



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



**FONTES E DOSES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CULTIVO DA
MAMONEIRA IRRIGADA COM E SEM COBERTURA MORTA**

FRANCISCA MAGNÓLIA DE OLIVEIRA

CAMPINA GRANDE – PB
FEVEREIRO – 2011

FRANCISCA MAGNÓLIA DE OLIVEIRA

**FONTES E DOSES DE ADUBAÇÃO ORGANICA NO CULTIVO
MAMONEIRA IRRIGADA COM E SEM COBERTURA MORTA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADOR: Prof. Ph.D. Hugo Orlando Carvalho Guerra

CAMPINA GRANDE – PB
FEVEREIRO – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

O48f Oliveira, Francisca Magnólia de.

Fontes e doses de adubação orgânica no cultivo da mamoeira irrigada com e sem cobertura morta / Francisca Magnólia de Oliveira. — Campina Grande, 2011.

92 f. : il. color

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra.

1. Mamona - *Ricinus communis* L.
2. Adubação Nitrogenada.
3. Matéria orgânica. I. Título.

CDU – 633.85(043)


PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE DE DOUTORADO

TÍTULO: FONTES E DOSES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CULTIVO DA MAMONEIRA IRRIGADA COM E SEM COBERTURA MORTA

FRANCISCA MAGNÓLIA DE OLIVEIRA

BANCA EXAMINADORA


PARECER


Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra – Orientador
UAEA- Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Aprovado


Dra. Soahd Arruda Rached Farias – Examinadora
UAEA- Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

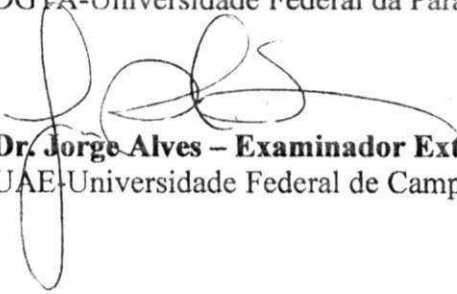
APROVADA


Dr. José Dantas Neto – Examinador Interno
UAEA-Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

APROVADA


Dr. Adilson David de Barros - Examinador Externo
DGTA-Universidade Federal da Paraíba – Campus Bananeiras

APROVADA


Dr. Jorge Alves – Examinador Externo
UAE-Universidade Federal de Campina Grande - Campus Cuité

APROVADA

Campina Grande – PB

Fevereiro -2011

Aos meus pais: **João Manoel de oliveira** (In Memória) e **Maria Anália de Oliveira**

A meu esposo, **Newton Lima de Araujo**, por todo amor, respeito, a todos os momentos de felicidades, entre outros, que já enfrentamos juntos.

Aos meus filhos: **João Victor Oliveira Araujo** e **Karol Oliveira Araujo**, que desde pequeninhos me acompanharam durante toda esta pesquisa.

Em especial a todos meus **irmãos e irmã**.

Dedico

O homem come planta ou planta transformada

A planta tem que se alimentar. Portanto, somente alimentando a planta é possível alimentar o homem, vestir e fornecer-lhe energia alternativa para os fins que necessita.

(E. Malavolta)

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus pai eterno, poderoso, grandioso, cheio de misericórdia e bondade, pai vivo, pai dos meus sonhos e da minha vida profissional e espiritual, pai da minha existência.

A minha grande mãe Anália e toda minha família e especial as minhas queridas irmãs Dra. Andreyka Kalyana que sempre com sua sabedoria mim deu forças para continuar e chegar até o final da grande conquista e Dra. Saudinha que em todos os momentos da minha caminhada estudantil sempre acreditou em mim .

Ao meu orientador Hugo Orlando C. Guerra, pela amizade, carinho e compreensão, por te ajudado com disponibilidade, interesse e disposição, nas tarefas mais precisas desta pesquisa, pela credibilidade, apoio e grande contribuição na minha formação.

Ao meu orientador Frederico Loureiro Soares, pela amizade desde meu mestrado, pela orientação e contribuição enriquecedora prestada no decorrer deste trabalho.

Amiga e companheira de todas as horas Prof^a. Dr^a. Soahd Arruda Rached Farias, pelo respeito e carinho e contribuição nesta pesquisa.

A coordenação da pós-graduação, na pessoa do Prof. Dr. Dermeval Araujo Furtado, e todos seus funcionários. Pela cooperação e paciência.

A EMBRAPA-CNPA, na pessoa de Dro. Liv, pela realização das análises da torta de mamona e esterco bovino como também das análises do teor de óleo das sementes de mamona.

A Perpetua Carvalho Guerra, esposa do professor Hugo pelo carinho, atenção e de valiosa contribuição na realização deste sonho real.

À professora. Dra. Lucia Helena Garofalo, pelo apoio prestado nos momentos que precisei de Sua ajuda durante a pesquisa, neste laboratório LIS.

Ao professor Adilson David de Barros pelas contribuições importantes para a realização deste trabalho.

Aos Professores da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola José Dantas Neto, Vera Lúcia Antunes, Carlos Azevedo e Josivanda P. Gomes e todos os demais professores pela atenção, amizade e contribuição durante o curso.

À Universidade Federal de Campina Grande que possibilitou a realização do curso de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico pela Concessão de minha bolsa de doutorado Capes.

Aos meus amigos de turma: Manasses, Jardel paixão, Lucio, Cícero Cordão, Ricardo, pelos momentos de discussões, formação de grupos de estudos, e descontração extremamente proveitosas e engrandecedoras; em especial a minha grande amiga Dra. Vanda Maria e Dr. João Vianey, Dra. Ana Cristina, Dro. Claudio, Dro. Alan e todos os colegas neste laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS).

Pela amizade fraternidade e atenção prestada de forma incondicional ao longo do curso nessa Universidade, meu muito obrigado.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

FONTES E DOSES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO CULTIVO DA MAMONEIRA IRRIGADA COM E SEM COBERTURA MORTA

RESUMO: A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de grande importância, de cujas sementes se extraem um óleo de excelentes propriedades. É uma planta resistente ao déficit hídrico e exigente em fertilidade, requerendo quantidades significativas de nutrientes para a produção de grãos e para a síntese do óleo e proteínas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho da cultura da mamona, cultivar BRS energia quando submetida a aplicação de duas fontes de matéria orgânica (torta de mamona e esterco bovino) em quantidades diferenciadas com e sem cobertura do solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Campina Grande-PB, em delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial com tratamentos adicionais do tipo 2x4+4 com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais, sendo o primeiro fator duas fontes de adubo orgânico (esterco bovino e torta de mamona) aplicadas em solos sem cobertura, o segundo fator quatro doses de nitrogênio orgânico em solos sem cobertura (200, 400, 600 e 800 kg N ha⁻¹) e como adicionais as duas fontes de adubo orgânico em duas doses (200 e 600 kg N ha⁻¹) via adubação orgânica aplicados em solos com cobertura. As variáveis analisadas foram a altura da planta e sua taxa de crescimento absoluto, diâmetro do caule e sua taxa de crescimento absoluto, área foliar, fitomassa total da parte aérea, produção de frutos e sementes, teor de óleo das sementes, consumo e eficiência do uso da água de irrigação. As fontes de adubo orgânico utilizadas promoveram efeitos significativos no crescimento, desenvolvimento e produtividade da mamoneira, cultivar BRS Energia, sendo que a aplicação de torta de mamona teve os melhores resultados. A eficiência de uso de água das plantas adubadas com torta de mamona foi maior que os das plantas adubadas com esterco bovino.

Palavras chaves: *Ricinus communis* L; Adubação nitrogenada, Matéria orgânica.

SOURCES AND DOSES OF ORGANIC MANURE IN CROP IRRIGATED WITH THE CASTOR BEAN AND WITHOUT MULCHING

ABSTRACT: The Castor bean (*Ricinus communis* L.) is a very important oil production plant; its seeds produce an oil of excellent properties. Plant resistant to water deficit and exigent in fertility, requiring significant amounts of nutrients for grain production and oil and protein synthesis. The objective of the present work was to evaluate the castor bean behavior (BRS Energy cultivar) when submitted to two organic matter sources (castor bean pie and cow manure) with and without mulching. The experiment was conducted in a green house at the Federal University of Campina Grande on a 2x4x4 confounded random block factorial statistical scheme with three replicates totalizing 36 experimental units. The first factor was the two organic matter sources applied on soils without mulching and the second factor four doses of organic nitrogen applied on soils without mulching (200, 400, 600 e 800 kg N ha⁻¹). The additional factor was the organic matter applied on two doses (200 e 600 kg N ha⁻¹) on covered soils. The analyzed variables were plant height, stem diameter and their absolute growing rates, leaf area, phytomass of the aerial part, fruit and seeds production, oil content of the seeds and consumptive and irrigation water use efficiency. The organic matter sources promoted significant positive effects on the growth, development and production of the castor bean, with the castor bean pie offering the best results. Also the irrigation water use efficiency of the plants fertilized with castor bean pie was higher than the efficiency obtained when used cow manure.

Keywords: *Ricinus communis* L., Nitrogen fertilization, Organic matter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Frutos da cultivar BRS - Energia na inflorescência.....	17
Figura 2	Sementes da mamoneira BRS - Energia	17
Figura 3	Localização da cidade de Campina Grande, PB	35
Figura 4	Curva de retenção de água do solo.....	36
Figura 5	Medidas do recipiente de plástico utilizado	39
Figura 6	Croqui do Experimento	41
Figura 7	Altura da planta da mamoneira submetida a diferentes fontes de adubos aos 15, 35, 55, 75, 95, 115 e 135 dias após plantio (DAP).....	49
Figura 8	Altura de planta da mamoneira aos 75, 95, 115 e 135 dias após plantio (DAP) submetido a diferentes tipos de tratamentos	48
Figura 9	Regressões para a Taxa de crescimento absoluto para a altura de planta	51
Figura 10	Taxa de crescimento absoluto da altura da planta para diferentes fontes de adubo.....	52
Figura 11	Taxa de crescimento absoluto para altura de planta de mamoneira para as doses de adubos dentro de cada tipo de adubo (A e B) e do tipo de adubo dentro de cada dose de adubo (C e D)	54
Figura 12	Diâmetro do caule da mamoneira submetida a diferentes tipos de adubos aos 35 e 115 dias após plantio (DAP)	56
Figura 13	Regressão da Taxa de Crescimento Absoluto do diâmetro do caule versus Doses de Adubo	58
Figura 14	Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule da mamoneira submetida a diferentes tipos de adubos	59
Figura 15	Taxa de crescimento absoluto para diâmetro do caule de mamoneira para as doses de adubos dentro de cada tipo de adubo (A) e da fonte de adubo dentro de cada dose de adubo (B)	60
Figura 16	Área foliar aos 75, 95 e 115 dias após plantio (DAP) da mamoneira adubada com diferentes doses de adubo	62
Figura 17	Área foliar da mamoneira submetida aos diferentes tipos de tratamentos.....	63
Figura 18	Número de frutos, produção de frutos, de sementes e de casca em função dos diferentes tipos de adubo orgânico.....	66
Figura 19	Produção sementes (PSEMT), de casca (PCASC) e do fruto (PFRUTO) da mamoneira submetida ao diferentes tipos de tratamentos	67
Figura 20	Consumo de água e eficiência de uso de água da mamoneira adubada com torta de mamona e esterco bovino	69
Figura 21	Consumo de água pelas plantas e eficiência de uso de água da mamoneira submetida aos diferentes tipos de tratamentos.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química da torta de mamona	23
Tabela 2	Conteúdo de nitrogênio total, P ₂ O ₅ e K ₂ O de diferentes resíduos orgânicos	27
Tabela 3	Composição nutricional (NPK) de diversas fontes de matéria morta	31
Tabela 4	Características físicas hídricas do solo.....	36
Tabela 5	Características químicas do solo após a correção do Ph.....	37
Tabela 6	Características físico-químicas da água de irrigação	37
Tabela 7	Conteúdo de nitrogênio da torta de mamona e do esterco de boi	38
Tabela 8	Causas de variação e graus de liberdade na análise de variância	40
Tabela 9	Resumo da análise de variância para a altura da mamona aos 15, 35, 55, 75, 95, 115 e 135 dias após plantio (DAP), adubada com diferentes doses e fontes de adubos com e sem cobertura do solo.....	48
Tabela 10	Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento absoluto para a altura de planta nos período de 15 - 35, 36 - 55, 56 - 75, 76 - 95, 96 - 115 e 116 - 135 dias após plantio (DAP) da mamoneira adubada com diferentes doses de adubos e tipo de adubação.....	50
Tabela 11	Resumo da análise de variância para o diâmetro do caule aos 15, 35, 55, 75, 95, 115 e 135 dias após plantio (DAP) da mamoneira adubada com diferentes doses e fontes de adubo.....	55
Tabela 12	Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento absoluto para o diâmetro de caule nos período de 15 - 35, 36 - 55, 56 - 75, 76 - 95, 96 - 115 e 116 - 135 dias após plantio (DAP) da mamoneira adubada com diferentes doses e fontes de adubo.....	57
Tabela 13	Resumo da análise de variância para a área foliar aos 15, 35, 55, 75, 95, 115 e 135 dias após plantio (DAP) da mamoneira adubada com diferentes doses e fonte de adubo	58
Tabela 14	Resumo da análise de variância para a fitomassa da parte aérea da mamoneira adubada com diferentes doses de adubos e tipo de adubação.....	64
Tabela 15	Resumo da análise de variância para número de frutos (NF), produção de sementes (PSEMT), produção de casca (PCASC) e produção de frutos (PFRUTO) aos 135 dias após plantio da mamoneira adubada com diferentes doses de adubos e tipo de adubação	65
Tabela 16	Resumo da análise de variância para o teor de óleo (TO), consumo de água pela planta (CA) e eficiência de uso de água (EUA) da mamoneira adubada com diferentes doses de adubos e tipo de adubação.....	69

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	ORIGEM DA MAMONA	15
3.2	CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DA MAMONA.....	15
3.3	IMPORTÂNCIA SÓCIO-ECONÔMICA DA MAMONA.....	18
3.4	SUBPRODUTOS DA MAMONEIRA.....	20
3.4.1	Óleo da mamona	20
3.4.2	O Biodiesel	22
3.4.3	Torta de mamona	23
3.5	ADUBAÇÃO ORGÂNICA.....	25
3.6	COBERTURA DO SOLO.....	29
3.7	CONTEXTUALIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO DA MAMONA.....	32
4	MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	35
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	35
4.2.1	Características físicas hídricas do solo	36
4.2.2	Características químicas do solo	37
4.3	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO	37
4.4	CONTEÚDO E NITROGÊNIO DA TORTA DE MAMONA E DO ESTERCO BOVINO.....	38
4.5	CULTIVAR DA MAMONEIRA	38
4.6	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	38
4.7	DELINEAMENTO DO EXPERIMENTO.....	39
4.8	CONTROLE DE PRAGAS E ERVAS DANINHAS	42
4.9	TRATOS FITOSSANITÁRIOS	42
4.10	VARIÁVEIS ANALISADAS	43
4.10.1	Altura da planta (AP) e taxa de crescimento absoluto (TCA)	43
4.10.2	Diâmetro do caule e taxa de crescimento absoluto (TCADC)	43
4.10.3	Área foliar	44
4.10.4	Fitomassa da parte aérea (FTA)	44
4.10.5	Produção de frutos e sementes	44
4.10.6	Teor de óleo das sementes	45
4.10.7	Consumo e eficiência do uso da água de irrigação	45

5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1	ALTURA DA PLANTA.....	47
5.2	TAXA DE CRESCIMENTO ABSOLUTO PARA A ALTURA DE PLANTA	50
5.3	DIÂMETRO DO CAULE	54
5.4	TAXA DE CRESCIMENTO ABSOLUTO PARA O DIÂMETRO DO CAULE...	56
5.5	ÁREA FOLIAR.....	60
5.6	FITOMASSA DA PARTE AÉREA.....	64
5.7	NÚMERO DE FRUTOS, PRODUÇÃO DE SEMENTES, DE CASCA E DE FRUTOS.....	64
5.8	TEOR DE ÓLEO (TO), CONSUMO DE ÁGUA PELAS PLANTAS (CA) E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA (EUA)	68
6	CONCLUSÕES	71
7	REFERÊNCIAS	72
	APÊNDICES	80

1 INTRODUÇÃO

Na realidade globalizada atual, se deve prestar muita atenção aos recursos e aos meios de produção utilizados. A maior parte dos insumos utilizados possui ciclos de vida que precisam ser considerados pelos produtores tanto para benefícios econômicos quanto para ganhos ambientais. As fontes de energia como o petróleo, possuem fortes impactos em termos de degradação ambiental. As emissões gasosas geradas pela queima dos combustíveis com base neste produto acabam preocupando ambientalistas e sociedade. As fontes de energia renováveis apontam para uma nova visão de mundo voltada para a utilização eficiente dos recursos produtivos bem como para ganhos em termos mais globais. A diminuição de poluentes na atmosfera e o consumo de produtos mais limpos e renováveis geram ganhos potenciais, tanto em âmbito ambiental quanto econômico. Sendo assim, muitos países têm investido em novas tecnologias e novos componentes de produção que minimizem os efeitos nocivos das fontes de energia convencionais. Um exemplo de fonte de energia alternativa é o Biodiesel. Este é oriundo de óleos vegetais (mamona, girassol, pinhão manso, etc.) em sua maioria não utilizados pela indústria alimentícia e que pode propiciar uma eficiência superior, uma vez que potencialmente utiliza fontes mais acessíveis em termos de custo (RODRIGUES, 2008; ARAUJO, 2010).

A mamona é uma planta exigente em fertilidade, requerendo quantidades significativas de nutrientes para a produção de grãos e para a síntese do óleo e das proteínas presentes nestes. O suprimento de nutrientes para a cultura provém basicamente do solo. Entretanto, quando o cultivo é estabelecido em solos com restrição de fertilidade ou se pretende explorar integralmente o potencial de produtividade das cultivares comerciais, faz-se necessária a complementação com nutrientes, por meio da aplicação de fertilizantes de origem orgânica e/ou mineral (SCIVITTARO; PILLON, 2006). Os solos da região semi-árida geralmente apresentam baixos teores de matéria orgânica, por isso é imprescindível a incorporação de esterco e/ou compostos orgânicos. A incorporação destes materiais ao solo promove mudanças nas suas características físicas, químicas e biológicas, melhorando sua estrutura, aumentando a capacidade de retenção de água, a aeração e a fertilidade do solo (MALAVOLTA, et al., 1997). Conseqüentemente, o incremento de materiais orgânicos no solo poderá promover um maior crescimento e desenvolvimento da cultura da mamoneira, como foi observado por Oliveira et al. (2009). Apesar destes benefícios elencados acima, vale salientar que o sucesso do uso dos materiais orgânicos em uma cultura dependerá, entre outros

fatores, da qualidade e da quantidade do material que está sendo usado, visto que, a composição química dos esterco animais, por exemplo, pode variar com o tipo de animal e com o seu alimento.

Embora os pequenos agricultores da região semi-árida tenham sido incentivados a cultivar mamona, os elevados custos com o uso de adubos químicos, a dificuldade de recursos financeiros destes agricultores e a possibilidade dos mesmos produzirem compostos orgânicos com materiais de suas próprias propriedades, ressaltam a importância dos estudos sobre o uso de materiais orgânicos no desenvolvimento da mamoneira, pois os mesmos fornecem subsídios a estes agricultores (OLIVEIRA et al., 2009; MALAVOLTA et al., 1997).

Nas últimas décadas houve aumento na adoção de sistemas conservacionistas de produção agrícola, os quais têm como principais características a redução do revolvimento do solo, aliado à manutenção de resíduos das culturas sobre a superfície do solo. A utilização de culturas de cobertura é uma prática importante na melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo. Seus múltiplos efeitos têm sido constatados na redução da erosão hídrica (AMABILE et al., 1994; FAVARETTO et al., 2000), manutenção ou acúmulo de matéria orgânica (BIEDERBECK et al., 1998; ALCÂNTERA et al., 2000), aumento da capacidade de troca de cátions e da reciclagem de nutrientes (STAMPFORD et al., 1994; NELSON & KING, 1996), auxilia no controle de nematóides (MOJTAHEDI et al., 1993) e de plantas daninhas.

O aumento de produtividade parece estar relacionado ao efeito da cobertura morta em reduzir a evaporação e aumentar a transpiração. Considerando o ciclo normal de uma cultura, observam-se aumentos quase que constantes na transpiração, e redução da mesma magnitude na evaporação, a uma dada evapotranspiração, no que diz respeito aos tratamentos com cobertura morta em relação ao solo nu. Entretanto, para o mesmo nível de irrigação, a evapotranspiração será sempre menor nas parcelas com cobertura morta em relação ao solo nu, o que indica que nem toda a água economizada foi para a transpiração (VIEIRA, 1997).

Tendo em vista a grande importância do cultivo da mamona e sua participação como elemento de preservação do meio ambiente, ser uma das fontes promissoras energéticas e também subprodutos nobres, usados em várias indústrias, como a de produtos: ortopédicas, cosméticos e alimentos, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho e produção de óleo da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) cultivar BRS Energia através da aplicação de duas fontes de matéria orgânica (torta de mamona e esterco bovino) em quantidades diferenciadas com e sem cobertura do solo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o desempenho da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) cultivar BRS energia através da aplicação de duas fontes de matéria orgânica, torta de mamona e esterco bovino, em quantidades diferenciadas com e sem aplicação de cobertura morta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o crescimento, desenvolvimento e produção da mamona quando adubada com diferentes fontes e doses de fertilizante nitrogenado (torta de mamona e esterco bovino) em solos com e sem cobertura morta;
- Avaliar as interações entre os tratamentos de adubação e cobertura do solo;
- Identificar o melhor manejo do solo para a cultura da mamona;
- Avaliar a quantidade e qualidade do óleo extraído da mamona BRS energia;
- Estudar o efeito da cobertura no crescimento, desenvolvimento e produção da mamona e na economia da água utilizada na irrigação.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ORIGEM DA MAMONA

A origem da mamona é bastante discutida existindo relatos muito antigos sobre o seu cultivo nos continentes africano e asiático. A diversificação de um grande número de variedades desta espécie encontrada em todo o mundo impossibilita qualquer tentativa em estabelecer uma procedência efetiva, mais se acredita principalmente, que a mesma tenha sido originária da África, mais precisamente da Etiópia. Sabe-se que sementes foram encontradas nas tumbas de antigos egípcios, sendo igualmente utilizada na Índia desde tempos imemoriais, para os mais diversos fins (EMBRAPA, 1997).

No Brasil, a mamona foi introduzida pelos portugueses, onde o clima tropical predominante facilitou a sua propagação, assim, hoje é possível se encontrar a mamoneira em quase todas as regiões como se fosse uma planta nativa (EPAGRI, 1999).

A mamona foi introduzida no Brasil com a finalidade de utilizar seu óleo para a iluminação e lubrificação dos eixos das carroças e as engrenagens e os mancais dos inúmeros engenhos de cana (CHIERICE; CLARO, 2001).

A mamona é conhecida - por rícino, carrapateira, palma cristi e enxerida; na Inglaterra e Estados Unidos, pelo nome de 'Castor bean' e 'Castor seed'. Seu principal produto o óleo, extraído das sementes, possui centenas de aplicações, como por exemplo, na fabricação de cosméticos, lubrificantes, aditivos de combustíveis aeroespaciais, indústria de plástico, prótese para ossos humanos, etc. (TÁVORA, 1982; BELTRÃO, 2004).

3.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DA MAMONA

A mamoneira (*Ricinus communis L.*) é um arbusto bastante complexo no que tange a morfologia, biologia floral e fisiologia, porte muito variado, de 0,8 a mais de 7,0m de altura, ramificação caulinar simpodial, raiz fistulosa e vários tipos de expressão da sexualidade (AZEVEDO et al.; 1997). Apresenta sistema radicular pivotante e bastante ramificadas. Os tipos gigantes apresentam raízes semelhantes às das árvores e podem atingir alguns metros de profundidade, dependendo do solo (MAZZANI; 1983).

