar, diâmetro caulinar e altura; praticamente, as plantas não foram atacadas por acaro rajado (*Tetranychus urticae*) o que não ocorreu com os demais tratamentos com uréia, esterco de curral e a testemunha absoluta, sem fertilização.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, D. M. P.; FREIRE, E. C.; GALDINO, J. K. A.; SILVA FILHO, J.L. ; SOARES, J. J. ; SEVERINO, L. S. ; MOULIN, M. C. ; ALENCAR, A. R. . Resultados de pesquisa com algodão herbáceo no oeste baiano na safra 2001/2002. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2002 (Comunicado Técnico).

AMORIM NETO, M. Da S.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA. Clima e Solo. In.: 2001.

AZEVEDO, D.M.P.; Lima, E.F. (eds) Brasília: Embrapa SPI, 2001, p.62-76.

BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; FIDELES FILHO, José; FIGUEIREDO, Ivana Cordeiro de Moura. Uso adequado de casa de vegetação e de telados na experimentação agrícola. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB., v. 6, n. 3, p. 547-552, 2002.

BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; GONDIM, Tarcísio Marcos de Souza; PEREIRA, José Rodrigues; SEVERINO, Liv Soares; CARDOSO, Gleibson Dionízio. Estimativa da produtividade primária e participação de assimilados na cultura da mamona no semi-árido brasileiro. Revista de Oleaginosas e Fibrosas, v. 9, p. 925-930, 2005.

BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macedo et al 2006 cultivo da mamoneira em solos artificialmente compactado adubado com torta de mamona,2006.

CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E.S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. Bragantia, v.17, p.243-259, 1958.

DAMASCENO, Josilda Cavalcante Amorim ; RITZINGER, C. H. S. P. ; CALDAS, Ranulfo Correa ; SANTOS, Valmir Souza ; SAMPAIO, A. H. R. ; LUQUINE, L. S. ; VIEIRA, R. S. . Uso de farelo de mamona em mudas de mamoeiro infestadas pelo nematóide das galhas. In: II Semana de Biologia -



UFBA, 2006, Salvador - BA. II Semana de Biologia - UFBA. Salvador - BA : UFBA, 2006. p. 54-54.

FORNAZIERI FILHO, D. A cultura do milho. Jaboticabal: FUNEP, 1986. 273p. é livro colocar a editora

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de Mudanças. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos. Viçosa: UFV, 2004, p. 190-225.

GOMES, C.B. ; Lima, D.L. ; Silva, S.D.A. ; REISSER Junior, C. ; COSTA, A.V. ; ANTUNES, L. E.C. ; CASAGRANDE JÚNIOR, J.G. ; NASCIMENTO, J. S. ; MOURA, A. B. . Efeito da torta de mamona e do repolho na biofumigação e solarização do solo para controle de fitonematóides associados ao pessegueiro. In: 2º Congresso Brasileiro de Mamona, 2006, Aracaju. Cenário Atual e Perspectivas, 2006.

HENSLER, R. F.; OLSEN, R. J.; ATTOE, O. J. 1970. Effect of soil pH and Application rate of dairy cattle manure on yield and recovery of twelve plant nutrients by corn. *Agronomy Journal* 62:829-839.

JERÔNIMO, J.F.; VALE Leandro da Silva Do; BELTRÃO, N.E.M. Substratos para produção de mudas de mamona compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, MG., v. 30, n. 3, p. 474-479, 2006.

KIEHL, J. E. Preparo de composto na fazenda. Casa da Agricultura. Campinas, 1981. v.3, n.3, p.6-9.

LIMA, Rosiane de Lourdes Silva de ; SEVERINO, L. S. ; SILVA, Maria Isabel de Lima ; VALE, Leandro Silva Do ; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo . Crescimento inicial de mudas de mamoneira em substrato

contendo lodo de esgoto e casca de amendoim. Revista de oleaginosas e fibrosas, Campina Grande, v. 9, n. 1/3, p. 887-891, 2005

LIMA, Rosiane de Lourdes Silva de ; SEVERINO, Liv Soares ; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo ; FERREIRA, Gilvan B . Efeito da adição de cinza de madeira e esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira cultivada em solo ácido. In: II Congresso Brasileiro de Mamona- Energia e sustentabilidade, 2006, Aracajú. II Congresso Brasileiro de Mamona- Energia e sustentabilidade, 2006.

LIMA, Rosiane de Lourdes Silva de ; SEVERINO, Liv Soares ; ALBUQUERQUE, Robson Cesar de ; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo . Avaliação da casca e da torta de mamona como fertilizante orgânico. In: II Congresso Brasileiro de Mamona- Energia e sustentabilidade, 2006, Aracajú.

LOPES, M. Contribuição para o estudo fitoquímico de *Ottonia martiana* Miq. – Piperaceae. 1989. 102f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MALTA, Tatiana Siqueira. Aplicação de lodos de estações de tratamento de esgotos na agricultura: estudo do caso do município de Rio das Ostras - RJ. [Mestrado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2001. 68 p.

MARQUES JR, Roberto Batista ; CANELLAS, Luciano Pasqualoto ; SILVA, Lúcia Gracinda da ; CANUTO, Erineudo Lima ; OLIVARES, Fábio Lopes . Níveis populacionais de bactérias diazotróficas endolíticas na presença de ácidos húmicos: um potencial para geração de inoculantes. In: VI Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas, 2005, Rio de Janeiro.

MAZZANI, B. Euforbiáceas oleaginosas. Tártago. In: MAZZANI, B. Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas. Caracas, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuárias, 1983. p.277-360.