O caule é geniculado, espesso e ramificado, terminando com a inflorescência, tipo racemo; a haste principal cresce de forma vertical, sem ramificação, até o surgimento da

primeira inflorescência, denominada cacho principal; os ramos laterais se desenvolvem da axila da última folha, logo abaixo da inflorescência enquanto a haste principal e as ramificações podem ser cobertas por uma capa de cera, sendo mais abundante em plantas jovens (BELTRÃO et. al, 2001). Há, ainda cultivares com caule de coloração violeta, cinza e marrom (POPOVA e MOSHKIN, 1986). O caule possui cera, rugosidade e nós bem definidos, com cicatrizes foliares prominentes (PRATA, 1969).

As folhas são simples, grandes, com largura do limbo variando de 10 a 40 cm, podendo chegar a 60 cm de comprimento; do tipo digito lobadas, denticuladas e pecíolos longos, com 20 a 50 cm de comprimento: do tipo digito lobadas, denticuladas e pecíolos longos, com 20 a 50 cm e comprimento, apresentam filotaxia alternada do tipo 2/5 (duas folhas em cada cinco voltas de 360° no eixo do caule); em geral, são sete lóbulos em folhas a qual pode apresentar cor verde ou avermelhada (PRATA, 1969). Apresentam metabolismo fotossintético C₃ ineficiente e é basicamente, uma planta de foto periodismo de dia longa, porém se adapta bem em outros regimes de luminosidade, inclusive de dias curtos, com duração de 9 a 12 horas, embora dentro deste limite o crescimento seja reduzido.

O fruto é uma capsula que pode ser lisa ou com estruturas semelhantes a espinhos, e deiscentes ou indeiscentes. Pode, ainda, apresentar cor verde ou vermelhada, com coloração intermediária; no amadurecimento ele se abre ou não e pode liberar as sementes, dependendo do nível de deiscência (BELTRÃO; AZEVEDO, 2007). Segundo Mazzani (1983), a variabilidade dos frutos se manifesta na cor, na serosidade, na forma no tamanho na caducidade e na presença e ausência de papilas-acúleos vulgarmente chamados espinhos. Em geral os frutos possuem 3 sementes com diferentes tamanhos, formatos e grande variabilidade de coloração entre as variedades; sua sexualidade pode variar entre tipos femininos estáveis, femininos instáveis, hermafroditas (que é normal), com flores separadas, semente masculinas, monóicas comuns e outros. O cacho (Figura 1) que é a infrutescência, tem conformação cônica cilíndrica ou mais ou menos esférica, comprimento dependendo do ambiente em que cresce e principalmente da cultivar (PRATA, 1969).

Figura 1 – Frutos da cultivar BRS - Energia na inflorescência



A semente (Figura 2) apresenta tamanho variável. A massa de 100 sementes pode variar de 10 a 100g, com média de 30g nas cultivares anãs e de 45 a 75g nas cultivares de porte médio, como e o caso da BRS – Nordestina e da BRS – Paraguaçu (EMBRAPA, 1998, 1999). Para a mamona BRE Energia o peso de 100 sementes varia entre 50 e 55 gramas (EMBRAPA - ALGODÃO, 2008). O comprimento das sementes de mamona varia de 0,8 a 3 cm, de 0,6 a 1,5 cm de largura e de 0,4 a 1 cm de espessura (BELTRÃO, 2004). Apresenta dormência que varia entre cultivares e racemos, chegando á quase nulidade após meses de armazenamento (LAGO et al.,1979). Conforme Távora (1982), a semente de mamona possui um tegumento externo e interno; carúncula endosperma e embrião. O tegumento externo é representado pela casca, dura e quebradiça, tendo ainda uma película interna, fina, que envolve o albúmen, que é branco, compacto e rico em óleo (RIBEIRO FILHO, 1966).

Figura 2 – Sementes da mamoneira BRS - Energia



As variedades atualmente em distribuição no Brasil são a IAC 80 e a IAC 226 para o Estado de São Paulo com teores de óleo de 47 e 48%, respectivamente (CARVALHO, 1988). Para a região Nordeste existem as cultivares Sipeal 28, Baianita e Pernambucana, todos com cerca de 50% de óleo. As cultivares lançadas pela Embrapa Algodão, para as condições semiáridas do Nordeste, são BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, com conteúdos de óleo entre 48 e 49%, e consideradas, por Vieira et. al.(1998) as melhores cultivares em distribuição. Em 2008 a EMBRAPA – CNPA lançou ao mercado a cultivar BRS Energia, uma cultivar precoce, com ciclo médio de 120 dias que tem mostrado adaptação a diferentes ecossistemas em que ocorram precipitações pluviais de pelo menos 500 mm, o que é o caso da região semi-árida do Nordeste (EMBRAPA, 2008).

Ricinus communis L. é uma espécie exótica, originária da África, podendo atingir até 2,5 m de altura. Desenvolve-se espontaneamente nas regiões tropicais do Brasil e em outras regiões e subtropicais do mundo. Planta de folhas alternas, pecioladas, peltadas, palmadas e divididas em sete lóbulos serrilhados, com estípulas grandes, soldadas e que cobre o botão. As inflorescências possuem flores unissexuadas, com flores masculinas na base e as femininas, acima. O fruto é uma cápsula tricarpelar, trilocular, com uma semente em cada lóculo (SMITH et al., 1988).

3.3 IMPORTÂNCIA SÓCIO-ECONÔMICA DA MAMONA

A mamoneira é uma oleaginosa do gênero *Ricinus*, de grande importância comercial e social, de cujas sementes se extraem um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial utilizado na medicina humana e veterinária. A planta também é utilizada como ornamental por sua variedade de cor de caule, folhas e frutos que variam de vinho ou arroxeados (SMITH et. al. 1988). De sua industrialização obtém-se, como produto principal, o óleo e, como subproduto, a torta que possui, enquanto fertilizante, a capacidade de restauração de terras esgotadas.

A torta de mamona desengordurada (farelo) é similar a o adubo orgânico apresentando um alto teor de proteínas. Não é recomendado seu uso para ração animal, uma vez que ela apresenta três fatores antinutricionais, uma proteína tóxica denominada ricina, um conjunto de proteínas alergênicas conhecidas por CB-1A e um alcalóide de baixa toxidez chamado ricinina. Embora possa se obter valor significativamente maior, quando utilizada como alimento animal, este uso não tem sido possível, até o presente, devido à inexistência de tecnologia viável, em nível industrial, para o processo da destoxicação (SEVERINO, 2005).

O Censo, (2010) aponta a safra de leguminosas e oleaginosas com uma produção da ordem de 146,8 milhões de toneladas, inferior em 1,8% à obtida em 2010 (149,5 milhões de toneladas), porém superior em 0,7% ao último prognóstico de dezembro (145,8 milhões de toneladas). É o que indica a primeira estimativa do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) em 2011. A área a ser colhida em 2011, de 48,2 milhões de hectares, apresenta acréscimo de 3,4% frente à área colhida em 2010. As três principais culturas, que somadas representam 90,4% da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas, o arroz, o milho e a soja, respondem por 81,9% da área a ser colhida e registram, em relação ao ano anterior, variações positivas de 2,5%, 1,0% e 1,5%, respectivamente. No que se refere à produção, o milho e a soja apresentam, nessa ordem, decréscimos de 7,1% e 1,2%, enquanto que o arroz tem acréscimo de 13,5%. Vale destacar que, considerando apenas os produtos da safra de verão (algodão herbáceo, amendoim 1ª safra, arroz, feijão 1ª safra, mamona, milho 1ª safra e soja) a produção prevista, para esse grupo de grãos, de 117,8 milhões de toneladas supera em 1,0% a registrada para esse mesmo conjunto em 2010 (116,7 milhões de toneladas).

O ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (GTI, 2003) ressalta que, para cada real investimento na agricultura familiar, é possível gerar um crescimento de renda de R\$2,24. Na região semi-árida, por exemplo, a receita bruta de uma família a partir do cultivo de cinco hectares com mamona e uma produção média entre 700 e 1,2 mil quilos por hectare, pode variar entre R\$2,5 mil e R\$4,2 mil desde que segundo o Brasil (2005), se consiga vender a mamona por R\$0,70/kg, ou seja, acima dos atuais R\$ 0,64/kg oferecidas pelo mercado; por outro lado, a areia pode ser consorciada com outras culturas, como o feijão e o milho (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2003).

A utilização da mamona merece destaque na fabricação de tecidos de nylon, o seu uso na siderurgia como óleo de corte para laminagem na indústria para acabamento de peles finas e como lubrificantes em motores (biodiesel). Na medicina é usado por suas qualidades purgativas e na agricultura como adubo. Atualmente está sendo desenvolvido um conjunto de ações e projeto envolvido diversas instituições pública e privadas com o objetivo de utilizar o óleo de mamona como fonte energética alternativa ao diesel mineral (biodiesel). Embora o foco principal seja o Biodiesel, a torta de mamona é um co-produto de alto valor, cuja receita de venda é essencial para que o biodiesel obtido da mamona seja economicamente viável (AZEVEDO et al., 1997)

A Embrapa indica que o Brasil desponta com potencial para fornecer mais de 60% do biodiesel, em substituição ao diesel consumido atualmente no mundo, uma vez que possui

extensas áreas zoneadas como ótimas para o cultivo da mamona. É fato que, o incremento na área plantada com esta espécie vegetal, principalmente na região semi-árida, torna-se um fator decisivo para o crescimento súbito de emprego e renda, portanto no combate a fome e a miséria nas comunidades rurais nordestinas, pelo baixo custo de produção da cultura em comparação com outras culturas comerciais, apresentando-se assim como uma alternativa de relevante importância econômica e social para esta que é uma das regiões mais carentes do Brasil e que já é responsável por 95% da produção de todo o território brasileiro (IBGE, 2006). Por outro lado, prevê-se que a qualidade da torta de mamona produzida seja em torno de 500mil toneladas/ano dentro de pouco tempo, fazendo com que esse produto torne-se uma das principais alternativas de adubo orgânico em nossa região e de alimento animal. Justifica-se, assim, a prioridade no domínio da tecnologia para agregação de valor ao produto e fortalecimento da viabilidade econômica dessa cadeia produtiva que terá grande impacto econômico e social no semi-árido da Região Nordeste (SEVERINO, 2006).

3.4 SUB-PRODUTOS DA MAMONEIRA

A mamoneira é um arbusto de cujo fruto se extrai um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial, e conhecido desde a antiguidade devido às propriedades medicinais e como azeite para iluminação (COELHO, 1979). Da sua industrialização se obtém como produto principal, o óleo e, como subproduto, a torta e o farelo, os quais possuem altos teores de matéria orgânica, nitrogênio e proteínas, entre outros, sendo necessário que os mesmos passem por um processo para tirar a sua toxicidade, mas, por se tratar de um processo de desintoxicação bastante complexo e, muitas vezes, caro, as usinas de óleo preferem vender a torta e o farelo apenas como fertilizantes (BELTRÃO, 2007).

3.4.1 Óleo de mamona

A mamoneira tem a capacidade de gerar um produto cujo leque de possibilidades de aplicações industriais é bastante amplo; trata-se de óleo de mamona, cujo principal componente, o ácido ricinoleico, abriga as moléculas com propriedades bastante flexíveis e estruturas de certa forma incomum, entre os ácidos graxos existentes nos óleos vegetais. Essas características conferem, ao óleo de mamona, condições especiais, permitindo sua utilização em mais de 400 processos industriais, como na produção de anticongelantes de combustível

de avião e espaçonaves, dentre outra utilidade. O óleo de mamona é o principal produto da mamoneira, extraído de suas sementes, cujo conteúdo se situa, em geral, entre 40 e 60%, em variedades comerciais. É composto quase totalmente de triglicerídios, em particular de ricinoléico (cerca de 90%), cuja fórmula na amêndoa varia de 55 a 70% (VIEIRA et al., 1998).

Também conhecido no Brasil como óleo de ricino, possui enorme versatilidade química dentro do ramo industrial, podendo ser utilizado em rotas de síntese para uma grande quantidade de produto com aplicação na área de cosméticos, lubrificantes e polímeros, além de poder ser um substituído do petróleo na síntese de vários produtos. A partir do óleo de mamona se pode obter também o biodiesel, que poderá substituir o óleo diesel derivado de petróleo no uso como combustível ou como aditivo para este, em proporções de 2 e 5% (FREIRE, 2001).

O potencial industrial do óleo de mamona é caracterizado por dois fatores primordiais: primeiro, pela predominância de uma única molécula em sua composição, composta de 89,5% do triglicerídeo do ácido ricinoleico e pela versatilidade química da molécula em que o ácido ricinoleico possui três grupos funcionais altamente reativos, permitindo a síntese de um grande número de derivados. O óleo bruto é de coloração palha claro e, ao ser refinado, fica quase incolor, com odor característico e considerado insalubre por muitas pessoas, mas pode ser facilmente desodorizado. O óleo é tradicionalmente de uso medicinal, laxante e causa irritação na mucosa intestinal, estimulando a evacuação dos intestinos humanos e animal; além disso, é solúvel em solventes, como etanol, metanol, éter, clorofórmio e no ácido acético glacial (AZEVEDO et al., 1997).

De acordo com Krug (1966), o teor de óleo das sementes depende de vários fatores, como cultivares utilizadas, condições ambientais e forma de obtenção. Quando é obtido das sementes com casca, varia de 36 a 58% na semente inteira e, sem casca, de 50 a 72%, na amêndoa. As variedades atualmente em distribuição no Brasil são a IAC 80 e a IAC 226 para o Estado de São Paulo com teores de óleo de 47 e 48%, respectivamente (CARVALHO, 1988). Para a região Nordeste existem as cultivares Sipeal 28, Baianita e Pernambucana, todos com cerca de 50% de óleo. As cultivares lançadas pela Embrapa Algodão, para as condições semi-áridas do Nordeste, são BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, com conteúdos de óleo entre 48 e 49%, e consideradas, por Vieira et. al.(1998) as melhores cultivares em distribuição.

3.4.2 O Biodiesel

A crescente preocupação em relação ao meio ambiente e a rápida diminuição das reservas de combustíveis fósseis no mundo, além do aumento no preço do petróleo, levaram à exploração de óleo vegetais e gorduras animais na produção de combustíveis alternativos. Algumas dificuldades surgiram devido à viscosidade natural desses óleos utilizados diretamente nos motores, causando baixo poder de ignição desse material, entretanto, têm sido bastante aceitos e utilizados na produção do biodiesel. Nos dias atuais, a procura por combustíveis renováveis tem aumentado muito; assim, o biodiesel surge como alternativa em relação ao petróleo e seus derivados já que sua produção é mais barata e a emissão de poluentes é consideravelmente inferior à poluição e mais barata e a emissão de poluente é consideravelmente inferior à poluição de combustíveis fósseis (SOUZA et al., 2007).

O Biodiesel é compatível com o diesel do petróleo em condensação e ignição do motor. Em anos recentes, mistura de ambos tem sido usada sem nenhuma necessidade de modificação do motor. Do ponto de vista ambiental, o biodiesel é fundamental para redução das emissões de poluentes, contribuindo para diminuir principalmente a incidência de doenças respiratória. Além de alto poder calorífico, os óleos vegetais têm como principais vantagens a falta de enxofre na composição química, o fato de que a produção industrial não gera substância prejudicada para o ambiente e, também, o fato de que eles são produzidos de culturas vegetais que consomem dióxido de carbono durante a fotossíntese (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Segundo Alves (2004), a substituição do diesel por biodiesel proporcionaria uma redução de custos com poluição, no montante de R\$ 5,9 milhões a R\$ 191,9 milhões/ano, considerando-se seu uso somente nas dez principais cidades brasileiras. Este valor poderia aumentar para até R\$ 872,8 milhões se utilizado em todo o território nacional. Na tabela 1 se apresentam os custos de poluição de acordo com as diversas percentagens de biodiesel adicionadas na mistura com óleo diesel.

Desde os anos 1980, existem estudos na área do governo visando a produção do biodiesel como aditivo ou substituto do óleo diesel. Também são antigas as experiências privadas no mesmo setor. Mas foi o atual governo que realmente assumiu o compromisso com esse produto, dentro da percepção de que a agroenergia representa um novo paradigma

agrícola para o mundo, com potencial de mudar a geopolítica planetária. Há grandes diferenças entre o álcool e o biodiesel. Boa parte dessas diferenças se deve à enorme quantidade de matérias-primas para o biodiesel: desde sebo bovino e outros resíduos orgânicos até as fontes mais conhecidas, de origem agrícola, que também podem ser divididas em grãos e palmáceas. Entre os grãos, estão a soja, a mamona, o girassol, o pinhão-manso, o amendoim, o algodão, o nabo forrageiro e diversos outros. E o biodiesel gerado por cada uma tem diferentes características, dificultando a padronização. Entre as palmáceas, a grande vedete hoje é o dendê - ou óleo da palma - e há espaços para outras no futuro, como é o caso da macaúba. Os grãos chegam a produzir até mil quilos de óleo por hectare, e o dendê produz seis vezes mais. O problema é que o dendê demora quatro anos para começar a produzir, e os grãos são anuais (ANUÁRIO DA INDÚSTRIA DE BIODIESEL, 2009).

3.4.3 Torta de mamona

A torta da mamoneira é um subproduto da extração do óleo das sementes da mamoneira (*Ricinus communis* L.). Trata-se de um produto com elevado teor de proteínas precisando de 1,2 toneladas de semente para cada tonelada de óleo extraída (AZEVEDO e LIMA, 2001). A composição química da torta de mamona é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química da torta de mamona

Fração	Teor
Matéria seca	91,50%
Proteína bruta	42,50%
Fibra	20,04%
Cálcio	0,68%
Fósforo	0,78%
Extrato	4,23%

Fonte: Souza (1979).

O principal uso da torta de mamona tem sido como adubo orgânico, pois usos mais nobres, como alimento animal, ainda dependem de tecnologia industrial não possível no Brasil momentos; a torta de mamona, devido à baixa relação C/N, se mineraliza rapidamente, cerca de sete vezes mais rápido (35 mg de CO₂/kg de solo) que o esterco bovino (5 mg de CO₂/kg de solo) e quatorze vezes mais rápido que o bagaço de cama (2,4 mg de solo) (SEVERINO et al., 2004).

Como ração animal a torta só pode ser utilizada depois de desintoxicada; visto que, a toxidez, da torta de mamona é causada pela presença de três substâncias: resina (uma proteína), resserena (um alcalóides) e CB-1^a (um complexo alérgico). A resina é uma proteína encontrada exclusivamente no endosperma das sementes de mamona, não sendo detectada em outras partes da planta, como raízes, folhas ou caules; sendo a principal responsável pela toxidez da torta de mamona, estando entre as proteínas de maior toxidez conhecida pelo homem (MOSHKIN, 1986; GARDNER et al., 1960 citados por BANDEIRA et al., 2004). Devido à inexistência do método seguro para sua desintoxicação, a torta tem sido utilizada predominantemente como adubo orgânico que tem menor valor que o alimento animal. No entanto se ela for desintoxicada pode ser utilizada como alimento animal, aumentando seu preço de R\$ 300,00/t para cerca de 750,00/t. Quer dizer o volume de torta a ser produzida anualmente poderá ter valor elevado de 600 milhões (vendida como a agregação de valor ao produto, devem ser considerados aspectos ambientais, econômicos, sociais e de desenvolvimento regional (SEVERINO et al., 2004).

Na Índia, principais país produtor de mamona do mundo, cerca de 90% da torta de mamona são utilizados como fertilizante orgânico (KONNUR; SUBBARÃO, 2004; UDESHI, 2004). Além de ser uma excelente fonte de nitrogênio, cuja liberação não é tão rápida quanto a fertilizantes químicos, nem tão lenta quanto a de esterco animal, apresenta ainda propriedade inseticida e nematicida (DIRECTORATE OF OILSEEDS RESEARCH, 2004).

Alguns estudos já demonstraram a rapidez com que a torta de mamona se mineraliza e conseqüentemente disponibiliza seus nutrientes. Segundo Jones (1947, citado por BOM, 1977), entre 75 e 100% do nitrogênio da torta de mamona foi nitrificado em três meses. Severino et al. (2004) demonstraram que a velocidade de mineralização da torta de mamona, medida pela respiração microbiana, é cerca de seis vezes mais rápida que a de esterco bovino e quatorze vezes mais rápida que o bagaço de cana. É aconselhável que a torta, mesmo sendo usada como adubo, passe pelo processo de desintoxicação e desalergenização, pois como relato por Small (1952, citado por ICOA, 1989), que a aplicação deste produto pode causar alergia aos trabalhadores da proximidade para onde a poeira da torta pode ser levada pelo vento, além de poder provocar intoxicação provavelmente diminui o efeito nematicida do produto que é um importante atrativo.

A mamoneira é conhecida, hoje, como a única oleaginosa que produz óleo glicérido solúvel em álcool; ela possui entre 35 e 55% de óleo nas sementes que variam de 0,1 a 10g/unidade de massa (AZEVEDO et al., 1997) A torta e o farelo são os resíduos de extração do óleo que pode ter diversos usos, desde fonte de alimento protéico para animais

monogástricos, além de servir de fonte de aminoácidos para os mais variados fins nutricionais (BOSE; WANDERLEY, 1988). Segundo esses mesmos autores, depois de desintoxicadas, com no máximo 70% de matéria orgânica e no mínimo de 5% de nitrogênio, são excelentes fertilizantes orgânicos

A torta e o farelo de mamona têm grande utilidade na agricultura familiar, podendo servir de fonte de renda ao monocultor por meio de sua comercialização. Porém, em função da presença de substâncias altamente tóxicas em sua composição química, a princípio, a torta e o farelo de mamona somente eram empregados como fertilizante. Pois apresenta elevada toxidez que se origina a partir de três fontes: a uma proteína extremamente tóxica, denominada resina, a um alcalóide ligeiramente tóxico, conhecido como resinina e a uma fração alergênica, que é o complexo glico-proteína (FORNAZIERI JÚNIOR, 1986).

Atualmente, com o desenvolvimento de técnicas eficiente para eliminar a toxidez, a torta e o farelo de mamona passaram a ter outros usos, embora os mais representativos sejam a adubação e alimentação animal. Como adubo, eles vem sendo utilizados há muito tempo. Bayma (apud HEMERLY, 1981) afirmaram que de todos os adubos vegetais as tortas, farelos e resíduos oleaginosos eram os mais eficientes da classe e, dentre eles os obtidos da mamona eram alto poder na restauração dos solos. Na Europa e nos Estados Unidos também na década de 30 sua utilização já era bastante significativa.

3.5 ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Em relação à adubação, a cultura mostra-se responsiva, uma vez que é exigente em fertilidade, requerendo quantidades significativas de nutrientes para a produção de grãos e para a síntese do óleo e das proteínas presentes nestes. O suprimento de nutrientes para a cultura provém, basicamente, das reservas do solo. Entretanto, quando o cultivo é estabelecido em solos com restrição de fertilidade ou se pretende explorar integralmente o potencial de produtividade das cultivares comerciais, faz-se necessária a complementação com nutrientes, por meio da aplicação de fertilizantes de origem orgânica e/ou mineral (SCIVITTARO; PILLON, 2006). Os solos da região semi-árida geralmente apresentam baixos teores de matéria orgânica, por isso é imprescindível a incorporação de esterco e/ou compostos orgânicos. A incorporação destes materiais ao solo promove mudanças nas suas características físicas, químicas e biológicas, melhorando sua estrutura, aumentando a capacidade de retenção de água, a aeração e a fertilidade do solo (MALAVOLTA et al.,

1997). Conseqüentemente, a aplicação de materiais orgânicos no solo poderá promover um maior crescimento e desenvolvimento da cultura da mamoneira, como foi observado por Oliveira et al. (2009). Apesar destes benefícios elencados acima, vale salientar que o sucesso do uso dos materiais orgânicos em uma cultura dependerá, entre outros fatores, da qualidade e da quantidade do material que está sendo usado, visto que, a composição química dos esterco animais, por exemplo, pode variar com o tipo de animal e com o seu alimento. De acordo com Solto et al. (2005), em experimento avaliando a decomposição de diferentes tipos de esterco, aqueles de origem bovina e caprina foram os que apresentaram melhores resultados. Já a composição dos Compostos orgânicos irá depender do material orgânico que deu origem aos mesmos, por exemplo, diferentes tipos de lixo, restos de culturas, esterco, entre outros.

A matéria orgânica em decorrência da sua característica físicas (Contrações e subdivisões) e química (hidrófila) possui uma capacidade de reter água na proporção de 04 a 06 vezes o seu próprio peso MALAVOLTA. (1976). O acúmulo de matéria orgânica no solo encontra-se determinado por uma combinação de fatores e pela quantidade e tempo de sua decomposição, que por sua vez é regulada por fatores como a drenagem, a capacidade e tempo de sua decomposição, que por sua vez é regulada por fatores como a drenagem, a capacidade de retenção de água deste solo e sua cobertura vegetal (VIEIRA, 1975). A matéria orgânica na forma de húmus possui ação cimentante nas partículas do solo, o que propicia à estabilidade agregados.

Os materiais orgânicos podem ser usados como fontes de nutrientes e como condicionadores do solo, melhorando as suas características físicas e químicas, como aumento na capacidade de retenção de água, na aeração do solo, no pH e na capacidade de troca de cátions (CTC). Como fontes de nutrientes, os resíduos orgânicos podem apresentar quantidades expressivas de nitrogênio, de potássio e de fósforo, constituindo-se em alternativas para fornecer esses elementos para as mais diversas culturas (CAVALLARO JÚNIOR, 2006). Apesar destes benefícios, vale salientar que o sucesso do uso dos materiais orgânicos em uma cultura dependerá, entre outros fatores, da qualidade e da quantidade do material que está sendo usado, visto que, a composição química dos esterco animais, por exemplo, pode variar com o tipo de animal e com o seu alimento.

Matéria orgânica como o esterco bovino (SEVERINO et al., 2006a; VALE et al., 2006) e torta da mamona tem sido citados na literatura como fontes de nutrientes e condicionadores do solo para compor substratos e adubação da mamoneira (LIMA et al., 2006a; LIMA et al., 2006b; SEVERINO et al., 2006a). Contudo, Valdinei Sofiati et al., (2008) indicam que as recomendações de adubação para a mamoneira, mesmo quando se

aplica esterco bovino, que é uma fonte de esterco orgânico tradicional e muito utilizado na adubação de lavouras, não levam em consideração os nutrientes que são disponibilizados pelo esterco ou por qualquer outra fonte de matéria orgânica, por falta de estudos que determinam as dosagens adequadas para o crescimento e desenvolvimento das plantas e o conhecimento a priori da composição química e da taxa de mineralização desses resíduos. Isto poderá contribuir para minimizar os custos na compra de fertilizantes químicos que devem ser complementados para o sucesso de determinada atividade agrícola.

No Brasil, sabendo-se que o conteúdo de nutrientes nos resíduos orgânicos é importante, como amostrado na Tabela 2 há falta de tradição na reciclagem destes.

Tabela 2 – Conteúdo de nitrogênio total, P₂O₅ e K₂O de diferentes resíduos orgânicos

MATERIAIS ORGÂNICOS	Nitrogênio Total de matéria seca (%)	P ₂ O ₅ (% de matéria seca)	K ₂ O (% de matéria seca)
Fezes Humanas Frescas	10,4 -13, 1	2,7 – 5,1	2,1 – 3,5
Estrume Bovino Fresco	0,3 -1,9	0,1 – 0,7	2,1 – 3,5
Estrume de Suínos	4,0 -6,0	3 - 4	2,5 – 3,0
Estrume de Aves	6,0	5,0	2,7
Estrume de Aves	1 -11	0,5 – 2,8	1,1 - 11

Fonte: STRAUSS; BLUMENTHAL (1989).

Nos anos recentes, a aplicação de resíduos orgânicos na agricultura tem recebido atenção considerável pelo aumento crescente do requerimento de energia para produção de fertilizantes minerais e por causa dos custos e problemas ambientais associados com métodos alternativos de disposição de resíduos (CHAE; TABATABAI, 1996),

A torta de mamona é um importante sub-produto, a qual possui excelentes propriedades químicas para uso na agricultura, tem elevado teor de Nitrogênio e outros importantes nutrientes e seu principal uso é como adubo orgânico para as culturas de um modo geral (COSTA et al., 2007). Geralmente, a adubação utilizando a torta de mamona tem sido feitas com base nos resultados obtidos com outras fontes orgânicas, sendo necessários estudos que definam a melhor combinação entre esse produto para a adubação da mamoneira. Assim, para aumentar a eficiência da adubação com estas fontes orgânicas é necessária sua complementação com fertilizantes minerais, pois estes materiais apresentam limitações quanto a alguns nutrientes. O uso de torta de mamona de forma combinada poderá disponibilizar às plantas quantidades suficientes de nutrientes, dispensando o uso por completo de fertilizante mineral.

Para a cultivar BRS - Energia, lançada pela Embrapa Algodão no ano de 2007, nas condições de solo e clima da Região Nordeste, a sua adubação ainda não é conhecida sendo

necessários estudos para sua otimização em tal forma de maximizar o seu potencial produtivo (VALDINEI SOFIATTI et al., 2008).

Resultados de pesquisas indicam que a adubação da mamoneira com torta de mamona influencia positivamente o desenvolvimento das plantas (GUIMARAES et al., 2007; SEVERINO et al., 2004; NASCIMENTO et al., 2008; LIMA et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2008).

Mateus et al. (2009), trabalhando com híbridos da mamona (Íris; Savana; Guarani) no sistema de semeadura direta, e quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N), utilizando-se como fonte a uréia, verificaram diferença significativa de produção entre as cultivares, contudo, a adubação nitrogenada não influenciou os componentes de produção, bem como, a produtividade de grãos. Severino et al. (2004, 2006) com a cultivar BRS 149 Nordestina observaram que as doses de nitrogênio não influenciaram as características ligadas ao crescimento da planta. Pacheco et al. (2008) não constataram efeito significativo de doses crescentes de N (0 a 80 kg há⁻¹) na produtividade da mamoneira cultivar IAC 226. Ainda, Ribeiro et al. (2009) avaliando a influencia do nitrogênio na cultivar BRS Paraguaçu, mostraram que doses crescentes de N praticamente não tiveram efeito significativo sobre o crescimento, desenvolvimento e produção da mamoneira.

Por outro lado, Silva et al. (2007) trabalhando com o híbrido Sara em um Neossolo Quartzarênico, no Município de Campo Grande, MS, utilizando quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) encontraram com o nível 120 kg/ha⁻¹ o maior peso de matéria seca e altura de planta correspondentes a 6.995 kg ha⁻¹ e 96 cm, respectivamente, porém o maior valor de diâmetro caulinar foi 15 mm para a dosagem 60 kg ha⁻¹. Neste mesmo trabalho os autores constataram que, a utilização de 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura aumentou a produtividade sem alterar o teor de óleo das sementes. Albuquerque et al (2006) encontraram efeito significativo de doses crescentes de N (30, 60, 120, 140 e 480 kg há⁻¹) sobre a altura da planta dos 28 aos 56 dias após a emergência das sementes da cultivar BRS 149 Nordestina.

Ribeiro et al. (2009), avaliando a influência de doses crescentes de N (40; 80; 120; 160 e 200kg ha⁻¹) na cultivar BRS Paraguaçu, mostraram que estas só tiveram efeito significativo sobre a altura das plantas aos 80 DAP; nas outras épocas este efeito não foi significativo corroborando com outros trabalhos encontrados na literatura (FERREIRA et al., 2006; SEVERINO et al., 2004). Ao contrário, Albuquerque et al. (2006), encontraram efeito significativo de doses crescentes de N (30; 60; 120; 240 e 480 kg ha⁻¹) sobre a altura de plantas, dos 28 aos 56 dias após a emergência das sementes da cultivar BRS 149 Nordestina.

De acordo com esses autores, a altura máxima estimada, 45,1 cm, foi alcançada aos 56,7 dias com o uso de 291,2 kg N ha⁻¹.

3.6 COBERTURA DO SOLO

Nas últimas décadas houve aumento na adoção de sistemas conservacionistas de produção agrícola, os quais têm como principais características a redução do revolvimento do solo, aliado à manutenção de resíduos das culturas sobre a superfície do solo. A utilização de culturas de cobertura é uma prática importante na melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo. Seus múltiplos efeitos têm sido constatados na redução da erosão hídrica (AMABILE et al., 1994; FAVARETTO et al., 2000), manutenção ou acúmulo de matéria orgânica (BIEDERBECK et al., 1998; ALCÂNTERA et al., 2000), aumento da capacidade de troca de cátions e da reciclagem de nutrientes (STAMPFORD et al., 1994; NELSON & KING, 1996), auxilia no controle de nematóides (MOJTAHEDI et al., 1993) e de plantas daninhas.

Em semeadura direta, a rotação de culturas comerciais com espécies para cobertura vegetal do solo é importante para a implantação e a continuidade de sistemas produtivos sustentáveis, mediante eficiente reciclagem de nutrientes (BORKERT et al., 2003). Além de proteger o solo contra a erosão, a manutenção da cobertura vegetal reduz a infestação de plantas daninhas (VOLL et al., 1996; BRANDSAETER & NETLAND, 1999; CAAMAL MALDONADO et al., 2001; DERKSEN et al., 2002). Contudo, poucos estudos visam determinar os efeitos das culturas de cobertura sobre a supressão das plantas daninhas na lavoura, apesar de ser conhecido que resíduos de culturas de cobertura modificam as condições em que os diásporos de plantas daninhas germinam, a emergência dos mesmos é dificultada pela menor incidência de luz, menor amplitude térmica do solo entre o dia e a noite, liberação de alelo químico e pela barreira física imposta pela palha (ROSS et al., 2001; BORKERT et al., 2003).

Aumentos de produtividade parecem estar relacionados ao efeito da cobertura morta em reduzir a evaporação e aumentar a transpiração. Considerando o ciclo normal de uma cultura, observam-se aumentos quase que constantes na transpiração, e redução da mesma magnitude na evaporação, a uma dada evapotranspiração, no que diz respeito aos tratamentos com cobertura morta em relação ao solo nu. Entretanto, para o mesmo nível de irrigação, a

evapotranspiração será sempre menor nas parcelas com cobertura morta em relação ao solo nu, o que indica que nem toda a água economizada foi para a transpiração.

Segundo Lal et al. (1980), o controle da erosão do solo por cobertura morta é comprovado pela melhoria na sua estrutura, na infiltração de água, diminuição da dispersão e eliminação de crostas superficiais. Também afirma que a importância do resto de cultura na superfície do solo depende da quantidade, qualidade e taxa de decomposição. Constataram ainda que em área coberta com 6 t.ha^{-1} de mulch ocorreu perda de 1% de solo por "run-off" e que ao dobrar esta quantidade (12 t.ha^{-1}), esta perda provocado pelo "run-off" desapareceu.

Lombardi Neto et al. (1988), conduziram estudo para determinar o efeito da quantidade de resíduos culturais do milho nas perdas de solo e água e concluíram que as perdas são reduzidas com o aumento da quantidade de resíduos espalhados uniformemente sobre o solo. Neste trabalho 2.000 kg.ha^{-1} reduziram em 50 % às perdas de solo e em 40 % as perdas de água, enquanto que 8.000 kg.ha^{-1} foram suficientes para controlar em 90 % as perdas de solo e em 80 % as perdas de água. Seus resultados indicam, também, que existe uma relação exponencial entre as perdas de solo e água e a quantidade de resíduos em cobertura morta, bem como maior controle nas perdas de solo do que nas de água.

Bertoni et al. (1986), citando dados obtidos na Seção de Conservação do Solo do Instituto Agrônomo de Campinas, dizem que em culturas anuais, deixando-se resíduos vegetais como cobertura morta na superfície do solo, foi obtido um controle de 60 % nas perdas de solo e 65 % nas partes de água. Citam ainda outro resultado em que foram comparados os efeitos de três sistemas de manejo dos restos culturais do milho, sobre as perdas de terra e água, como médias de 1.300 mm de chuva e declives entre 8,5 e 12 % em que a palha da queimada elevou em 46 % as perdas de terra e em 38 % as de águas. Ao contrário, verificou-se que a palhada deixada na superfície reduziu as perdas de solo em 52 % e em 56 % as perdas de água. Palhadas e resíduos diversos provenientes da lavoura ou de agroindústrias (palha de café, bagaço de cana, etc), são materiais ricos em carbono e pobres em nitrogênio que podem ser usados como cobertura morta, protegendo o solo às intempéries, diminuindo o risco de erosão e contribuindo para elevar o teor de matéria orgânica do mesmo. Como quanto maior o teor de carbono e menor o de nitrogênio nos materiais, tanto mais difícil e vagarosa será a sua decomposição, os materiais com relação C:N mais elevada devem ter preferência nesta finalidade.

Desta forma, folhas, ramos, gramíneas, restos culturais e leguminosas arbustivas são boas fontes de nutrientes e matéria orgânica para os mais diversos tipos de cultivo, e podem ser utilizadas pelos produtores como forma de aumentar a produtividade, elevar a fertilidade

do solo e melhorar a qualidade do seu produto agrícola. Um grande número de mortes de plantas jovens em áreas de frutícolas do litoral e do semi-árido nordestino pode ser evitado apenas com a utilização correta da cobertura morta, uma vez que a grande incidência de mortes de fruteiras jovens na região é decorrente, em parte, da baixa umidade e da elevada temperatura do solo superficial da região e do baixo teor de matéria orgânica; logo, o material usado como cobertura morta, permitirá que o cultivo, principalmente em fruteiras, cresça mais rapidamente, com maior uniformidade e precocidade.

Apesar dos grandes benefícios que a cobertura morta gera para as áreas em cultivo, essa prática é de difícil utilização em regiões de mão-de-obra escassa, por requerer espalhamento manual. Na Tabela 3 são apresentados alguns teores de nutrientes em resíduos vegetais e adubos orgânicos (com base na matéria seca), sentados por EMBRAPA - CNPAT (1994), Kiehl (1985) e Orlando Filho et. al (1983).

Tabela 3 – Composição nutricional (NPK) de diversas fontes de matéria morta

Material vegetal utilizado na cobertura morta	Nutrientes		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	%		
Palha de carnaubeira verde	1,86	0,48	0,69
Palha de carnaubeira curtida	2,24	0,55	0,82
Palha de milho	0,48	0,36	1,64
Palha de arroz	0,78	0,58	0,41
Esterco			

Em semeadura direta, a rotação de culturas comerciais com espécies utilizadas para cobertura vegetal do solo é importante para a implantação e a continuidade de sistemas produtivos sustentáveis, mediante eficiente reciclagem de nutrientes (BORKERT et al., 2003) e o controle das plantas daninhas. Poucos estudos visam determinar os efeitos das culturas de cobertura morta sobre a supressão das plantas daninhas na lavoura (ROSS et al., 2001; BORKERT et al., 2003). Segundo Guerra (2007), aumentos de produtividade parecem estar relacionados ao efeito da cobertura morta em reduzir a evaporação da água do solo e aumentar a transpiração. Considerando o ciclo normal de uma cultura, observam-se aumentos quase que constantes na transpiração, e redução da mesma magnitude na evaporação, a uma dada evapotranspiração, no que diz respeito aos tratamentos com cobertura morta em relação ao solo nu. Observa-se que para o mesmo nível de irrigação, a evapotranspiração sempre é menor nas parcelas com cobertura morta em relação ao solo nu, o que indica que nem toda a água economizada foi para a transpiração.

O aumento da percentagem de cobertura da superfície proporciona significativa redução nas perdas de solo, enquanto as perdas de água são mais afetadas pela forma de manejo do resíduo cultural do que pela percentagem de cobertura morta (CARVALHO et. al., 1990). Assim é necessário melhorar esta eficiência com a utilização de outras técnicas que determinem maior infiltração da água no perfil do solo (ELTZ et al., 1984).

Stone e Moreira (2000) estudando o efeito de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro, concluíram que o sistema de plantio direto, com adequada cobertura morta, propiciou maior economia de água em comparação aos demais sistemas de preparo do solo.

Utilizando diferentes tipos de cobertura morta (palha de vagens de caupi, palha de carnaúba, raspa de madeira, palha de milho, palha de sorgo e palha de capim elefante e a testemunha sem cobertura), no cultivo de pimentão, Queiroga et al. (2002) constataram que o diâmetro de frutos, número de frutos por planta, peso de frutos e a produção foram afetados pela cobertura morta, tendo a palha de carnaúba se mostrado superior às demais coberturas mortas. O comprimento do fruto não foi afetado pelas coberturas mortas avaliadas.

3.7 CONTEXTUALIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO DA MAMONA

No decorrer da história do agronegócio brasileiro, esse setor vem desenvolvendo um papel muito importante no cenário sócio-econômico do país, apresentando ofertas importantes através da produtividade. O agronegócio é o conjunto das atividades relacionadas envolvendo a produção de insumos, processamento, distribuição e comércio de produtos agropecuários *in natura* ou processados. (FARINA et al., ZYLBERGSZTAJN et al., BATALHA, 2001). No Brasil é responsável por cerca de 1/3 do PIB – Produto Interno Bruto do Brasil, empregando 37% da mão de obra e sendo responsável por 42% das exportações. É o setor mais importante da economia contingencial. (COMERCIO EXTERIOR, 2007). Hoje, o país figura-se como o terceiro produtor mundial de mamona (160 mil hectares) plantados, ficando atrás apenas da China (200 mil hectares) e da Índia (840 mil hectares). Entre os Estados brasileiros, a Bahia responde pelo maior produção nacional (GOVERNO DA BAHIA, 2008).

O mercado mundial de biocombustíveis, em especial de biodiesel, a cultura da mamona se mostra em franca expansão tendo em vista vários fatores como: o esgotamento das reservas de petróleo, a redução de emissões de gases que favorecem o efeito estufa, a compatibilidade com infraestrutura de combustíveis existente, o estímulo aos mercados

agrícolas e a redução da pobreza nas áreas rurais através da oferta de empregos, ou seja, contribui diretamente com a redução do êxodo rural e, principalmente, se produzido em larga escala e com uso de tecnologias, o custo de produção pode ser mais competitivo do que os derivados de petróleo (VII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – 2010).

O Governo Federal, no ano de 2004 direciona suas ações buscando reduzir a dependência brasileira de petróleo através do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). Este Programa tem por objetivo estimular a produção de biodiesel a partir de diversas fontes oleaginosas e em regiões diversas do território nacional, de forma sustentável e promovendo a inclusão social, além de garantir preços competitivos, qualidade e suprimento; sua concepção está baseada em uma base tecnológica que sustenta três visões: ambiental, social e mercadológica. (IBICT, 2006). A introdução do biodiesel na matriz energética brasileira foi estabelecida pela Lei 11.097 de janeiro de 2005, que determina a adição voluntária de 2% de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final até 2007; já a partir de 2008, essa adição de 2% será obrigatória. A mistura de 5% de biodiesel ao óleo diesel será voluntária no período de 2008 até 2012, passando a ser compulsória a partir de 2013. A possibilidade da adição voluntária para 5% de biodiesel representa uma possível demanda futura em curto prazo, portanto, deve-se pensar em mecanismos que possam suprir essa necessidade de modo que os interesses nacionais não fiquem ao acaso. Sabe-se que o Brasil tem potencial para aprimorar a cadeia produtiva da mamona, e em especial a região Nordeste (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2008).

Na região nordeste, as características desta são bem heterogêneas, a região combina estruturas muito distintas nos diferentes estados. Nas áreas de sertão, observa-se em geral, regiões pobres, cujos períodos secos têm grande impacto sobre a produção. Os estados do nordeste, que ostentam expressivas participações da agricultura familiar nos agronegócios totais, apresentam grandes níveis de desigualdade. (SANTOS, 2008).

De acordo com o IBGE, a produtividade da mamona vem crescendo ao longo dos anos. A produção de cereais, leguminosas e oleaginosas - comparação entre as safras 2007 e 2008 – Brasil, a mamona obteve uma variação positiva de 40,5%, correspondente a uma variação positiva de área 3,6% quando comparada com as safras 2007 e 2008 – Brasil. No entanto, uma informação que chama atenção é o rendimento médio que corresponde a uma variação positiva de 35,6% quando comparada com as safras 2007 e 2008 – Brasil (IBGE, 2008).

Para a safra nacional de cereais 2010, as leguminosas e oleaginosas deve somar 143,4 milhões de toneladas, 7,2% maior que a obtida em 2009 (133,8 milhões de toneladas) e 1,9% acima do 3º prognóstico, de dezembro (140,7 milhões de toneladas). É o que aponta a primeira estimativa do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, de janeiro, onde a área a ser colhida é de 48,1 milhões de hectares, apresentando acréscimo de 2,1% em relação a 2009, que foi de 47,2 milhões de hectares. Já para a safra esperada para 2010 tem a seguinte distribuição regional: Região Sul, 59,4 milhões de toneladas (+13,3%); Centro-Oeste, 49,8 milhões de toneladas (+2,1%); Sudeste, 16,5 milhões de toneladas (+2,1%); Nordeste, 13,9 milhões de toneladas (+19,3 %) e Norte, 3,9 milhões de toneladas (+1,7%). Na primeira avaliação para 2010, o Paraná retoma a posição de maior produtor nacional de grãos, superando o Mato Grosso em 0,6 pontos percentuais (LSPA, 2010).

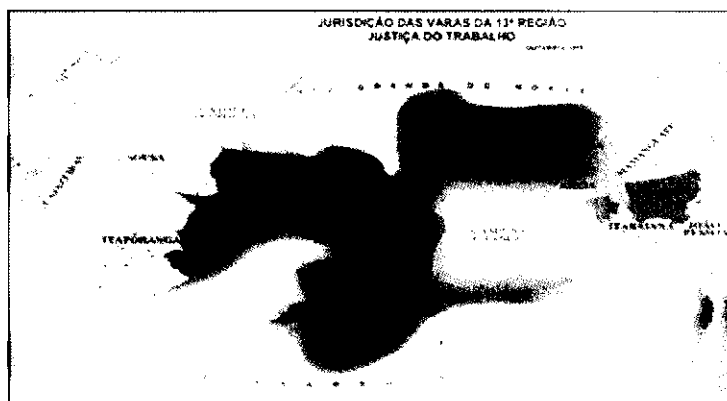
Diante da evolução que a atividade da mamoneira vem sofrendo, tendo em vista os valores registrados no CENSO para a produção e produtividade da mamona. Pode-se justificar a grande contribuição que o estudo em questão trará para esta cultura de grande respaldo econômico no Brasil, incrementando mais informações técnicas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido numa casa de vegetação pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande, PB, de Abril de 2009 à Setembro 2009 em. Campina Grande está situada na mesorregião do Agreste Paraibano, zona oriental e trecho mais escapado do planalto da Serra da Borborema (Figura 3). Apresenta relevo fortemente ondulado, com curvas de nível variando entre 500 m e 600m acima do nível do mar. As coordenadas geográficas são de latitude 7°12'53" S, longitude 35° 54'24" W e altitude média 519m. A Figura 3 apresenta a localização da cidade de Campina Grande, PB.

Figura 3 – Localização da cidade de Campina Grande, PB



De acordo com a classificação climática de Koeppen, o clima da região é caracterizado como clima tropical chuvoso (megatérmico) com total anual médio de chuva (P) em torno de 750mm, e temperatura do ar mensal, em todos os meses, superior a 18°C, em que a estação seca se translada da primavera para o verão.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

O solo utilizado no experimento foi proveniente do município de Lagoa Seca - PB, classificado como Neossolo Regolítico (EMBRAPA), de baixa fertilidade, textura areia franca o qual foi levado ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG para após de seco ao ar e

peneirado em malha de 2 mm de abertura foi caracterizado quanto aos aspectos químicos e físicos conforme metodologia recomendada pela EMBRAPA (1997).