MELO, José Flávio Bezerra de ; VIEIRA, Harlam Sérgio Evangelista ; MIRANDA, Márcio Flequisson Alves ; ANUNCIAÇÃO FILHO, Clodoaldo José da . ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA MAMONEIRA COM ESTERCO BOVINO E EFEITOS NO SEU CRESCIMENTO INICIAL. In: II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2005, Varginha - MG, 2005.

C.W.A. NASCIMENTO <sup>2</sup> et al., alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto(1) Revista Brasileira de Ciências do solo, 28:385-392, 2004.

NASCIMENTO, Maria Betânea H Do ; LIMA, Vera L A de ; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo ; SOUZA, Adailson Pereira de ; FIGUEIREDO, Ivana C de M ; LIMA, Maria Madalena de . Uso de biossólido e água residuária no crescimento e desenvolvimento da mamona. Revista de Oleaginosas e Fibrosas, v. 10, p. 1001-1007, 2006.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A.M.L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L. ) cultivar Campinas. Anais da Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v.28, p. 323-337, 1971.

NOGUEIRA.R.A.T; SAMPAIO.R.A <sup>2</sup>, SOARES F C <sup>3</sup>, MACHADO F. <sup>1</sup> REVISTA DE BIOLOGIA E CIENCIAS DA TERRA, Volume 6- Número 1 - 1º Semestre 2006.

O AGRONEGÓCIO DA MAMONA NO BRASIL / editores técnicos AZEVEDO, et al. Embrapa algodão ( Campina Grande, PB), 2001.

PEDROZA, Juarez P; HAANDEL, Adrianus C Van ; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo ; DIONÍSIO, Jair ; DUARTE, Maria Elita Martins . Qualidade tecnológica da pluma do algodoeiro herbáceo cultivado com

biossólido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, p. 586-592, 2006

PEDROZA, Juarez Paz; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; HAANDEL, Adrianus Cornelius Van; GOUVEIA, Josivanda Palmeira Gomes de. Doses crescentes de biossólidos e seus efeitos na produção e componentes do algodoeiro herbáceo. Revista de biologia e ciência da terra, Belo Horizonte-MG, v. 5, n. 2, 2005.

PRATA, F. da C. Gergelim. In: PRATA, F. da C. Principais culturas do Nordeste. Fortaleza : Imprensa universitária do Ceará, 1969. p. 153 – 162. v. 1.

PRATA Cecília Helena Silvino, Antonio Helder Rodrigues Sampaio<sup>3</sup>, Rogério Ritzinger<sup>1</sup>, Prata Ritzinger<sup>1</sup>, Josilda Cavalcante Amorim Santos Damasceno<sup>3</sup>, Valmir Sousa Santos<sup>3</sup>, Liv Sores Severino<sup>2</sup> e Carlos Alberto da Silva Ledo<sup>1</sup>; II Congresso Brasileiro de Mamona- Energia e sustentabilidade, 2006, Aracajú.

PRIMAVESI, A. O manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais. 4.ed., São Paulo, Nobel, 1982. 541p.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1991. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RIBEIRO FILHO, J. Cultura da mamoneira, Viçosa: UFV, 1966, 75p.

SAMPAIO, Antônio Helder ; RITZINGER, Rogério ; RITZINGER, Cecília Heleno Silvino Prata ; DAMASCENO, Josilda Cavalcante Amorim Santos ; SANTOS, Valmir Souza ; SEVERINO, L. S. ; LEDO, Carlos Alberto da Silva . Controle de fitonematóides em aceroleira mediante o uso de farelo de

mamona. In: Congresso Brasileiro de Mamona, II, 2006, Aracaju. Energia e sustentabilidade. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, Gleibson Dionízio; VALE, Leandro Silva Do SANTOS, José Wellington dos. Método pra determinação da área foliar da mamoneira. Revista de oleaginosas e fibrosas, v. 8, n. 1, p. 753-762, 2004.

SEVERINO, L. S. O que sabemos sobre a torta de mamona. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005 (Documentos).

SEVERINO, Liv Soares; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo. Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para produção de mudas. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006 (Comunicado Técnico).

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, Gilvan Barbosa; MORAES, Cássia Regina de Almeida; GONDIM, Tarcísio Marcos de Souza; CARDOSO, Gleibson Dionízio; VIRIATO, Joaquim Roque; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, n. 5, p. 879-882, 2006.

SEVERINO, L. S. ; COSTA, Fabiana Xavier ; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo ; LUCENA, Amanda Micheline Amador de ; GUIMARÃES, Márcia Maria Bezerra . Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Rev Biologia Ciências da Terra, v. 5, n. 1, 2005.v

SILVA, N.M. Calagem e adubação do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3, Campo Grande, 2001. Produzir sempre, o grande desafio: resumo das palestras. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001; Campo Grande: UFMS; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p.155-157. (Embrapa Algodão. Documentos,83;Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 33).

SILVA, J.E. da; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. II. Aspectos qualitativos, econômicos e práticos de seu uso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p.497-503, 2002.

TÁVORA, F. J. A. F. A. A Cultura da Mamona. Fortaleza: Epace, 1982. 111p.

WEISS, E. A. Oilseed crops. London: Longman,1993. 660 p.

VALE Leandro Silva Do; BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; 2005.

VIEIRA, R. F.; CARDOSO, J. A.. Variação nos teores de nitrogênio mineral em solo suplementado com lodo de esgoto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 38, p. 867-874, 2003.