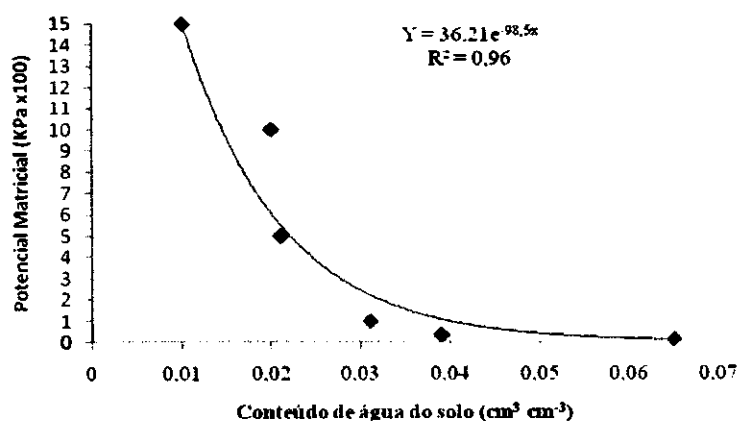
4.2.1 Características físicas hídricas do solo

Tabela 4 – Características físicas hídricas do solo

CARACTERÍSTICA	VALOR
Areia (g/kg)	752,8
Silte (g/ kg)	70,9
Argila (g/kg)	176,3
Classificação textural (USDA)	Franco Arenoso
Densidade	1,46
Densidade das Partículas	2,61
Porosidade (%)	44,06
Capacidade de campo (% base solo seco)	5,91
Ponto de Murcha Permanente (% base solo seco)	1,54

A curva de retenção de água para o solo utilizado foi confeccionada a partir de determinações realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Departamento de Engenharia Agrícola da UFCG, através do extrator de Richards, obtendo-se o conteúdo volumétrico θ ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) com relação às tensões pré-estabelecidas em cm de H_2O , para 100, 330, 1000, 5000, 10.000 e 15.000 cm de H_2O ; em seguida, a curva em evidência foi construída e ajustada de acordo com a metodologia proposta por van Genuchten (LIBARDI, 2000), processada e apresentada através do software SWRC (Soil Water Retention Curve versão Beta 3.0), que emprega o método iterativo de Newton – Rapshson (Figura 4).

Figura 4 – Curva de retenção de água do solo



4.2.2 Características químicas do solo

A caracterização química do solo (tabela 5) foi feita de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997), e realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

Tabela 5 – Características químicas do solo após a correção do pH.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Cálcio (cmol _c /kg)	1,04
Magnésio (cmol _c /kg)	1,67
Sódio (cmol _c /kg)	0,08
Potássio (cmol _c /kg)	0,09
Soma de bases (cmol _c /kg)	2,88
Hidrogênio (cmol _c /kg)	0,0
Alumínio (cmol _c /kg)	0,0
Matéria orgânica (g/kg)	8,9
Nitrogênio (%)	0,05
Fósforo assimilável (mg/dm ³)	2,9
pH	7,02
Condutividade Elétrica (mmhos/cm)	0,12

Devido ao solo ser ligeiramente ácido (pH = 4,8) e inadequado para o crescimento da mamona este teve que ser corrigido. Para isto utilizou-se Carbonato de Cálcio como corretivo baseado na análise do solo e a quantidade de aplicação foi determinada, de acordo com a metodologia proposta por Ribeiro et al. (1999), ficando incubado por um período de 30 dias para obter sua neutralização.

4.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

A caracterização Físico-Química da água (tabela 6) foi realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Tabela 6 – Características físico-químicas da água de irrigação

CARACTERÍSTICA	VALOR
Cálcio (mg L ⁻¹)	20
Magnésio (mg L ⁻¹)	15,8
Sódio (mg L ⁻¹)	35,7
Potássio (mg L ⁻¹)	5,47
Cobre (mg L ⁻¹)	Ausente
Zinco (mg L ⁻¹)	Ausente
Ferro (mg L ⁻¹)	Ausente
Manganês (mg L ⁻¹)	Ausente
Nitrogênio totais(mg L ⁻¹)	Ausente
P-Total (mg L ⁻¹)	Ausente
pH	6,9
Condutividade Elétrica (dS.m ⁻¹)	0,34

4.4 CONTEÚDO DE NITROGÊNIO DA TORTA DE MAMONA E DO ESTERCO BOVINO

Determinado no Laboratório da Embrapa - Algodão, Campina Grande – PB.

Tabela 7 – Conteúdo de nitrogênio da torta de mamona e do esterco de boi.

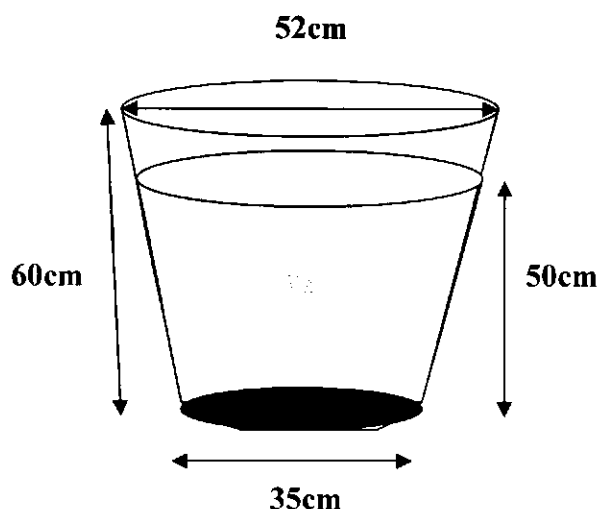
MATERIAL ORGÂNICO	NITROGÊNIO
Esterco bovino	0,75%
Torta de mamona	4,60 %

4.5 CULTIVAR DA MAMONEIRA

A espécie utilizada foi mamona (*Ricinus communis*), cultivar BRS Energia considerada precoce, com ciclo médio de 120 dias e porte baixo apresentando altura de 1,4 m (o que facilita a colheita), caule de coloração verde com serosidade, com racemo oval, frutos semi-deiscentes e sementes de coloração variada. Floresce aos 45 dias, o peso médio de 100 sementes é de 71 g, com uma produção de cerca de 1.500 kg/ha no sequeiro e um potencial produtivo em torno de 3.000 kg/ha.

4.6 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O material genético (sementes) foi fornecido pela EMBRAPA - Campina Grande. Após a correção o solo foi adubado de acordo com as recomendações de NOVAIS et. al (1991). Posteriormente o solo foi colocado em recipientes de plástico PVC, de 120 litros com 52 cm de diâmetro na parte superior, 35 cm na base e 60cm de altura (Figura 3.3). Em cada um destes foram colocados 100 kg de solo até a profundidade de 50cm e instalado um tensiômetro com manômetro de Hg com o objetivo de monitorar o conteúdo de água do solo. Os tensiômetros foram construídos no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UAEAg, com cápsulas porosas fabricadas pela Soil Moisture Equipments, com sede em Santa Barbara, Califórnia e instalados a 25 cm de profundidade da superfície do solo. Inicialmente aplicou-se uma irrigação intensa em todos os vasos visando deixar o solo próximo a capacidade de campo.

Figura 5 – Medidas do recipiente de plástico utilizado

A semeadura foi realizada a uma profundidade de 2,0cm, colocando-se 5 sementes em cada vaso. Após a germinação e completa expansão do primeiro par de folhas (cotilédones) efetuou-se o desbaste das plantas, deixando-se apenas uma planta por vaso. Todas as plantas receberam adubação mineral de Fósforo e Potássio aplicados respectivamente 90-60 Kg/ha, em fundação. Aplicaram-se seguintes fontes minerais: Super fosfato simples (22% P_2O_5) e Cloreto de potássio (60% K_2O). Foram utilizados quatro tratamentos de nitrogênio em fundação: 200, 400; 600 e 800 distribuídos homogeneamente em vasos de PVC de acordo com a quantidade de solo 100kg /vaso na forma de esterco bovino e torta de mamona. Em seguida foi colocada cobertura morta (maravalha de angico) de acordo também com os tratamentos utilizados.

O ciclo de crescimento foi do 1º de Maio de 2009 a 18 de Setembro de 2009, 150 dias após a semeadura.

4.7 DELINEAMENTO DO EXPERIMENTO

O experimento foi submetido a dois fatores de variabilidade e quatro tratamentos adicionais, sendo estes:

Fator 1. Duas fontes de adubo orgânico aplicados em solos sem cobertura (SC): esterco bovino e TM – torta de mamona;

Fator 2. Quatro doses de nitrogênio via adubação orgânica em solos sem cobertura (SC): ($D_1 = 200$, $D_2 = 400$, $D_3 = 600$ e $D_4 = 800$ kg N ha⁻¹).

Adicionais. Duas fontes de adubo orgânico (EB e TM) em duas doses (D_1 e D_3) de fertilização de nitrogênio via adubação orgânica aplicados em solos com cobertura (CC).

No experimento utilizou-se o delineamento estatístico em blocos ao acaso analisado em esquema fatorial com tratamentos adicionais do tipo $2 \times 4 + 4$ com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais.

Para se conseguir as doses de fertilização de nitrogênio via adubação orgânica, foi levado em consideração o percentual de nitrogênio existente em cada fonte de adubo orgânico e as quantidades de adubos por vaso para se obter as doses utilizadas (200, 400, 600 e 800 kg ha^{-1}) sendo:

Esterco bovino – D_1	= 200 kg de N ha^{-1} equivalendo a 0,90 kg de esterco por vaso
Esterco bovino – D_2	= 400 kg de N ha^{-1} equivalendo a 1,80 kg de esterco por vaso
Esterco bovino – D_3	= 600 kg de N ha^{-1} equivalendo a 2,70 kg de esterco por vaso
Esterco bovino – D_4	= 800 kg de N ha^{-1} equivalendo a 3,60 kg de esterco por vaso
Torta de mamona – D_1	= 200 kg de N ha^{-1} equivalendo a 0,15 kg de torta por vaso
Torta de mamona – D_2	= 400 kg de N ha^{-1} equivalendo a 0,30 kg de torta por vaso
Torta de mamona – D_3	= 600 kg de N ha^{-1} equivalendo a 0,45 kg de torta por vaso
Torta de mamona – D_4	= 800 kg de N ha^{-1} equivalendo a 0,60 kg de torta por vaso





































O esquema da análise de Variância é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Causas de variação e graus de liberdade na análise de variância

Fonte de Variação	GL
Fontes de nitrogênio (F)	1
Doses de nitrogênio (N)	3
Doses de nitrogênio (N) × Fontes de nitrogênio (F)	3
Fatorial us. adicional	1
Entre adicionais	3
Tratamentos	11
Bloco	2
Erro	22

O Croqui do experimento é mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Croqui do Experimento

BLOCO1	BLOCO2	BLOCO3
DA ₂ TA ₂ D 	DA ₃ TA ₁ C 	DA ₁ TA ₁ D 
DA ₁ TA ₂ C 	DA ₁ TA ₂ D 	DA ₃ TA ₂ D 
DA ₄ TA ₂ D 	DA ₃ TA ₁ D 	DA ₁ TA ₁ C 
DA ₁ TA ₁ C 	DA ₁ TA ₂ C 	DA ₃ TA ₂ C 
DA ₃ TA ₁ D 	DA ₄ TA ₁ D 	DA ₄ TA ₂ D 
DA ₄ TA ₁ D 	DA ₂ TA ₁ D 	DA ₄ TA ₁ D 
DA ₃ TA ₂ D 	DA ₁ TA ₁ C 	DA ₁ TA ₂ D 
DA ₃ TA ₁ C 	DA ₁ TA ₁ D 	DA ₂ TA ₁ D 
DA ₁ TA ₁ D 	DA ₃ TA ₂ C 	DA ₁ TA ₂ C 
DA ₃ TA ₂ C 	DA ₂ TA ₂ D 	DA ₂ TA ₂ D 
DA ₁ TA ₂ D 	DA ₄ TA ₂ D 	DA ₃ TA ₁ C 
DA ₂ TA ₁ D 	DA ₃ TA ₂ D 	DA ₃ TA ₁ D 

Legenda:

DA₁= 200 kg/ha; DA₂= 400 Kg/ha; DA₃= 600 Kg/ha; DA₄= 800 Kg/ha

TA₁ = Torta de mamona; TA₂ = Esterco Bovino

C = Com cobertura; D = Sem cobertura

Os contrastes entre as médias foram avaliados pelo teste “F” (até 5% de probabilidade). Os graus de liberdade dos tratamentos com interações significativas foram decompostos em componentes de regressão polinomial quando tratar se de fator quantitativo, adotando-se para a construção das curvas o maior grau de regressão significativo (FERREIRA, 2000). Entretanto, quando tratar se de fator qualitativo foram realizados desdobramento de um fator em função do outro e será aplicado o teste de Scheffé (5% de probabilidade).

4.8 CONTROLE DE PRAGAS E ERVAS DANINHA

No decorrer do período experimental foi constatada a presença de algumas pragas, as quais foram controladas mediante pulverizações periódicas. Foi verificado ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*) controlado através de 6 pulverizações com Vertimec 18 CE (Concentração para emulsão (EC) 18 $g\ l^{-1}$ ou 1,9% (p/p) de abamectina) durante 8 semanas (uma pulverização para o intervalo de duas semanas) na proporção de diluição de 16 ml de acaricida para 200 ml de água, com auxílio de um pulverizador costal.

Durante todo o experimento realizou-se a remoção do excesso de folhas adventícias não funcionais das plantas, sempre no início do aparecimento dessas, objetivando melhoria na produção das plantas.

4.9 TRATOS FITOSSANITÁRIOS

Foram feitas pulverizações, quando necessário, entre o crescimento a inflorescência e a formação de frutos para o controle das pragas e doenças que apareceram, entre elas, o ácaro - vermelho (*Tetranychus ludeni*), com aplicação de Vertimec, combate a infestação de mosca branca (*Bemisia tabaci* spp), através de aplicação de Confidor e mofo cinzento (*Botrytis ricini*), com aplicação de fungicida Carbendazim. Foram feitas todas as medidas culturais indicadas para o controle e a rotação dos agroquímicos (inseticidas, acaricidas), objetivando-se evitar o surgimento de resistência (CARVALHO, 2005).

4.10 VARIÁVEIS ANALISADAS

As variáveis estudadas foram medidas a cada 20 dias durante os dois ciclos da mamoneira.

4.10.1 Altura da planta (AP) e taxa de crescimento absoluto (TCAP)

A altura da planta foi medida do colo a base da folha mais nova aos 20, 40, 60, 80, 100, 120 e 140 após o desbaste final. A medição foi feita com uma regra graduada, desde o colo da planta até o início do broto terminal do ramo principal.

A taxa de crescimento absoluto da altura da planta foi calculada a partir dos valores obtidos das leituras realizadas durante todo o ciclo, de acordo com equação seguinte:

$$\text{TCAP} = (A_2 - A_1) / (T_2 - T_1) \text{ (cm/dia)}$$

Em que:

A_1 – altura da planta no tempo T_1 (cm)

A_2 – altura da planta no tempo T_2 (cm)

4.10.2 Diâmetro do caule (DC) e taxa de crescimento absoluto (TCADC)

As medições realizadas com relação ao diâmetro do caule foram feitas através de paquímetro analógico, com leituras efetuadas na região do colo de cada planta, nos mesmos períodos estabelecidos para leituras da altura das plantas.

A taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule (TCADC) foi calculada a partir dos valores obtidos das leituras realizadas durante todo o ciclo, de acordo com equação seguinte:

$$\text{TCADC} = (DC_2 - DC_1) / (T_2 - T_1) \text{ (cm/dia)}$$

Em que:

DC_1 – Diâmetro do caule no tempo T_1 (cm)

DC_2 – Diâmetro do caule no tempo T_2 (cm)

4.10.3 Área foliar

A área de cada folha foi determinada considerando-se as folhas que apresentavam comprimento mínimo de 3,5cm, de acordo com a metodologia de Wendt (1967), cuja fórmula é descrita a seguir:

$$\text{Log (y) = 0,346 + [2,152 * Log (x)]}.$$

Em que:

y = área foliar em cm²

x = Comprimento da nervura central da folha em (cm).

A área foliar total correspondeu a somatória das áreas foliares de cada uma das folhas medidas.

4.10.4 Fitomassa Total da Parte Aérea (FTA)

Toda a parte área (caule, folhas, ramos e racemos) foi acondicionada em sacos de papel devidamente identificados, secadas em estufas com ventilação forçada a temperatura de 60 °C até peso constante e pesadas em balança digital com precisão de 0,01 g. A fitomassa total correspondeu a somatória da fitomassa de cada uma das partes da planta.

4.10.5 Produção de frutos e sementes

Os primeiros frutos foram colhidos aos 81 DAS, estendendo-se a colheita até 180, computando-se todo fruto produzindo até o último cacho maduro antes do corte das plantas.

Após cada coleta ao longo do ciclo produtivo da cultura os frutos iam sendo colocados em estufa de circulação de ar forçado a 60⁰C até apresentarem peso constante; posteriormente abertos, procedeu-se a contagem e pesagem em uma balança de precisão das sementes de cada tratamento.

Computaram-se todos os frutos produzidos ao longo do ciclo produtivo da mamona. O peso do grão foi obtido após colher todas as bagas, secadas em estufa com temperatura de 60⁰C e após esse procedimento procedeu-se à pesagem em uma balança de precisão de 0,01g onde se obtiveram separadamente o peso das sementes e da casca.

Todos os frutos produzidos foram Computados após cada coleta ao longo do ciclo produtivo da mamona variedade BRS – Energia os frutos foram colocados em estufas com circulação de ar forçada, a 60⁰C até apresentarem peso constante; posteriormente, procedeu-se à passagem em uma balança de precisão onde se obtiveram todos os valores de todos os frutos coletados.

4.10.6 Teor de óleo das sementes

O teor de óleo nas sementes foi determinado através da técnica de ressonância magnética Nuclear (RMN), utilizando-se um espectrômetro da marca Oxford 4000 de onda continua para análise quantitativa, com base na emissão de corrente de radio freqüência de 250mA, para um volume de amostra de 40 cm³ e um tempo de irrigação de 20 segundos .

De acordo com a metodologia proposta pela Oxford Instruments (1995), o equipamento foi previamente aquecido a fim de estabilizar o sistema, iniciando-se a operacionalização do mesmo com registro do ano, mês dia, hora e minuto, de acordo com as instruções apresentadas no display; inseriu-se a amostra do óleo padrão, a qual foi retirada logo em seguida; na etapa seguinte, colocou-se o material a ser analisado, no caso a mamona. Inseriu-se novamente a amostra do óleo padrão, pesando-se em seguida a massa (neste caso farinha), digitando no teclado do equipamento o valor desta massa que passou a ser identificada como 12A. prosseguindo-se, inseriu-se o tubo com massa no local indicado no próprio corpo do equipamento, passando-se a responder através da digitação de informações, a cada passo, às perguntas feitas no visor digital. Introduziu-se a partir deste momento a massa 12B (neste caso as próprias sementes de mamona) informando-se através de nova digitação que a mesma foi inserida; desta forma, os dados foram sendo processados para cada amostra e os resultados originais e impressos pelo próprio equipamento.

As determinações do teor de óleo nas sementes, foram realizadas nas dependências dos Laboratórios da EMBRAPA- CNPA em Campina Grande, no período de Agosto 2008 a setembro de 2010.

4.10.7 Consumo e Eficiência do uso da água de irrigação

Calcularam-se diariamente as quantidades de água em volume aplicadas as plantas em função das leituras realizadas através de tensiômetros que durante todo o ciclo apresentou funcionamento normal sendo processada a partir de uma planilha eletrônica através da qual se

obtinha o volume necessário para manter o solo a capacidade de campo (CC). O consumo total de água pela mamona foi obtido pela somatória dos volumes de água utilizados diariamente. A eficiência do consumo foi determinada pela relação entre o peso das sementes e o volume de água consumido em cada tratamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ALTURA DA PLANTA

Observa-se na Tabela 9 que, com exceção da última medição aos 135 dias, as doses de adubo não influenciaram a altura da planta. A altura da planta aos 135 dias variou significativamente com as doses de adubo, não obstante não foi observada uma tendência certa, como pode ser confirmado ao analisar as médias da altura para as doses estudadas aos 135 dias, assim a regressão não é apresentada. Estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados na bibliografia como, por exemplo, no trabalho realizado por Severino et al., (2004) com a cultivar BRS 149 Nordestina. Segundo Severino et al. (2005), a mamoneira cultivar BRS Nordestina adubada quimicamente ($50-60-40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O} + \text{calagem} + \text{micronutrientes}$) apresenta um ganho de 114 % na produtividade em relação à parcela não adubada. Ainda segundo os autores, o nitrogênio é o único nutriente que aumenta a produtividade com o acréscimo da sua dosagem.

Silva et al. (2007) trabalhando com mamona e diferentes doses de nitrogênio indica que a altura de plantas foi influenciada significativamente pelas doses de N nitrogênio ajustando se a uma relação quadrática. Esse elemento faz parte de aminoácidos e proteínas e sua deficiência retarda o crescimento da planta (Epstein e Bloom, 2006).

Já a fonte de adubo influenciou significativamente esta. Analisando a Figura 7 se observa que a torta de mamona foi o adubo orgânico que produziu a maior altura de planta comparada com o esterco de gado. Assim, no final do experimento a mamona fertilizada com torta de mamona teve uma altura de 149,42, significativamente diferente de aquela obtida quando a mamona foi fertilizada com esterco de gado (111,25 cm). Considerando que o suprimento de nitrogênio para adubação foi unicamente através de fertilizantes orgânicos, os resultados obtidos parecem indicar que o grau de disponibilidade de nitrogênio para a mamona é superior com a torta de mamona em comparação com esterco de gado. Valdinei Sofiati et al., (2008) indicam que as recomendações de adubação para a mamoneira com fertilizantes orgânicos levam em consideração os nutrientes que são disponibilizados, por falta de estudos que determinem as dosagens adequadas para o crescimento e desenvolvimento da mamoneira e o conhecimento a priori da composição química e da taxa de como ocorre a mineralização desses resíduos.

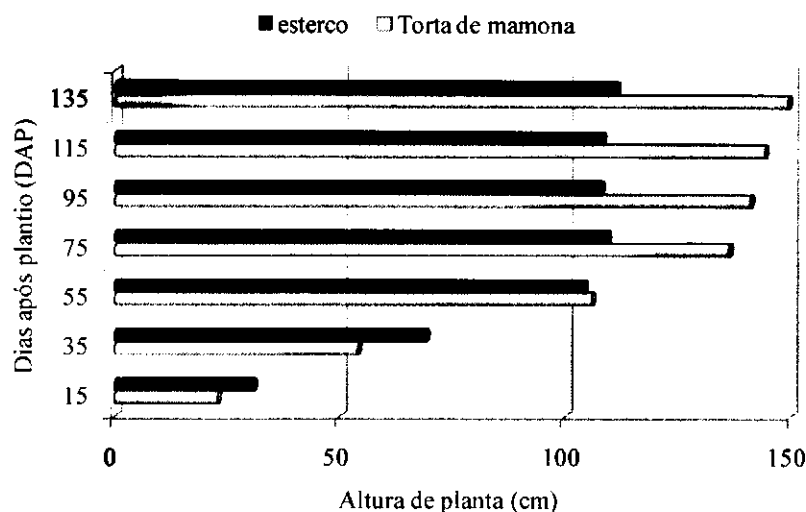
No efeito significativo da cobertura do solo foi encontrado para altura das plantas. Tampouco foi encontrada nenhuma interação entre os três fatores estudados: doses de nitrogênio, fonte de nitrogênio e cobertura do solo.

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para a altura da mamona aos 15, 35, 55, 75, 95, 115 e 135 dias após plantio (DAP), adubada com diferentes doses e fontes de adubos com e sem cobertura do solo.

Causa de Variação	GL	Quadrados médios						
		15 DAP	35 DAP	55 DAP	75 DAP	95 DAP	115 DAP	135 DAP
Dose de Adubo (DA)	3	14,11ns	80,50ns	363,78ns	1086,11ns	1086,15ns	1391,37ns	1492,67**
Fonte de Adubo (FA)	1	384,00**	1350,00**	16,67*	4374,00**	6633,38**	7812,04**	8740,17**
Inter. DA x FA	3	13,00ns	77,00ns	429,33ns	701,44ns	346,82ns	383,26ns	395,72ns
Fatores vs Adicionais	1	35,04ns	88,17ns	0,37ns	30,37ns	112,67ns	468,17ns	459,37ns
Entre Adicionais	1	0,08ns	5,33ns	36,75ns	5,33**	140,08ns	1200,00ns	884,08ns
Entre Tratamentos	11	69,57ns	296,72ns	254,73ns	1133,39**	1340,84**	2083,54**	2300,39**
Bloco	2	10,67ns	26,54ns	245,37ns	470,29ns	626,38ns	429,54ns	311,29ns
Resíduo	14	30,19	140,59	315,95	402,58	468,76	409,49	344,1
CV		20,48	19,31	16,93	16,33	17,41	16,03	14,23
		Médias (cm)						
Dose de Adubo								
200		27,00	61,17	97,17	109,83	109,33	108,83	113,17
400		28,83	66,67	115,50	138,00	139,17	140,67	148,17
600		26,33	59,17	101,83	113,33	117,50	118,17	121,83
800		25,17	58,67	105,50	130,17	131,50	137,17	138,17
Fontes Adubo								
Mamona		22,83b	53,92b	105,83a	136,33a	141,00a	144,25a	149,42a
Esterco		30,83a	68,92a	104,17b	109,33b	107,75b	108,17b	111,25b

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade.

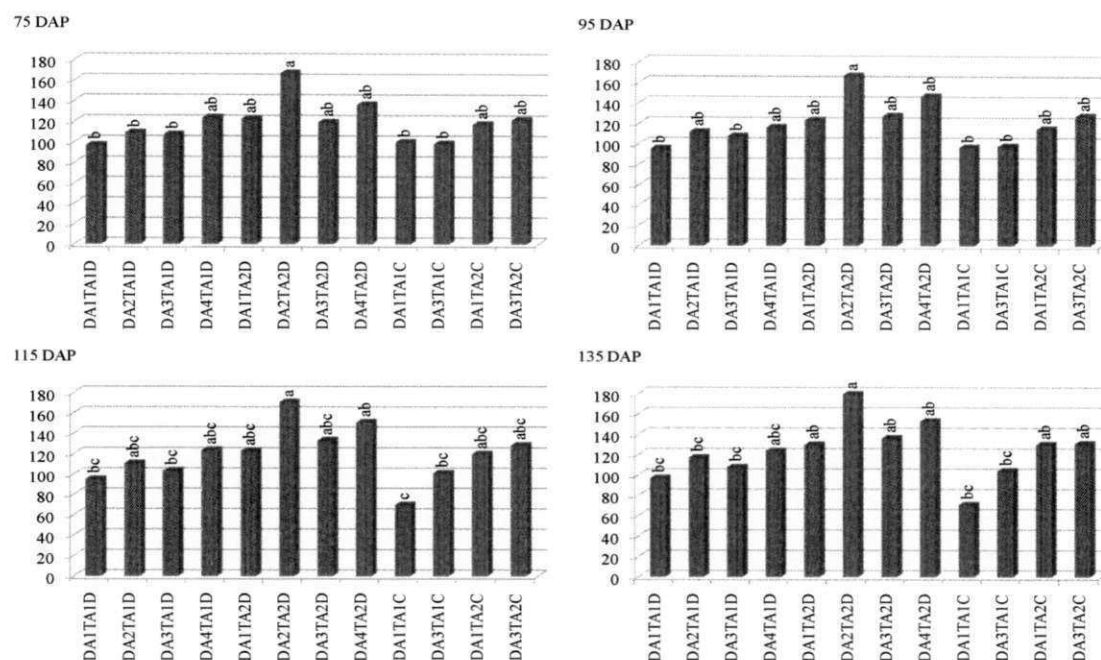
Figura 7 – Altura da planta da mamoneira submetida a diferentes fontes de adubos aos 15, 35, 55, 75, 95, 115 e 135 dias após plantio (DAP)



A Figura 7 permite observar que até os 55 dias após o plantio o esterco de bovino produziu plantas com maior altura que quando adubado com torta de mamona. Após os 50 dias o crescimento da planta foi significativamente maior quando se utilizou torta de mamona como fertilizante. Este fato poderia ser explicado devido a que inicialmente, a planta precisa do pouco nitrogênio o qual pode ser facilmente suprido pelo esterco. No entanto após 55 dias as necessidades provavelmente foram maiores e a torta de mamona teve maiores condições de fornecer este. Tem sido observado que a mineralização da torta de mamona é muito mais rápida que a do esterco bovino, o que permite que a liberação de nutrientes seja mais rápida embora não tanto como a dos fertilizantes químicos. Esta rápida decomposição ocorre devido aos altos teores de nitrogênio, fósforo e potássio presentes na torta, além da planta ter condições ótimas para a atividade microbiana: alta umidade, boa aeração e temperatura em torno de 28°C (Severino et al., 2004).

Mediante o exposto, pode-se dizer que a partir dos 75 DAP ao usar uma dose de 400 kg N ha⁻¹ de torta de mamona em solo sem cobertura é o tratamento que possuiu a maior altura de planta, isso também pode ser visto na Figura 8, onde mostra o efeito significativo entre os tratamentos aos 75, 95, 115 e 135 DAP.

Figura 8 – Altura de planta da mamoneira aos 75, 95, 115 e 135 dias após plantio (DAP) submetido a diferentes tipos de tratamentos



*DA1, DA2, DA3, DA4 é a dose de adubo de 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹, respectivamente; TA1 e TA2 é o tipo de adubo de esterco e torta de mamona, respectivamente; D e C é o solo descoberto e coberto, respectivamente

5.2 TAXA DE CRESCIMENTO ABSOLUTO PARA A ALTURA DE PLANTA

Observa-se na Tabela 10 que as doses de adubo influenciaram a taxa de crescimento da altura da planta unicamente nos intervalos 76-95 e 96-115 DAP.

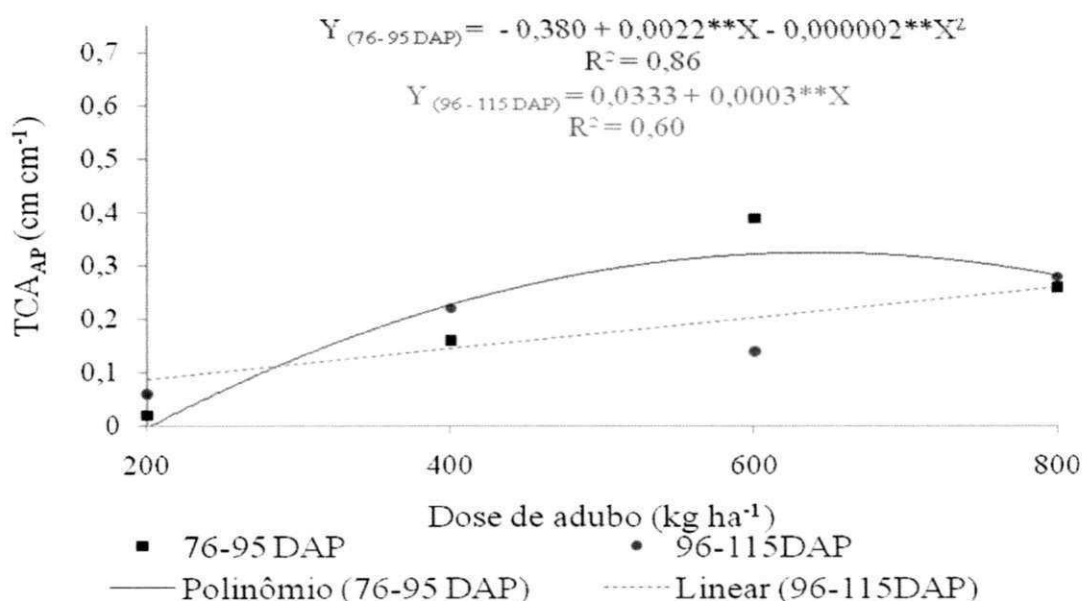
Tabela 10 – Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento absoluto para a altura de planta nos períodos de 15 - 35, 36 - 55, 56 - 75, 76 - 95, 96 - 115 e 116 - 135 dias após plantio (DAP) da mamoneira adubada com diferentes doses de adubos e tipo de adubação.

Causa de Variação	GL	Quadrados médio					
		Taxa de Crescimento Absoluto da altura de planta					
		15 - 35 ¹	36 - 55 ¹	56 - 75 ¹	76 - 95 ¹	96 - 115 ¹	116 - 135 ¹
Dose de Adubo (DA)	3	0,01ns	0,04ns	0,07ns	0,03**	0,01**	0,02ns
Fonte de Adubo (TA)	1	0,07**	0,31**	0,96**	0,09**	0,01ns	0,01ns
Inter. DA x TA	3	0,01ns	0,03ns	0,12ns	0,04**	0,01*	0,004ns
Fatores vs Adicionais	1	0,003ns	0,02ns	0,012ns	0,011ns	0,007ns	0,001ns
Entre Adicionais	1	0,001ns	0,02ns	0,002ns	0,006ns	0,010ns	0,003ns
Entre Tratamentos	11	0,02ns	0,06ns	0,21**	0,03**	0,009ns	0,011ns
Bloco	2	0,002ns	0,04ns	0,03ns	0,002ns	0,002ns	0,01ns
Resíduo	14	0,015	0,03	0,04	0,002	0,003	0,02
CV		7,36	9,56	13,66	3,6	5,44	11,8

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade. ¹ Dados transformados em $\sqrt{X + 1}$

As equações geradas a partir das regressões para a taxa de crescimento absoluto da altura da planta (Figura 9) indicam um comportamento linear para o período 76-95 DAP ao contrario do período 96-115 DAP quando foi quadrático. Analisando a Figura, pode-se observar através da equação de regressão que no período correspondente de 76 aos 95 DAP, a taxa de crescimento absoluto da altura de planta (TCA_{AP}) máxima foi obtida com uma dose de adubo correspondente a 600 kg ha^{-1} com uma TCA_{AP} de $0,33 \text{ cm dia}^{-1}$; pode-se também observar que a TCA_{AP} da plantas adubadas com 400 kg ha^{-1} foi 1,80 vezes maior que as adubadas com 200 kg ha^{-1} , já a de 600 foi apenas 1,22 vezes superior a de 400 e a dose de 800 kg ha^{-1} foi 1,8 e 2,2 vezes menor que as dose de 400 e 600 kg ha^{-1} , respectivamente. Para a TCA_{AP} compreendendo o período de 96 a 115 DAP, notou-se um acréscimo de 65% para cada 200 kg de adubos acrescentados na dosagem, ou que deu uma TCA_{AP} de $0,27 \text{ cm dia}^{-1}$ ao utilizar uma dose de 800 kg ha^{-1} .

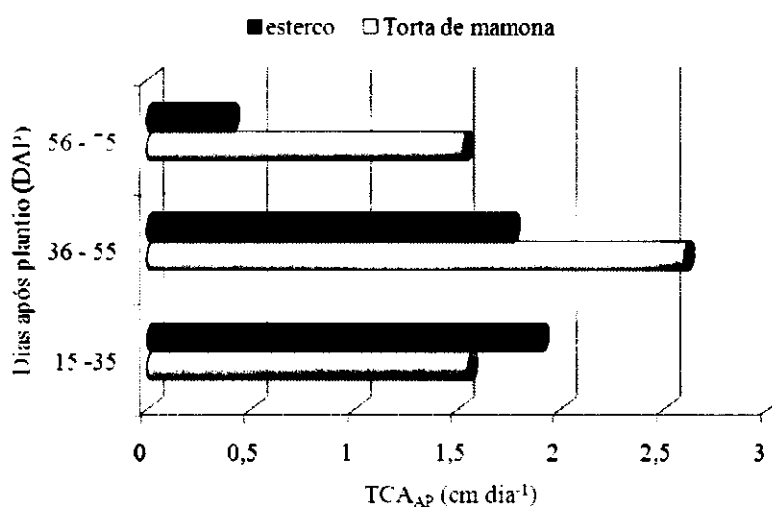
Figura 9 – Regressões para a Taxa de crescimento absoluto para a altura de planta



Já a fonte de adubo influenciou significativamente esta. Analisando a Figura 10 se observa que a torta de mamona foi o adubo orgânico que produziu a maior taxa absoluta de crescimento da altura de planta comparada com o esterco de gado. Considerando que o suprimento de nitrogênio para adubação foi unicamente através de fertilizantes orgânicos, os resultados obtidos parecem indicar que o grau de disponibilidade de nitrogênio para a

mamona é superior com a torta de mamona em comparação com o esterco de gado. Valdinei Sofiati et al., (2008) indicam que as recomendações de adubação para a mamoneira com fertilizantes orgânicos levam em consideração os nutrientes que são disponibilizados, por falta de estudos que determinem as dosagens adequadas para o crescimento e desenvolvimento da mamoneira e o conhecimento a priori da composição química e da taxa de como ocorre a mineralização desses resíduos.

Figura 10 – Taxa de crescimento absoluto da altura da planta para diferentes fontes de adubo



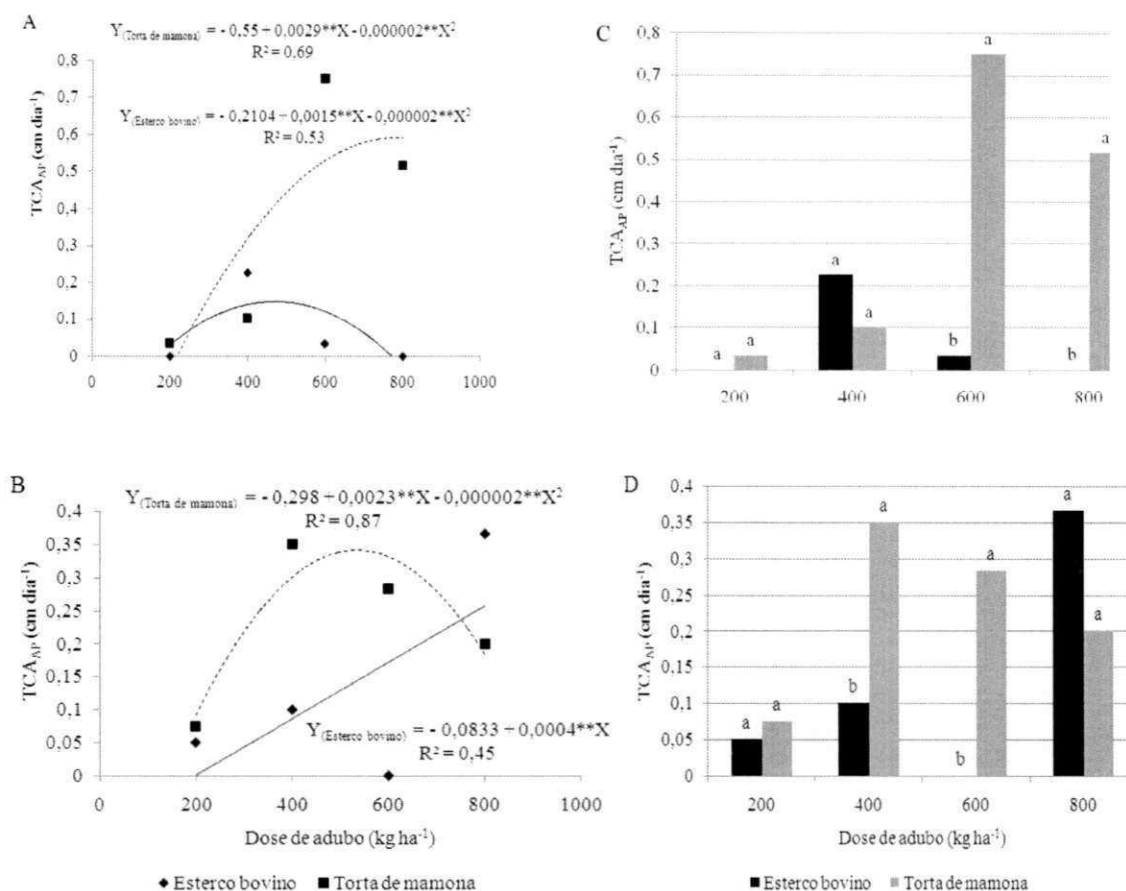
Ainda a figura apresenta a Evolução da taxa de crescimento absoluto da altura de planta da mamoneira submetida a diferentes combinações de doses de adubo e tipo de adubo em solo coberto e descoberto. Observa-se que após 35 dias a taxa de crescimento absoluto da mamona foi maior quando se utilizou torta de mamona. Ao igual que para o caso da altura da planta, isto poderia ser explicado devido a que inicialmente, a planta precisa do pouco nitrogênio o qual pode ser facilmente suprido pelo esterco. No entanto após 55 dias as necessidades provavelmente foram maiores e a torta de mamona teve maiores condições de fornecer este. Tem sido observado que a mineralização da torta de mamona é muito mais rápida que a do esterco bovino, o que permite que a liberação de nutrientes seja mais rápida embora não tanto como a dos fertilizantes químicos. Esta rápida decomposição ocorre devido aos altos teores de nitrogênio, fósforo e potássio presentes na torta, além da planta ter condições ótimas para a atividade microbiana: alta umidade, boa aeração e temperatura em torno de 28°C (Severino et al., 2004). A análise da evolução dos dados ao longo das etapas de avaliação permite constatar um crescimento linear até os 55 DAS, com redução significativa

na taxa de crescimento para os três períodos seguintes; este comportamento pode estar relacionado diretamente com a formação, desenvolvimento e enchimento dos frutos, uma vez que as primeiras inflorescências apareceram por volta dos 50 dias. Os frutos em formação atuam como drenos de fotoassimilados (TAIZ & ZEIGER, 2004). Geralmente uma queda na taxa de crescimento tem relação com fatores complexos, principalmente na natureza, onde flutuações irregulares na curva de crescimento são superpostas por flutuações ambientais, que além do suprimento de água, encontram-se ligadas ainda à disponibilidade de luz, temperatura, entre outros (FELIPPE, 1979). Para Larcher (2000), paralisações no crescimento vegetativo em função da aceleração do crescimento produtivo ocorrem pela canalização da energia e de materiais destinados a floração e frutificação, que por sua vez originam-se no processo fotossintético, na incorporação de substâncias minerais e na mobilização de reservas para formação e enchimento dos frutos. A diminuição da taxa de crescimento da altura da planta após os 50 dias foi observada por Araujo (2010) trabalhando também com a mamona Energia.

Em relação ao desdobramento do tipo de adubo dentro de cada dose de adubo, verifica-se que a TCA_{AP} , no intervalo de 76 – 95 DAP, nas doses de 600 e 800 kg ha⁻¹, a torta de mamona foi significativamente superior ao esterco bovino com mais de 95 e 99%, respectivamente (Figura 11C); já no intervalo de 96- 115 DAP nota-se que a TCA_{AP} da plantas adubadas com torta de mamona apenas não superou a das plantas adubadas com esterco bovino na dose de 800 kg ha⁻¹ (Figura 11D).

Verifica-se que não houve diferença significativa entre os fatores vs tratamentos adicionais, entre os tratamentos adicionais e entre os tipos de solos (com e sem cobertura), indicando que os efeitos observados dependem dos fatores isolados (Tabela 11).

Figura 11 – Taxa de crescimento absoluto para altura de planta de mamoneira para as doses de adubos dentro de cada tipo de adubo (A e B) e do tipo de adubo dentro de cada dose de adubo (C e D).



5.3 DIÂMETRO DO CAULE

A Tabela 11 apresenta o resumo da Análise de variância do diâmetro do caule da mamoneira, para cada período estudado até os 135 dias após a semeadura (DAP). Não houve diferença significativa quanto ao diâmetro do caule entre as dosagens de adubo nitrogenado concordando, com os resultados de Severino et al. (2004) e Mateus et al. (2009) ao observarem que as doses de nitrogênio não influenciaram as características ligadas ao crescimento da mamona. Houve diferença significativa apenas para as fontes de adubo (TA) aos 35 e 115 DAP.

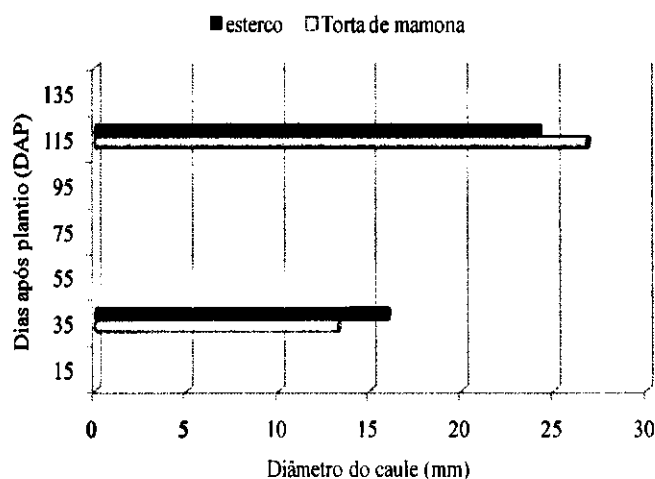
Tabela 11 – Resumo da análise de variância para o diâmetro do caule aos 15, 35, 55, 75, 95, 115 e 135 dias após plantio (DAP) da mamoneira adubada com diferentes doses e fontes de adubo.

Causa de Variação	GL	Quadrados médio						
		15 DAP	35 DAP	55 DAP	75 DAP	95 DAP	115 DAP	135 DAP
Dose de Adubo (DA)	3	1,29ns	2,39ns	6,75ns	17,35ns	24,79ns	7,57ns	18,67ns
Fonte de Adubo (FA)	1	6,30ns	43,20**	4,77ns	0,01ns	10,40ns	40,56**	18,37ns
Inter. DA x FA	3	3,31ns	4,63ns	5,34ns	7,34ns	9,29ns	5,06ns	2,69ns
Fatores vs Adicionais	1	0,60ns	0,45ns	15,36ns	13,20ns	16,50ns	3,76ns	10,14ns
Entre Adicionais	1	0,001ns	3,63ns	0,12ns	0,75ns	5,74ns	13,44ns	5,60ns
Entre Tratamentos	11	2,74ns	11,06**	5,57ns	7,17ns	11,25ns	8,51849	8,33ns
Bloco	2	0,19ns	2,88ns	22,14ns	13,87ns	0,79ns	0,42ns	2,68ns
Resíduo	14	4,09	3,04	7,9	12,11	11,29	5,44	7,95
CV		23,19	11,96	12,74	14,35	13,44	9,15	11,29
Médias ⁽²⁾ (mm)								
Dose de Adubo								
200		9,05	14,95	21,20	22,60	22,60	24,48	23,27
400		9,05	15,28	23,60	26,43	27,03	26,30	26,67
600		8,07	14,00	21,57	23,27	24,10	24,55	23,63
800		8,72	14,10	21,92	24,72	26,30	26,60	26,30
Fonte de Adubo								
Mamona		8,21	13,24	21,62	24,24	25,67	26,78a	25,84
Esterco		9,23	15,92	22,52	24,27	24,35	24,18b	24,09

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ($p < 0,05$)

A Figura 12 permite observar que aos 35 dias após o plantio o esterco de bovino produziu plantas com maior diâmetro do caule que quando adubado com torta de mamona. Aos 115 dias o diâmetro do caule foi significativamente maior quando se utilizou torta de mamona como fertilizante. Este fato poderia ser explicado devido a que inicialmente, a planta precisa do pouco nitrogênio o qual pode ser facilmente suprido pelo esterco. No entanto após 55 dias as necessidades provavelmente foram maiores e a torta de mamona teve maiores condições de fornecer este. Como indicado para a variável altura da planta a mineralização da torta de mamona sendo muito mais rápida que a do esterco bovino, permite que a liberação de nutrientes seja mais rápida que a do esterco de bovino. Esta rápida decomposição ocorre devido aos altos teores de nitrogênio, fósforo e potássio presentes na torta, além da planta ter condições ótimas para a atividade microbiana: alta umidade, boa aeração e temperatura em torno de 28°C (Severino et al., 2004).

Figura 12 – Diâmetro do caule da mamoneira submetida a diferentes tipos de adubos aos 35 e 115 dias após plantio (DAP)



5.4 TAXA DE CRESCIMENTO ABSOLUTO PARA O DIÂMETRO DO CAULE

Verifica-se na Tabela 12 que não houve diferença significativa para o fator dose de adubos (DA) e na interação DA x TA sobre a taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule (TCA_{DC}), exceto no período de 76 aos 95 DAP, já no fator fonte de adubo (TA), observa-se efeito significativo na TCA_{DC} nos períodos de 76 aos 95 e dos 96 aos 115 DAP. No contraste fatores vs tratamentos adicionais não foi observado diferença significativa em nenhum período de avaliação e avaliando entre os tratamentos adicionais e entre os tipos de solo, que representam a aplicação das diferentes doses de adubos orgânicos em solo coberto e o efeito da cobertura do solo, respectivamente, não verificou-se diferença significativa.

Tabela 12 – Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento absoluto para o diâmetro de caule nos período de 15 - 35, 36 - 55, 56 - 75, 76 - 95, 96 - 115 e 116 - 135 dias após plantio (DAP) da mamoneira adubada com diferentes doses e fontes de adubo.

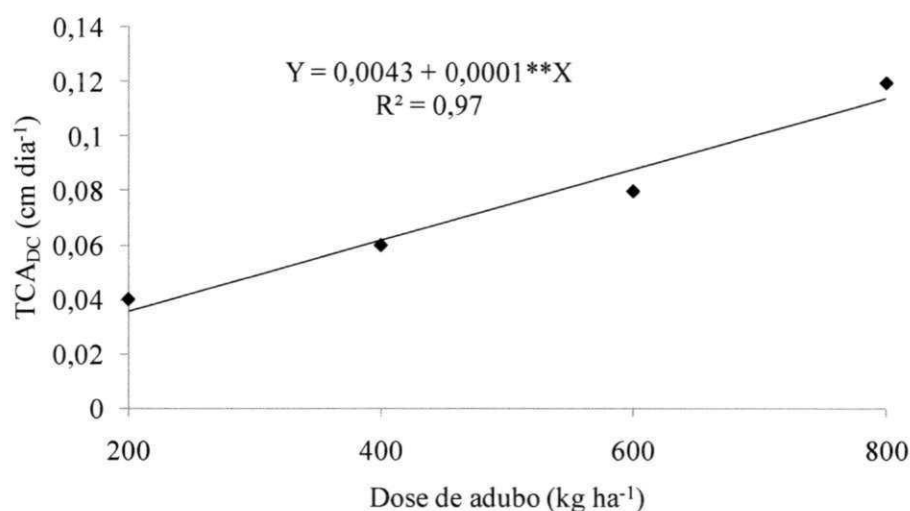
Causa de Variação	GL	Quadrados médio						
		Taxa de Crescimento Absoluto do diâmetro do caule						
		15 – 35 ¹	36 – 55 ¹	56 – 75 ¹	76 – 95 ¹	96 – 115 ¹	116 – 135 ¹	
Dose de Adubo (DA)	3	3	0,0004ns	0,002ns	0,005ns	0,002**	0,004ns	0,0002ns
Tipo de Adubo (TA)	1	1	0,0077ns	0,009ns	0,0002ns	0,015**	0,014**	0,0001ns
Inter. DA x TA	3	3	0,0011ns	0,0004ns	0,001ns	0,002*	0,004ns	0,0003ns
Fatores vs Adicionais	1		0,0011ns	0,0045ns	0,0001ns	0,0000ns	0,0007ns	0,00001ns
Entre Adicionais	1		0,0016ns	0,0014ns	0,0002ns	0,0016ns	0,0002ns	0,00012ns
Entre Tratamentos	11		0,0023ns	0,0024ns	0,0028ns	0,0029**	0,0037**	0,0002**
Bloco	2	2	0,0022ns	0,005ns	0,0004ns	0,001ns	0,002ns	0,0001ns
Resíduo	14		0,0022	0,001	0,002	0,0005	0,002	0,0001
CV			4,14	3,18	4,16	2,1	4,1	0,97
		Médias ⁽²⁾ (cm/dia)						
Dose de Adubo								
			0,30	0,31	0,09	0,04	0,14	0,005
			0,31	0,42	0,18	0,06	0,02	0,030
			0,30	0,38	0,10	0,08	0,03	0,003
			0,27	0,39	0,22	0,12	0,07	0,005
Fonte de Adubo								
			0,25	0,42	0,16	0,13	0,12	0,015
			0,33	0,33	0,14	0,02	0,01	0,006

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade. ¹ Dados transformados em $\sqrt{X + 1}$. Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si (p < 0,05)

INSTITUTO FEDERAL DE RORAIMA

A Figura 13 apresenta a equação de regressão da taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule em função das diferentes doses de adubo orgânicos usadas para o período que deu significância. Observa-se segundo essa equação que a TCA_{DC} das plantas adubadas com uma dose de 800 kg de N ha⁻¹ foi 23,72, 47,45 e 71,17% maior que o das plantas que receberam 600, 400 e 200 kg de N ha⁻¹, respectivamente, como também apresenta um acréscimo de 41,15% para cada 100 kg de N ha⁻¹ acrescentadas na dose.

Figura 13 – Regressão da Taxa de Crescimento Absoluto do diametro do caule versus Doses de Adubo

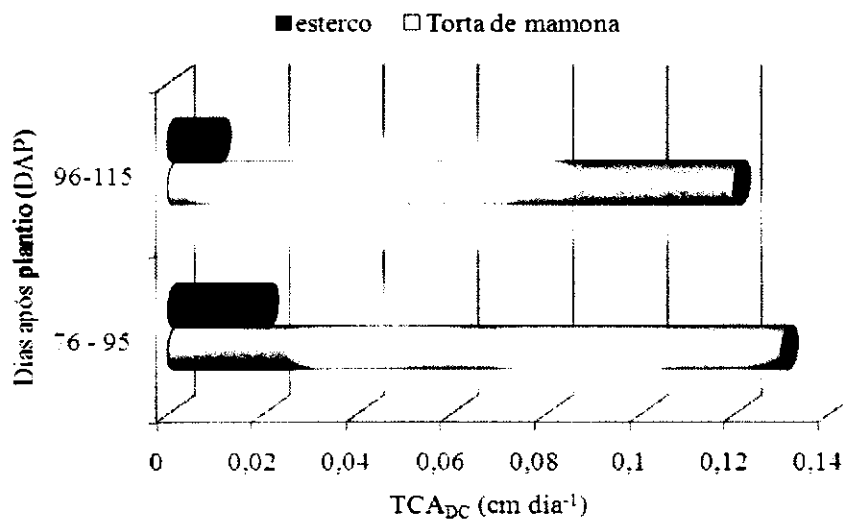


A Figura 14 apresenta a Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule da planta para o esterco e torta de mamona submetida a diferentes combinações de doses e fonte de adubo em solo coberto e descoberto. Observa-se que entre os 75 e 115 DAP a taxa de crescimento absoluto da mamona foi maior quando se utilizou esterco de boi. Ao igual que para o caso da altura da planta, isto poderia ser explicado devido a que inicialmente, a planta precisa do pouco nitrogênio o qual pode ser facilmente suprido pelo esterco. No entanto no final do período de desenvolvimento da cultura as necessidades provavelmente foram maiores e a torta de mamona teve maiores condições de fornecer este.

A análise da evolução dos dados ao longo das etapas de avaliação permite constatar um crescimento linear até os 55 DAS, com redução significativa na taxa de crescimento para os três períodos seguintes; este comportamento pode estar relacionado diretamente com a formação, desenvolvimento e enchimento dos frutos, uma vez que as primeiras inflorescências apareceram por volta dos 50 dias. Os frutos em formação atuam como drenos

de fotoassimilados (TAIZ & ZEIGER, 2004). Geralmente uma queda na taxa de crescimento tem relação com fatores complexos, principalmente na natureza, onde flutuações irregulares na curva de crescimento são superpostas por flutuações ambientais, que além do suprimento de água, encontram-se ligadas ainda à disponibilidade de luz, temperatura, entre outros (FELIPPE, 1979). Para Larcher (2000), paralisações no crescimento vegetativo em função da aceleração do crescimento produtivo ocorrem pela canalização da energia e de materiais destinados a floração e frutificação, que por sua vez originam-se no processo fotossintético, na incorporação de substâncias minerais e na mobilização de reservas para formação e enchimento dos frutos. A diminuição da taxa de crescimento da altura da planta após os 50 dias, foi observado por Araujo (2010) trabalhando também com a mamona Energia.

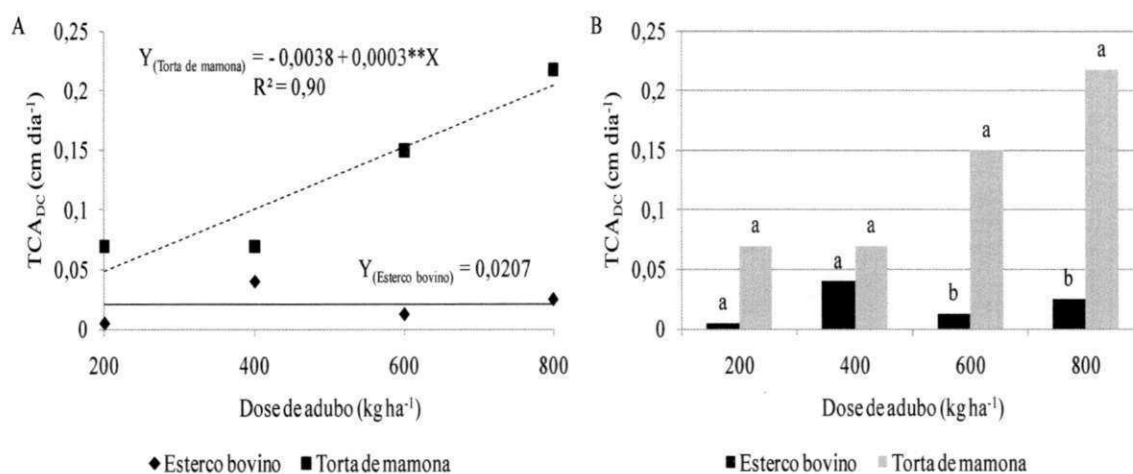
Figura 14 – Taxa de crescimento absoluto do diâmetro do caule da amoneira submetida a diferentes tipos de adubos



Analisando a Figura 15A, observa-se o desdobramento da dose de adubo dentro de cada fonte de adubo e o desdobramento do tipo de adubo dentro de cada dose de adubo (Figura 15B) para a TCA_{DC} nos intervalos de 76 – 95. Observando a Figura 15A, nota-se que a TCA_{DC} das plantas adubadas com torta de mamona foram maiores que das plantas adubadas com esterco bovino. Segundo as equações de regressões as TCA_{DC} das plantas adubadas com uma dose de 800 kg ha^{-1} com torta de mamona foi superior a TCA_{AD} das plantas que receberam $600, 400$ e 200 kg ha^{-1} em 25,40, 50,80 e 76,21%, respectivamente, o que fornece um aumento da $TCADC$ de 53,38% para cada aumento de $100 \text{ kg de N ha}^{-1}$. Para o esterco bovino nenhuma equação de regressão se ajustou adequadamente até o 3º grau, por isso foi mostrado apenas a média obtida entre as doses usadas.

Em relação ao desdobramento do tipo de adubo dentro de cada dose de adubo, verifica-se que a TCA_{DC} , no intervalo de 76 – 95 DAP, nas doses de 600 e 800 $kg\ ha^{-1}$, a torta de mamona foi significativamente superior ao esterco bovino com mais de 91 e 88%, respectivamente (Figura 15B). Esse resultado mostra que uma dose de 800 $kg\ ha^{-1}$ de torta de mamona é o tratamento mais indicado.

Figura 15 – Taxa de crescimento absoluto para diâmetro do caule de mamoneira para as doses de adubos dentro de cada tipo de adubo (A) e da fonte de adubo dentro de cada dose de adubo (B).



5.5 ÁREA FOLIAR

A Tabela 13 apresenta o resumo de análise de variância da área foliar da mamoneira para cada período estudado, até os 135 dias após o plantio (DAP).

Tabela 13 – Resumo da análise de variância para a área foliar da mamoneira nos períodos de 15; 35; 55; 75; 95; 115 e 135 dias após plantio (DAP) da mamoneira adubada com diferentes doses e fontes de adubo.

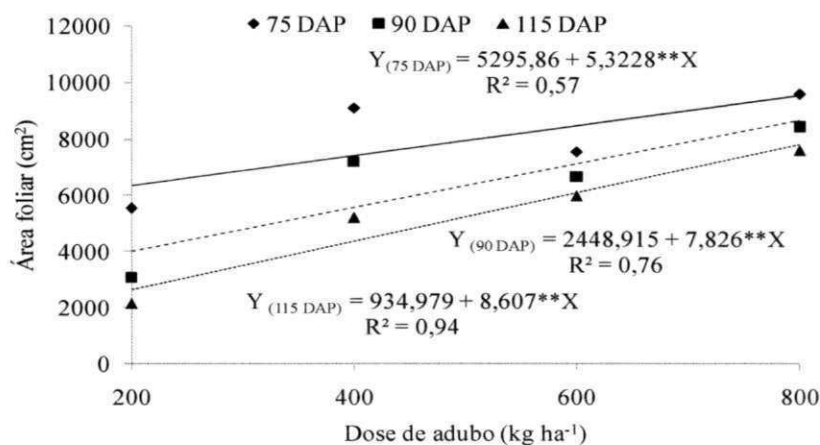
Causa de Variação	GL	Quadrado médio						
		¹ 15 DAP	¹ 35 DAP	¹ 55 DAP	¹ 75 DAP	¹ 95 DAP	¹ 115 DAP	¹ 135 DAP
Dose de Adubo (DA)	3	4,13ns	34,94ns	213,41ns	738,01*	1705,131**	1397,44*	732,99ns
Fonte de Adubo (TA)	1	181,22**	768,52**	153,22*	4182,77**	13782,12**	12088,92**	7477,69**
Inter. DA x TA	3	17,30ns	61,61ns	137,35ns	119,63ns	36,14ns	395,37ns	295,42ns
Fatores vs Adicionais	1	16,48ns	5,28ns	38,92ns	55,11ns	1,95ns	38,09ns	333,76ns
Entre Adicionais	1	1,72ns	9,87ns	6,28ns	165,96ns	463,41ns	1460,11ns	715,16ns
Entre Tratamentos	11	43,62ns	173,23ns	139,16ns	825,25**	2576,53**	2327,62**	1308,57**
Bloco	2	10,34ns	10,19ns	75,89ns	79,04ns	313,29ns	177,36ns	234,87ns
Resíduo	14	13,39	44,76	152,7	196,08	359,87	403,40	315,47
CV		15,19	11,72	15,14	16,11	25,97	30,77	29,47
		Médias ² (cm ²)						
Dose de Adubo								
	200 t há ⁻¹	634,29	3207,22	5624,42	5547,33	3084,59	2141,07	2678,88
	400 t há ⁻¹	587,26	3357,22	7188,83	9109,02	7209,26	5208,09	3806,07
	600 t há ⁻¹	632,09	3675,47	6785,13	7560,67	6673,84	5983,63	3988,48
	800 t há ⁻¹	541,89	3075,72	7629,93	9611,97	8480,62	59429,92	6635,46
Fonte de Adubo								
	Mamona	472,88b	2700,34b	7267,82a	10394,71a	10072,34a	34476,05a	6690,99 ^a
	Esterco	724,88a	3957,48a	6346,34b	5519,78b	2651,82b	1905,31b	1863,45b

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade. ¹ Dados transformados em \sqrt{X} . Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si (p < 0,05)

Observa-se que as doses de adubo influenciaram significativamente a área foliar aos 75, 95 e 115 DAP; a fonte de adubo foi influenciada em todas as épocas de avaliações e na interação DA x TA não verificou diferença significativa em nenhuma época de avaliação. Não foi observado diferença significativa em nenhuma avaliação da área foliar para o contraste entre fatores vs tratamentos adicionais, entre tratamentos adicionais e entre tipos de solo (com e sem cobertura), já entre tratamentos notou-se diferença significativa a partir dos 75 DAP.

Na Figura 16 são mostradas as regressões para a área foliar aos 75, 90 e 115 DAP, verifica-se um comportamento linear crescente a medida que se elevaram as doses de adubo para todos os períodos avaliados.

Figura 16 – Área foliar aos 75, 95 e 115 dias após plantio (DAP) da mamoneira adubadas com diferentes doses de adubo



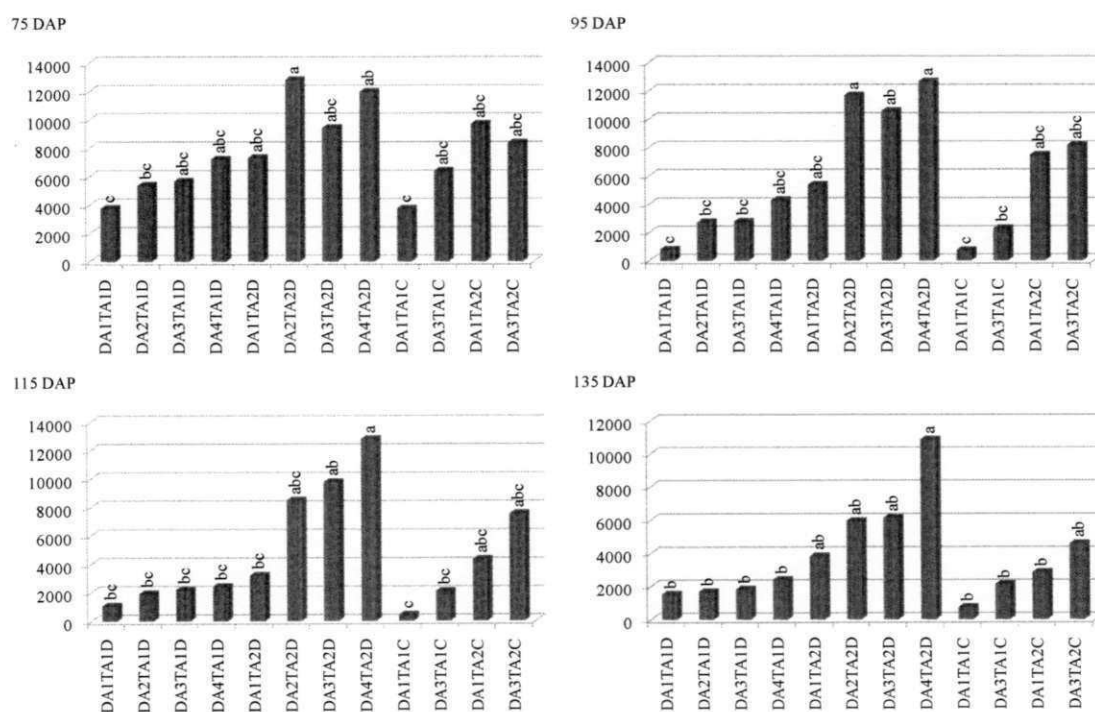
Segundo a equação de regressão a área foliar aos 75 DAP teve um decréscimo de 11,14; 22,28 e 33,43% das plantas adubadas com 600, 400 e 200 kg ha⁻¹ quando comparada com a dose de 800 kg ha⁻¹, respectivamente; aos 90 e 115 DAP a área foliar das plantas adubadas com 800 kg ha⁻¹ foram 17,97 e 22,01% maior que as das plantas adubadas com 600 kg ha⁻¹, respectivamente, quando se compara a dose de 800 com a de 400 kg ha⁻¹ esses decréscimos foram de 35,94 e 44,02% e para as doses de 200 kg ha⁻¹, as plantas adubadas com 800 kg ha⁻¹ superaram em 53,91 e 66,03%, respectivamente. Observa-se através desses valores que ao passar do tempo o efeito da dose de adubo foi aumentando na área foliar da mamoneira, indicando que a planta se torna mais exigente de nitrogênio e com isso deve-se fornecer suprimentos adequados nesta época. Essa afirmativa pode ser mais bem observada pelo acréscimo obtido na área foliar com um aumento de 100 kg ha⁻¹ na dose, que segundo a equação de regressão (Figura 20) foi de 8,37, 19,50 e 32,40% para as avaliações obtidas aos 75, 90 e 115 DAP, respectivamente.

A área foliar atingiu valores de 0,96 m² aos 75 dias para o tratamento com 800 kg/ha. Esses resultados divergem dos obtidos por Lacerda trabalhando em casa de vegetação e mamona sem déficit hídrico e alto conteúdo de matéria orgânica. Lacerda (2008) encontrou uma máxima área foliar de 2,0 m². Coelho (2006), para a época de avaliação de 140 DAS, em ambiente protegido, que trabalhando com plantas da cultivar Nordeste sem estresse hídrico, obteve uma área foliar de 1.76 m², e Rodrigues et al. (2006) ,obtiveram área foliar média aos 136 DAS de 1,75 m² para esta mesma cultivar irrigada com lâmina equivalente à reposição de 1,05% da ETC.

O efeito da fonte de adubo foi semelhante ao ocorrido a altura de planta, onde a área foliar das plantas adubadas com esterco bovino foi superior em 34,76 e 31,76% ao da torta de mamona aos 15 e 35 DAP, respectivamente, porém dos 55 aos 135 DAP as plantas adubadas com torta de mamona produziram mais área foliar que as adubadas com esterco bovino, dando uma diferença de 12,68, 46,90, 73,67, 77,77 e 72,14% a mais para a torta de mamona.

Mediante o exposto, pode-se dizer que a partir dos 75 DAP ao usar uma dose de 800 kg N ha⁻¹ de torta de mamona em solo sem cobertura é o tratamento que possuiu a maior área foliar, isso também pode ser visto na Figura 17, onde mostra o efeito significativo entre os tratamentos aos 75, 95, 115 e 135 DAP.

Figura 17 – Área foliar da mamoneira submetida aos diferentes tipos de tratamentos



DA1, DA2, DA3, DA4 é a dose de adubo de 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹, respectivamente; TA1 e TA2 é o tipo de adubo de esterco e torta de mamona, respectivamente; D e C é o solo descoberto e coberto, respectivamente

5.6 FITOMASSA DA PARTE AÉREA

Na Tabela 14 se apresentam os resultados das análises de variância (ANAVA) para a fitomassa da parte aérea (FPA) da cultivar de mamona BRS – Energia, na qual se constata que houve diferença significativa para a fonte de adubo. As plantas adubadas com torta de mamona proporcionaram uma fitomassa da parte aérea da planta aos 140 dias de 348,33 g em comparação com os 199,83 g obtida com o a planta adubada com esterco de gado.

De acordo com Ribeiro (1995), a adição de material orgânico proporciona maior produção de ácidos orgânicos no solo, e conseqüentemente, melhor fertilidade e sustentabilidade agrícola. A melhor resposta da mamoneira à adição de torta de mamona é decorrente da maior disponibilização de elementos essenciais às plantas, tais como nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S).

Tabela 14 – Resumo da análise de variância para a fitomassa da parte aérea da mamoneira adubada com diferentes doses de adubos e tipo de adubação. GL

Causa de Variação	GL	Quadrado médio
		FST ¹
Dose de Adubo (DA)	3	22,62ns
Fonte de Adubo (FA)	1	109,68**
Inter. DA x FA	3	5,97ns
Fatores vs Adicionais	1	15,07ns
Entre Adicionais	1	50,52**
Entre tipos de solos	1	0,03ns
Entre Tratamentos	11	28,74**
Bloco	2	8,97ns
Resíduo	14	8,35
CV		17,91
Dose de Adubo		Médias (g) ²
200		186,33
400		283,33
600		320,83
800		305,83
Fonte de Adubo		
Mamona		348,33a
Esterco		199,83b

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade. ¹ Dados transformados em $\sqrt{\bar{x}}$. ² Média apresentadas sem transformação.

5.7 NÚMERO DE FRUTOS, PRODUÇÃO DE SEMENTES, DE CASCA E DE FRUTOS

A Tabela 15 apresenta o resumo das análises de variância referente ao número de frutos (NF), produção de sementes (PSEMT), de casca (PCASC) e do fruto (PFRUTO) da mamona até os 135 DAP. Verificou-se que houve efeito significativo ao nível de 1% de

probabilidade ($p < 0,01$) para a fonte do adubo para todas as variáveis, não havendo diferença estatística significativa para estas produções entre as doses de adubo estudadas e a interação DA x TA. Estes últimos resultados estão de acordo com aqueles encontrados na bibliografia como, por exemplo, no trabalho realizado por Severino et al., (2004) e Mateus et al. (2009) quem trabalhando com híbridos de mamona no sistema de semeadura direta, e diferentes doses de nitrogênio em cobertura não verificaram diferença significativa na produção para as diferentes doses de adubo nitrogenado testados. No entanto os resultados discordam de aqueles obtidos por Silva et al. (2006) e Silva et al. (2007) quem verificaram aumento de produtividade quando houve adubação nitrogenada. Comparando os fatores estudados com os tratamentos adicionais e os tipos de solo não houve diferença significativa nas variáveis analisadas, já ao comparar entre tratamentos e entre tratamentos adicionais verifica-se diferença significativa para a PSEMT, PCASC e PFRUTOS.

Tabela 15 – Resumo da análise de variância para número de frutos (NF), produção de sementes (PSEMT), produção de casca (PCASC) e produção de frutos (PFRUTO) aos 135 dias após plantio da mamoneira adubada com diferentes doses de adubos e tipo de adubação.

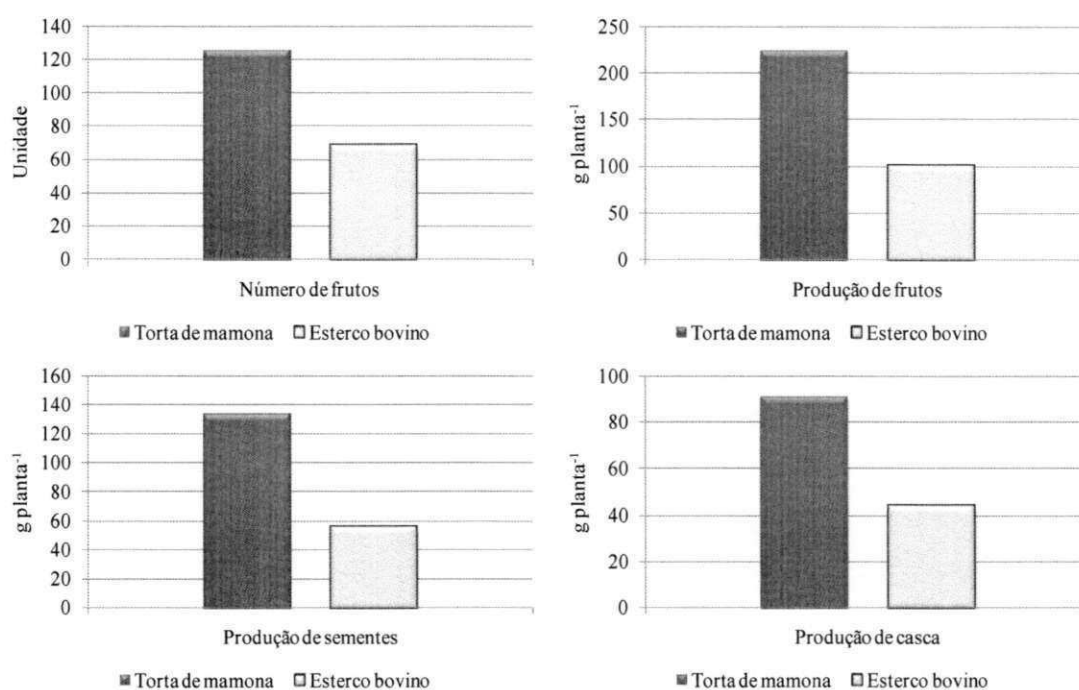
Causa de variação	GL	Quadrados médio			
		NF ¹	PSEMT ¹	PCASC ¹	PFRUTO ¹
Dose de Adubo (DA)	3	5,53ns	11,28ns	9,46ns	19,88ns
Fonte de Adubo (TA)	1	47,37**	86,43**	44,31**	128,77**
Inter. DA x TA	3	3,10ns	3,33ns	4,78ns	7,61ns
Fatores vs Adicionais	1	12,09ns	10,63ns	2,67ns	12,80ns
Entre Adicionais	1	5,44ns	22,74**	17,21*	40,16**
Entre coberturas de solo	1	20,62ns	0,61ns	1,09ns	0,002ns
Entre Tratamentos	11	1,01ns	18,32**	12,53**	30,31**
Bloco	2	8,09ns	10,51ns	6,53ns	17,02ns
Resíduo	14	4,45	4,03	3,47	6,94
CV		22,16	21,63	23,74	21,63
			Médias ²		
Dose de Adubo		unid	g planta ⁻¹	g planta ⁻¹	g planta ⁻¹
200 kg ha ⁻¹		70,17	58,46	40,88	99,34
400 kg ha ⁻¹		110,50	103,41	62,81	166,22
600 kg ha ⁻¹		102,33	104,74	84,47	189,22
800 kg ha ⁻¹		104,67	112,71	82,48	195,18
Fonte de Adubo					
Torta de mamona		125,83	133,54	91,26	224,79
Esterco bovino		68,00	56,12	44,06	100,18
Cobertura do solo					
Sem cobertura		86,25	81,60	62,68	144,70
Com cobertura		81,83	71,96	57,74	129,70

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade. ¹ Dados transformados em \sqrt{x} . ² Média apresentadas sem transformação.

Para a adubação com torta de mamona verificou-se que as plantas produziram 45,96% mais frutos que as adubadas com esterco bovino (Figura 18) e para o peso de sementes e de

casca o acréscimo ao usar torta de mamona na adubação foi de 57,97 e 51,72% quando comparado com o esterco bovino, respectivamente. Na Figura 23, nota-se, também, que às plantas adubadas com torta de mamona teve uma produção de frutos de 55,43% a mais que as plantas adubadas com esterco bovino.

Figura 18 – Número de frutos, produção de frutos, de sementes e de casca em função dos diferentes tipos de adubo orgânico



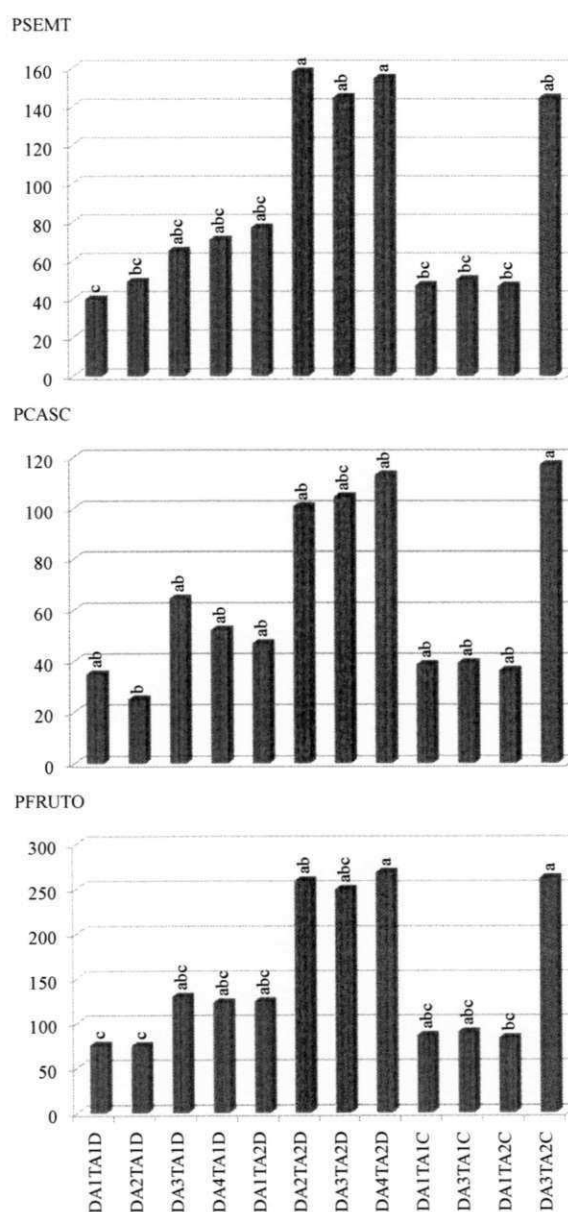
Em função da produção efetiva expressa em dados médios absolutos, é possível estimar para uma área de cultivo com stand de 5.000 plantas ha⁻¹ (espaçamento simples de 2m x 1m), a partir dos tratamentos adubados com torta de mamona que produziram em média 224,79 g de frutos e 133,54 g de sementes, um potencial de produtividade em torno de 1124 e 668 kg ha⁻¹ de frutos e sementes, respectivamente, enquanto que as plantas adubadas com esterco bovino tem um potencial produtivo estimado de 500 e 281 kg ha⁻¹ de frutos e sementes, respectivamente.

Os valores de produção de sementes encontrados são inferiores a media de produção para o semi-arido do Brasil, reportada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento (GTI, 2003), mostrando desta forma o inviável que é cultivar mamona em condições controladas.

Observando a diferença significativa entre os tratamentos (Figura 19), certifica-se que o tratamento que recebeu uma dose de 400 kg ha⁻¹ de torta de mamona em um solo sem cobertura apresentou a melhor produção de sementes (157,9 g) não diferindo apenas do tratamento que recebeu uma dose de 800 kg ha⁻¹ de torta de mamona em um solo sem cobertura, que produziu 154,7 g de sementes por planta, observa-se também que os tratamentos que receberam uma dose de 200 kg ha⁻¹ de adubo orgânico foram os que tiveram a menor produção de sementes.

Figura 19 – Produção sementes (PSEMT), de casca (PCASC) e do fruto (PFRUTO) da mamoneira submetida aos diferentes tipos de tratamentos.



*DA1, DA2, DA3, DA4 é a dose de adubo de 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹, respectivamente; TA1 e TA2 é o tipo de adubo de esterco e torta de mamona, respectivamente; D e C é o solo descoberto e coberto, respectivamente

Na produção de casca houve diferença significativa apenas entre os tratamentos que receberam uma dose de 600 kg ha⁻¹ de torta de mamona em um solo coberto e o que recebeu uma dose 400 kg ha⁻¹ de esterco bovino em um solo sem cobertura, com o primeiro superando o segundo em 78,71% (Figura 24). Os tratamentos com 800 kg ha⁻¹ de torta de mamona sem cobertura do solo e o com 600 kg ha⁻¹ de torta de mamona com solo coberto não apresentou diferença significativa entre eles na produção de frutos e foram os que tiveram maior produção com 267,7 e 261,5 g por plantas, respectivamente. Ao contrário os tratamentos que receberam 200 e 400 kg ha⁻¹ de esterco bovino sem cobertura de solo, foram os que produziram menos frutos com 73,8 e 74,8 g por planta, respectivamente, porém eles só diferiram dos tratamentos que receberam 400 e 800 kg ha⁻¹ da torta de mamona em solos descobertos e do que recebeu 600 kg ha⁻¹ de torta de mamona com solo coberto (Figura 24)

5.8 TEOR DE ÓLEO (TO), CONSUMO DE ÁGUA PELAS PLANTAS (CA) E EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA (EUA)

Verifica-se na Tabela 16 que o teor de óleo nas sementes (TO) não apresentou significância para nenhum fator estudado. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Canecchio et al. (1966) os quais conduzindo ensaios de adubação em mamona observaram que o teor de óleo não foi afetado pela aplicação de diferentes doses de fertilizantes. O teor de óleo das sementes, em media foi de 53,41%, acima do valor de 47,72 % considerado ideal por Beltrão et al., 2007 e Gonçalves et al., 2007.

Observou-se diferença significativa para o consumo de água pelas plantas Na fonte de adubo, entre os tratamentos e no contraste dos fatores vs tratamentos adicionais e na eficiência de uso de água constatou diferença significativa, apenas para a fonte de adubo e entre os tratamentos.

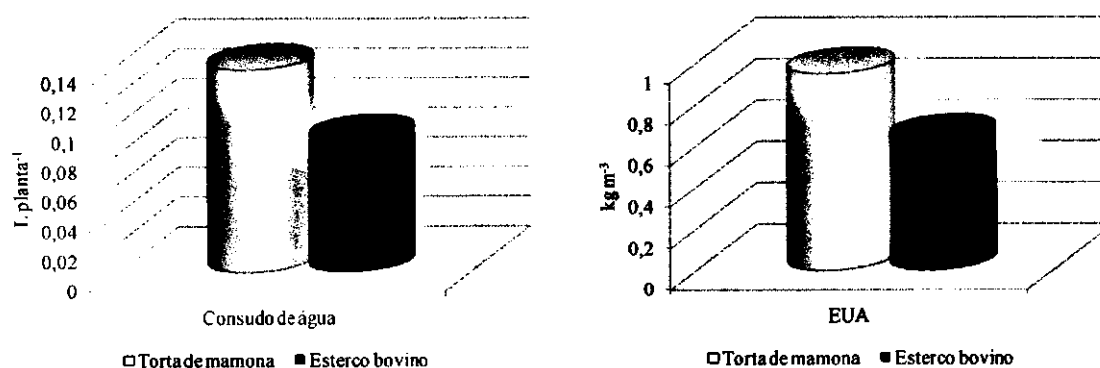
Tabela 16 – Resumo da análise de variância para o teor de óleo (TO), consumo de água pela planta (CA) e eficiência de uso de água (EUA) da mamoneira adubada com diferentes doses de adubos e tipo de adubação.

Causa de variação	GL	Quadrado médio		
		TO	CA ¹	EUA ¹
Dose de Adubo (DA)	3	29,54ns	0,008ns	0,02ns
Fonte de Adubo (TA)	1	20,81ns	0,025**	0,20**
Inter. DA x TA	3	27,61ns	0,003ns	0,01ns
Fatores vs Adicionais	1	27,41ns	0,020**	0,03ns
Entre Adicionais	1	3,50ns	0,004ns	0,08ns
Entre Coberturas solo	1	14,42ns	0,008ns	0,06ns
Entre Tratamentos	11	26,06ns	0,008**	0,05*
Bloco	2	17,32ns	0,001ns	0,05ns
Resíduo	14	9,62	0,003	0,01
CV		5,81	15,35	12,45
Dose de Adubo			L planta ⁻¹	kg m ⁻³
200 kg ha ⁻¹		50,43	0,080	0,69
400 kg ha ⁻¹		53,88	0,129	0,73
600 kg ha ⁻¹		55,79	0,118	0,85
800 kg ha ⁻¹		53,54	0,124	0,89
Fonte de Adubo				
Torta de mamona		52,48	0,136	0,95a
Esterco bovino		54,34	0,089	0,63b
Cobertura do solo				
Sem cobertura		53,11	98,83	0,77
Com cobertura		51,56	81,00	0,92

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns não significativo a 5% de probabilidade. ¹ Dados transformados em $\sqrt{\bar{x}}$. ² Média apresentadas sem transformação.

Na Figura 20 pode observar que o consumo de água das plantas adubadas com torta de mamona foi 34,56% maior que os das plantas adubadas com esterco bovino; esse maior consumo é compensado pela maior eficiência de uso de água destas plantas (33,68% maior). Com esse resultado fica evidenciado o benefício de se utilizar torta de mamona como adubo orgânico, quando possível, em vez do esterco bovino.

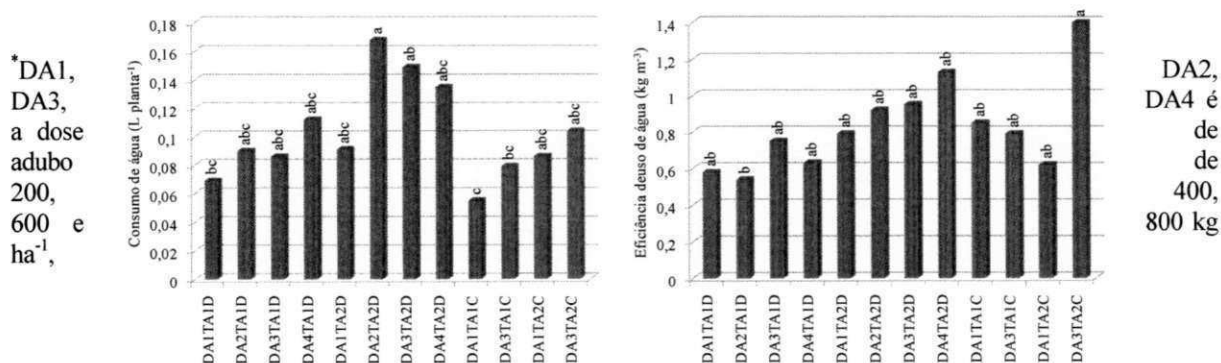
Figura 20 – Consumo de água e eficiência de uso de água da mamoneira adubada com torta de mamona e esterco bovino.



Entre os tratamentos, notou-se diferença significativa (Figura 21), no consumo de água (CA), no tratamento adubado com 400 kg ha⁻¹ de torta de mamona num solo descoberto (DA₂TA₂D) com os tratamentos que receberam 200 kg ha⁻¹ de esterco bovino nos dois tipos de solos analisados (DA₁TA₁D e DA₁TA₁C) e no que recebeu 600 kg ha⁻¹ de esterco bovino com solo coberto (DA₃TA₁C), com o tratamento DA₂TA₂D consumindo mais água em 58,93, 67,28 e 52,98% que os tratamentos DA₁TA₁D e DA₁TA₁C e DA₃TA₁C, respectivamente. Nota-se também nesta figura que o tratamento que consumiu menos água foi o DA₁TA₁C (0,0055 L planta⁻¹), porém diferiu apenas do tratamento DA₂TA₂D e DA₃TA₂D.

Na eficiência de uso de água, verifica-se diferença significativa entre os tratamentos apenas entre os que receberam uma dose de 600 kg ha⁻¹ de torta de mamona com solo coberto (DA₃TA₂C) com o que recebeu 400 kg ha⁻¹ de esterco bovino com solo descoberto (DA₂TA₁D). Fato interessante a ser observado é que o tratamento DA₃TA₂C não teve o maior consumo de água, chegando até mesmo a não ter significância com o tratamento que menos consumiu água apresentou uma maior EUA.

Figura 21 – Consumo de água pelas plantas e eficiência de uso de água da mamoneira submetida aos diferentes tipos de tratamentos.



respectivamente; TA1 e TA2 é o tipo de adubo de esterco e torta de mamona, respectivamente; D e C é o solo descoberto e coberto, respectivamente

6 CONCLUSÕES

1. As doses de nitrogênio aplicadas por ambas às fontes de adubo orgânico (torta de mamona e esterco de gado) não afetaram significativamente o crescimento, desenvolvimento nem a produção da mamona.
2. As fontes de adubo orgânico utilizadas promoveram efeitos significativos no crescimento, desenvolvimento e produtividade da mamoneira, cultivar BRS Energia, sendo que a aplicação de torta de mamona teve os melhores resultados.
3. O consumo de água no primeiro ciclo das plantas adubadas com torta de mamona foi maior que os das plantas adubadas com esterco bovino.
4. A eficiência de uso de água das plantas adubadas com torta de mamona foi maior que os das plantas adubadas com esterco bovino
5. O maior consumo de água da mamona quando adubada com torta de mamona é compensado pela maior eficiência do uso da água, devido a sua maior produção, ou seja, as plantas adubadas com mamona apresentaram uma maior capacidade de reverter o volume de água consumido em produção de matéria seca.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, M.O. **Possibilidade da mamona como fonte de matéria-prima para produção de biodiesel no nordeste brasileiro.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 42p.

AMABILE, R.F.; CORREIA, J.R.; FREITAS, P.L. et al. **Efeitos do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.29, n.8, p.1193-1199, 1994.

AMORIM NETO, M.S.; ARAÚJO, A.E.; BELTRÃO, N.E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: DF. Embrapa informação Tecnológica, 2001. Cap. 3, p. 63-76.

AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRÃO, N.E. DE M.; SEVERINO, L.S.: Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRÃO, N.E. de M. **O agronegócio da mamona no Brasil.** 2ª Edição. Brasília: Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 2007, cap.10, p.225-253.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E F. (Ed). **O Agronegócio da Mamona no Brasil.** Campina Grande: Embrapa algodão, 2001.350p.il.

BELTRÃO, N.E.M; CARDOSO,G.D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.9, n.2

BELTRÃO, N.E. M. **A cadeira da mamona no Brasil, com ênfase para o segmento P & D:** estado da arte, demandas de pesquisa e ações necessária para o desenvolvimento. Campina Grande, PB: EMBRAPA, 2004. 19 p.

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, L.C.; VASCONCELOS, O.L.; AZEVEDO, D.M.P. de VIEIRA, D.J. Fitologia. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: DF Embrapa informação tecnológica, cap. 2, p.37-59, 2001.

BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, R. L. S. Aplicação do óleo de mamona como fonte de energia: Biodiesel. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTÃO, N. E. M. (Editores). **O Agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília. EMBRAPA ALGODÃO, 2007. p. 395-416.

BERTONI, J et al. **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo.** Campinas, SP. IAC, 1986. 57p. (Circular, 20).

BIEDERBECK, V.O.; CAMPBELL, C.A.; RASIAH, V. et al. Soil quality attributes as influenced by annual legumes used as green manure. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.30, n.8/9, p.1177-1185, 1998.

BORKERT, C.M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J.E. et al. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n.1, p.143-153, 2003.

BOSE, M.L.V.; WANDERLEY, R.C. Digestividade e balanço metabólico da fração nitrogenada do farelo da mamona desintoxicado e de ferro da alfafa em ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.17. n 5, p. 456-464, 1988.

BRASIL. MINISTERIO DAS MINAS E ENERGIA. **O Biodiesel**. Disponível em: <<http://www.nme.gov.br/programas/biodiesel>>. Acesso em: 07 mar. 2008.

CARVALHO, B.C.L. **Manual do cultivo da mamona**. Salvador: EBDA, 2005. 65p. il.

CARVALHO, F. L. C.; COGO, N. P.; LEVILEN, R. Eficácia relativa de doses e formas do manejo do resíduo cultural de trigo na redução da erosão do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v.4, p.277-234, 1990.

CONCEIÇÃO, M.M.; ROBERLÚCIA, A.C.; SILVA, F.C.; BEZERRA, A.F.; FERNANDES, V.F. **Thermoanalytical characterization of castor oil biodiesel**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. UFRN, Natal, 2005, 12p.

ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E.; ABRÃO, P.U.R. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo São Pedro (Podzólico Vermelho-Amarelo) sob chuva natural. **R. Bras. Ci. Solo**. Campinas, v.8, n.2, p. 245-249, 1984.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Arranjo de fileiras no consórcio mamona/milho. Embrapa-CNPA. Campina Grande, 1997^a. 21p. (Boletim de pesquisa 34).

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Campina Grande, PB. BRS 149 (Nordestina). Campina Grande, 1998. Folder.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Campina Grande, PB. BRS 188 (Paraguaçu). Campina Grande, 1999. Folder. EMBRAPA- Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Campina Grande, PB. BRS - Energia. Campina Grande, 2008. Folder.

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

CHIERICE, G.O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial de óleo. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA Serviço de comunicação tecnológica, 2001.350p. Mamona. 1979, 179p. Dissertação de Mestrado, UFBA, Salvador.

DIRECTORATE OF OILSEEDS RESEARCH. **Diversified uses of Castor**. In: international seminar on castor seed, castor oil and its value added products. Proceedings ...Ahmedabad: The Solvent Extractors Association of India, 2004. p.50-57.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nation FAOSTAT, 2005. Disponível em: <http://faostat.fao.org/faostat/collections>. Acesso em: 28 set. 2006.

FREIRE, R. M.M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M.P. de LIMA, E.F. (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA serviço de comunicação tecnológica, 2001. 350p.

GLOBO RURAL, Mamona para o biodiesel perde o brilho. Disponível em: <www.revista-globo.com/Globo Rural>. Acesso em: 29 jun. 2005.

GOMES, H, P. Engenharia **de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento**. 3ed. Campina Grande: universidade federal da Paraíba. 1999, 412p.

GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; OLIVEIRA, R. N.; FARIA, A. R. V.; SILVA, H. P.; SÁ, R. N. Mamona (*Ricinus communis* L.). In: PAULA JUNIOR, T. J.; VENZO, N. M. (Cords). **101 Culturas: Manual de Tecnologia Agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 479-482.

GUERRA, H.O.C. Física dos solos. Campina Grande: UFCG, 2000.173p.

HOLANDA, A. **Biodiesel e Inclusão Social**. Brasília, DF: Câmara dos deputados-Coordenação de publicações, 2004. 200 p. (Caderno Altos estudos).

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **levantamento sistemático da produção agrícola** 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 03 out. 2007.

KIEHL, E.J. Fertilizantes Orgânicos. Piracicaba, CERES, 1985. 492p.

KONNUR, R.; SUBBARAO, E. C. Biogas form de-oiled castor cake. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON CASTOR OIL AND ITS VALUE ADDED PRODUCTS. **Proceedings...** Ahmedabad: The Solvent Extractors Association of India, 2004. p. 31-35.

KRISHNA RAO, J.V.; SATHYANARAYANA,K,TEOTIA,R.S., MUKUND, V.K.Eri culture in india. INTERNATIONAL SEMINAR ON CASTOR SEED,1., 2004. Ahmedabad. Castor oil e lts value added products: annals..., Ahmedabad,2004.

LAL. K.R.; VLEESCHAUWER, D.; NGANJE, R. M. Changes in properties of a newly cleared tropical alfisol as affected by mulching. *Soil. Sci. Coc. Am. J.*, Detroit, v.44, n.4, p.827-833, 1980.

LIMA, P.C.R. **Biodiesel: um novo combustível para o Brasil.** Brasília, Distrito Federal, 2005. 31p.

LOMBARDI NETO, F. et al. Efeito da quantidade de resíduos culturais do milho nas perdas de solo e água. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, v.12, n.1, p.71-75, 1988.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 201p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A.de. **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações.** Piracicaba: Potafos,1989.201p.

MAROUELLI, WALDIR APARECIDO; SILVA, WASHINGTON LUIZ DE CARVALHO E; SILVA, HENOQUE RIBEIRO DA. Manejo da irrigação em hortaliças. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. – Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 60 p.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SANTANA, E. BORGHI, É. Adubação nitrogenada em híbridos de mamona no sistema de semeadura direta In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32, 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: O Solo e a produção de bionergia: Perspectivas e Desafios, 2009. CD

MAZZANI, B. Euforbiáceas oleaginosas Taitago. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleginosas.** Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones agropecuárias, 1983. p. 277-360.

MELO FILHO, J.F. de. Variedades dos parâmetros da equação da condutividade hidráulica em função da umidade de um latos solo sob condição de campo. Tese de Doutorado, ESALQ--USP. Jan. 2002. 145p.

MIRANDA, J.H. de; GONÇALVES, A.C.A.; CARVALHO, D.F. de. **Irrigação - Água e solo** - Série Engenharia agrícola, vl. p. 01-62. Piracicaba: FUNEP, 2001

MOJTAHEDI, H.; SANTO, G.S.; INGHAM, R.E. Suppression of *Meloidogyne chitwoodi* with sudangrass cultivars as green manure. **Journal of Nematology**, Lakeland, v. 25, n. 2, p. 303-311, 1993.

NAKAGAWA, J; NEPTUNE, A.M.L. Marcha de absorção de nitrogênio.fósforos potássio, cálcio emagnesio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) Cultivar "Campina" ANAIS DA **ESALQ**, v.2,,p.323-337,1971.,

NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N,F. **Ensaio em ambiente controlado**. In: OLIVEIRA, A.J de; GARRIDO, W.E.; ARAÚJO, J.D de; LOURENÇO, S. (coords.). Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: EMBRAPA. 1991. Cap.2, p189-198. (EMBRAPA-SEA. Documento, 3)

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA FILHO, A.F.; MEDEIROS, J. F.; ALMEIDA JUNIOR, A. B.; LINHARES, P.C.F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p.206-211, 2009.

PEREIRA, F. J. S. et al. Perdas de solo em um Latos solo Vermelho-Escuro, textura argilosa devidas a impacto de gotas de chuva simulada e escoamento superficial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., Porto Alegre, 1991. *Anais...* Porto Alegre, 1991. p.138.

POPOVA, G.M.; MOSHKIN, V.A. Botaniacal classifacation.In; MOSHKIN,V.A (Ed). **Castro**. New Delhi: Amerind. 1986.p.11-27.

PRATA, F.C. Gergelim In: PRATA, F. da C. **Principais cultivos do Nordeste** Fortaleza: Imprensa Universitaria do Ceará, 1969,p. 153-162 POTAFOS, INSTITUTO DE POTASSA & FOSFATO. **Manual Internacional de fertilidade do solo**. Piracicaba, 1998, 177p.

REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo planta atmosfera. V.1.fundação Kargill, campinas, 1985

RIBEIRO, A.C., GUIMARÃES, P. T. G., ALVAREZ V., V. H. (ed.) Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Viçosa, 1999. 359p.

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

RODA, L.S.A.; ROGINSKI, E.C. **Compostagem de lodo secundário com rejeitos orgânicos**. Curitiba: SUREHMA/SANEPAR, 1983. 62p.

RODRIGUES, L.N.; NERY, A.R.; CARVALHO, A.P.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M. Crescimento foliar da mamoneira irrigada com esgoto doméstico sob diferentes níveis de reposição da evapotranspiração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, 2006, Aracajú. **Anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006a. CD – ROM

ROSS, S.M.; KING, J.R.; IZAURRALDE, C. et al. Weed suppression by seven clover species. **Agronomy Journal**, Madison, v.93, p.820-827, 2001.

SAVY, FILHO, A; BANZATO, N. V. BARBOSA, M. Z.; MIGUEL, A.M.R.O.; DAVI, L.O.C. RIBEIRO, F. M. Mamona. In: COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Oleaginosas no estado de são Paulo**. Análise de diagnóstico. Campinas, 1999. 39p.

SANTOS, J. B.; AZEVEDO, C. A. V.; RIOS, D. M.; SANTOS, C. A. A.; SANTIAGO, A. N.; BELTRÃO, N. E. M.; ALVES, G. S. Desempenho vegetativo de cultivares de mamona em regime de sequeiro no município de Angical – BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica. **Resumos...** Salvador: Embrapa Algodão.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Enrolamento e expansão das folhas de milho submetidas a déficit hídrico em diferentes solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v, 3,n.1,JAN-ABR.1999pg 1-6.UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA.

SANTOS, R.F.; BARROS, M.A.L.; MARQUES, F.M.; FIRMINO, P.T. REQUIÃO, L.E; G. Análise Econômica In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: EMBRAPA serviço de comunicação tecnológica, 2001. 350p.

SEVERINO, L. S. **O que sabemos sobre a torta de mamona**. Campina Grande: Embrapa algodão, 2005.31p. (documento, 134).

SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N.E.M.; DANTAS, J.P.; MORAES, C.R.A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis*): descrição do efeito sobre o crescimento a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO MAMONA, 1., 2004a, Campina Grande. **Energia e sustentabilidade - Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD-ROM.

SEVERINO, L.S.; COSTA. F.X.; BELTRÃO, N. E. de M.; LUCENA, A.M.A. de GUIMARÃES, M.M.B. Mineralização da torta de mamona,esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana.**Revista de Biologia e Ciências da terra**,v.5, 2004.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; FREIRE, W. S. de A.; CASTRO, G. D.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. **Adubação Química da Mamoneira com Macro e Micronutrientes em Quixeramobim**,

CE. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 24 p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 61).

SCIVITTARO, W. B.; PILLON, C. N. **Calagem e adubação para a cultura da mamona.**

SIDRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO. A influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo Distrófico. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v.7, n.1, p.103-106, 1983.

SICM – SECRETARIA DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E MINERAÇÃO. **Diagnóstico e oportunidades de investimentos: mamona.** Salvador: SEBRAE, 1995. 64p. v.5.

SILVA DA, T.R.B.; LEITE, V.E.; SILVA DA, A.R.B.; VIANA, L. H. **Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto.** *Pesq. agropec. bras.* vol. 42, no.9, Brasília Sept. 2007

SOUZA, R.M. **Efeito do farelo de mamona destoxicada sobre os valores hematológicos de suínos.** 1979. 43p. Dissertação de mestrado. UFMG, Belo Horizonte.

SOUZA, M.A.F.; ALBUQUERQUE, G.A.; ROSENHAIM, R.; CANDEIA, R.A. **Obtenção de Biodiesel utilizando misturas de óleo de peixe e canola: caracterização térmica.** In: Congresso Internacional de Agro energia e Bicomustíveis --- Energia de Resultados. Anais ... Teresina-PI,CD-ROM.2007.

STAMPFORD, N.P.; ALBUQUERQUE, M.H.; SANTOS, D.R. Aproveitamento do nitrogênio pelo sorgo em sucessão a leguminosas incorporadas em diferentes épocas de corte. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.2, p.221-227, 1994.

TÁVORA, F.J.A.F. **A cultura da mamona.** Fortaleza: Empresa de Pesquisa Agropecuária do ceará, 1982. 111p.

VIEIRA, R.M.; LIMA, E.F.; Batista, F.A.S. Diagnostico e perspectivas da mamona no Brasil. In: **Reunião temática de matérias-primas oleaginosas no Brasil:** diagnostico, perspectivas e prioridades de pesquisa. 1997. Campina Grande. **Anais.** Campina Grande: EMBRAPA - Algodão, 1998.p.139-150.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P.; KARAM, D. Dinâmica de populações de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch. Sob manejos de solo e de herbicidas. 2. Emergência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.1, p.27-35, 1996.

WEISS, E. A. **Oilseed crops.** London: Longman, 1983. 660p.

WITHERS, B.; VIPOND. S. **Irrigação: Projeto e pratica.** 3. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 339p.

APÊNDICES

APÊNDICE A

CRONOGRAMA DO EXPERIMENTO

- Preparação dos vasos: 9 de Abril 2009
- 1ª Primeira Aplicação de K: 4,7 g/vaso de KCl: 9 de Abril 2009 (junto com o esterco em fundação)
- 1ª Aplicação de P: 90 g/vaso de Super fosfato Simples: 9 de Abril 2009 (junto com o esterco em fundação)
- Aplicação de água para deixar solo na CC (20 litros em cada vaso): 16 de Abril de 2009
- Semeio da Mamona: 17 de Abril de 2009
- Germinação da Mamona: 24 de Abril de 2009
- 1º Desbaste: 1º de Maio (ficaram 3 plantas)
- 2º Desbaste: 14 de Maio de 2009 (ficou 1 planta)
- 1ª Bateria de leituras: 15 de Maio de 2009 (altura da planta, diâmetro do caule, # de folhas, Comprimento da nervura central de cada folha)
- Aplicação de fungicida (Agrinose: 0,5 g/litro) e inseticida (Confidor 0.4g/litro): 19 de Maio de 2009
- Segunda aplicação de K: 21 de Maio (4,7 g de KCl /vaso)
- 2ª Bateria de leituras: 4 de Junho
- 3ª Bateria de leituras: 25 de Junho
- Aplicação de acaricida: 29/06/2009
- Terceira e última aplicação de K: 24 de Junho de 2009 (4,7 g de KCl/vaso)
- 4ª Bateria de leituras: 18/07/09
- Aplicação de fungicida: Carbundrezin: 200 litros de calda/ha, 0,5 litros/ha, 0,5 litros/200litros de água (1 ha = 3333 plantas/há)
- 5ª Bateria de leituras: 07 de Agosto de 2009
- 6ª Bateria de leituras: 27 de Agosto de 2009
- Aplicação de fungicida (Agrinose: 0,5 g/litro) nos cortes das plantas cortadas
- 7ª Bateria de leituras: 18 de Setembro de 2009
- Colheita final do experimento. 18 e 19 de Setembro de 2009. Foram deixados brotes de 30 cm de comprimento.
- Aplicação de fungicida (Agrinose: 0,5 g/litro) nos cortes das plantas cortadas.

APÊNDICE B

LABORATORIO DE ENGENHARIA E SALINIDADE		Nº DA AMOSTRA: 1-2-3-4			
ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO		1M ₃ CB ₁	2E ₂ DB ₁	3M ₂ CB ₁	4E ₃ DB ₁
Cálcio (meq/100g solo)		2,22	2,78	2,2	3,44
Magnésio (meq/100g solo)		0,98	1,72	1,4	1,96
Sódio (meq/100g solo)		0,44	0,53	0,34	0,74
Potássio (meq/100g solo)		0,19	0,61	0,16	0,76
Hidrogênio (meq/100g solo)		0,00	0,00	0,00	0,00
A alumínio (meq/100g solo)		0,00	0,00	0,02	0,00
Carbonato de Cálcio Qualitativo		Ausência	Ausência	Ausência	Ausente
Carbono Orgânico %		0,24	0,3	0,19	0,3
Matéria Orgânica%		0,41	0,51	0,32	0,51
Nitrogênio%		0,02	0,03	0,02	0,03
Fosfato assimilável mg/100g		23,64	26,29	34,56	48,25
pH H ₂ O (1: 2,5)		6,91	7,87	6,82	8,00
Cond. Elétrica-mmhos/cm					
(Suspensão Solo-Água)		0,43	0,83	0,45	1,17

APÊNDICE C



CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS MUNICÍPIO: Campina Grande
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LOCAL: UFCEG
 LABORATORIO DE ENGENHARIA E SALINIDADE N^o DA AMOSTRA: 5-6-7-8

ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO

	5M2DB1	6M1DB1	7E1CB1	8M3DB1
Cálcio (meq/100g solo)	1,97	1,70	3,29	2,29
Magnésio(meq/100g solo)	1,24	0,92	1,76	1,68
Sódio (meq/100g solo)	0,53	0,25	0,46	0,46
Potássio(meq/100g solo)	0,40	0,14	0,82	0,21
Hidrogênio(meq/100g solo)	0,00	0,07	0,00	0,27
A alumínio (meq/100g solo)	0,00	0,09	0,00	0,09
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Presença	Ausência	Presença	Ausente
Carbono Orgânico %	0,39	0,22	0,45	0,24
Matéria Orgânica%	0,67	0,38	0,77	0,41
Nitrogênio%	0,04	0,02	0,04	0,02
Fosfato assimilável mg/100g	23,60	23,76	31,95	24,77
pH H ₂ O (1: 2,5)	7,12	6,81	8,51	6,70
Cond. Elétrica-mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)	0,75	0,27	0,58	1,47

APÊNDICE D



CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS MUNICIPIO: Campina Grande

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRICOLA LOCAL: UFPA

LABORATORIO DE ENGENHARIA E SALINIDADE N^o DA AMOSTRA: 9-10-11-12

ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO

	9E1DB1	10E2CB1	11E3CB1	12M1CB1
Cálcio (meq/100g solo)	2,66	2,58	3,17	2,35
Magnésio(meq/100g solo)	1,84	1,54	1,83	1,67
Sódio (meq/100g solo)	0,53	0,22	0,49	0,40
Potássio(meq/100g solo)	0,58	0,46	0,76	0,16
Hidrogênio(meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
A alumínio (meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Presença	Presença	Presença	Presença
Carbono Orgânico %	0,39	0,52	0,58	0,27
Matéria Orgânica%	0,67	0,89	1,00	0,46
Nitrogênio%	0,04	0,05	0,06	0,03
Fosfato assimilável mg/100g	35,34	17,05	32,24	22,24
pH H ₂ O (1: 2,5)	7,50	8,26	8,37	7,20
Cond. Elétrica-mmhos/cm				
(Suspensão Solo-Água)	0,78	0,25	0,68	0,46

APÊNDICE E



CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS MUNICÍPIO: Campina Grande

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LOCAL: UFPA

LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E SALINIDADE N^o DA AMOSTRA 13-14-15-16-

ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO

	13M3CB2	14E2DB2	15M1DB2	16M1CB2
Cálcio (meq/100g solo)	1,93	2,83	1,99	2,27
Magnésio(meq/100g solo)	1,17	2,13	1,38	1,09
Sódio (meq/100g solo)	0,25	0,53	0,38	0,13
Potássio(meq/100g solo)	0,12	0,60	0,16	0,14
Hidrogênio(meq/100g solo)	0,39	0,00	0,10	0,00
Alumínio (meq/100g solo)	0,07	0,00	0,10	0,00
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausência	Presença	Ausência	Ausência
Carbono Orgânico %	0,24	0,61	0,30	0,49
Matéria Orgânica%	0,41	1,05	0,51	0,84
Nitrogênio%	0,02	0,06	0,03	0,05
Fosfato assimilável mg/100g	33,78	17,56	20,29	32,57
pH H ₂ O (1: 2,5)	6,63	7,78	6,75	7,03
Cond. Elétrica-mmhos/cm				
(Suspensão Solo-Água)	0,30	0,60	0,54	0,18

APÊNDICE F



CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

MUNICÍPIO: Campina Grande

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

LOCAL: UFPA

LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E SALINIDADE

Nº DA AMOSTRA 17-18-19-20

ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO

	17M2DB2	18M3DB2	19E3DB2	20E2CB2
Cálcio (meq/100g solo)	2,13	1,99	2,88	2,77
Magnésio (meq/100g solo)	1,75	1,47	1,42	1,81
Sódio (meq/100g solo)	0,25	0,12	0,55	0,60
Potássio (meq/100g solo)	0,28	0,21	1,41	0,88
Hidrogênio (meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Alumínio (meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausência	Presença	Presença	Presença
Carbono Orgânico %	0,37	0,13	0,41	0,43
Matéria Orgânica %	0,64	0,22	0,70	0,74
Nitrogênio %	0,03	0,01	0,04	0,04
Fosfato assimilável mg/100g	18,45	27,54	32,34	36,90
pH H ₂ O (1: 2,5)	7,04	7,13	8,20	7,85
Cond. Elétrica-mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)	0,36	0,23	0,72	0,93

APÊNDICE G



CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS MUNICIPIO: Campina Grande

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRICOLA LOCAL: UFPA

LABORATORIO DE ENGENHARIA E SALINIDADE N° DA AMOSTRA 21-22-23-24

ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO

	21E1DB2	22M2CB2	23E1CB2	24E3CB2
Cálcio (meq/100g solo)	2,91	2,25	2,28	2,43
Magnésio(meq/100g solo)	1,89	1,54	1,20	1,52
Sódio (meq/100g solo)	0,56	0,39	0,17	0,37
Potássio(meq/100g solo)	0,68	0,23	0,46	0,65
Hidrogênio(meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Alumínio (meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Presença	Ausência	Presença	Presença
Carbono Orgânico %	0,30	0,26	0,33	0,43
Matéria Orgânica%	0,51	0,44	0,57	0,74
Nitrogênio%	0,03	0,03	0,03	0,04
Fosfato assimilável mg/100g	19,23	27,34	13,89	22,47
pH H ₂ O (1: 2,5)	7,56	6,93	7,89	8,34
Cond. Elétrica-mmhos/cm				
(Suspensão Solo-Água)	1,08	0,48	0,26	0,45

APÊNDICE H



CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS MUNICIPIO: Campina Grande

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRICOLA LOCAL: UFPA

LABORATORIO DE ENGENHARIA E SALINIDADE Nº DA AMOSTRA 25-26-27-28

ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO

	25E3CB3	26M1DB3	27M3DB3	28M1CB3
Cálcio (meq/100g solo)	2,43	2,10	2,06	1,64
Magnésio(meq/100g solo)	1,70	1,92	1,57	1,18
Sódio (meq/100g solo)	0,39	0,39	0,17	0,08
Potássio(meq/100g solo)	0,72	0,33	0,23	0,12
Hidrogênio(meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Alumínio (meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Presença	Ausência	Ausência	Ausência
Carbono Orgânico %	0,61	0,37	0,39	0,53
Matéria Orgânica%	0,05	0,64	0,67	0,91
Nitrogênio%	0,06	0,04	0,04	0,05
Fosfato assimilável mg/100g	22,74	17,87	21,34	23,21
pH H ₂ O (1: 2,5)	8,44	7,04	7,10	7,12
Cond. Elétrica-mmhos/cm				
(Suspensão Solo-Água)	0,56	0,60	0,19	0,12

APÊNDICE I



CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS MUNICÍPIO: Campina Grande
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LOCAL: UFPA
 LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E SALINIDADE Nº DA AMOSTRA 29-30-31-32

ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO

	29E1CB3	30M2CB3	31M2DB3	32E1DB3
Cálcio (meq/100g solo)	2,24	2,20	2,42	2,88
Magnésio (meq/100g solo)	1,88	1,86	1,09	1,11
Sódio (meq/100g solo)	0,23	0,20	0,42	0,40
Potássio (meq/100g solo)	0,35	0,18	0,32	0,58
Hidrogênio (meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Alumínio (meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Presença	Ausência	Presença	Presença
Carbono Orgânico %	0,35	0,30	0,27	0,39
Matéria Orgânica%	0,60	0,51	0,46	0,67
Nitrogênio%	0,03	0,03	0,03	0,04
Fosfato assimilável mg/100g	26,89	26,19	30,89	35,68
pH H ₂ O (1: 2,5)	7,70	7,06	7,20	7,70
Cond. Elétrica-mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)	0,23	0,25	0,43	0,58

APÊNDICE J



CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

MUNICÍPIO: Campina Grande

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

LOCAL: UFPA

LABORATORIO DE ENGENHARIA E SALINIDADE

Nº DA AMOSTRA 33-34-35-36

ANÁLISE DA FERTILIDADE DO SOLO

	33E2DB3	34E3DB3	35E2CB3	36M3CB3
Cálcio (meq/100g solo)	2,97	2,82	2,50	2,16
Magnésio(meq/100g solo)	1,48	2,05	1,15	1,16
Sódio (meq/100g solo)	0,18	0,31	0,28	0,30
Potássio(meq/100g solo)	0,25	0,76	0,56	0,11
Hidrogênio(meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Alumínio (meq/100g solo)	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Presença	Presença	Presença	Ausência
Carbono Orgânico %	0,45	0,70	0,39	0,49
Matéria Orgânica%	0,77	1,20	0,67	0,84
Nitrogênio%	0,04	0,07	0,04	0,05
Fosfato assimilável mg/100g	41,34	37,91	19,47	37,33
pH H ₂ O (1: 2,5)	8,03	8,33	7,90	7,00
Cond. Elétrica-mmhos/cm				
(Suspensão Solo-Água)	0,22	0,45	0,50	0,40

APÊNDICE H

ILUSTRAÇÕES DO EXPERIMENTO

Montagem do experimento



40 dias após plantio



APÊNDICE H

ILUSTRAÇÕES DO EXPERIMENTO

Montagem do experimento



40 dias após plantio



Colheita

