



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO SOLO

VANESSA DE FÁTIMA LIMA DE PAIVA MEDEIROS

UTILIZAÇÃO DE TORTA DE MAMONA PARA ADUBAÇÃO DO
ALGODOEIRO BRS VERDE

MOSSORÓ-RN

2010

VANESSA DE FÁTIMA LIMA DE PAIVA MEDEIROS

**UTILIZAÇÃO DE TORTA DE MAMONA PARA ADUBAÇÃO DO
ALGODOEIRO BRS VERDE**

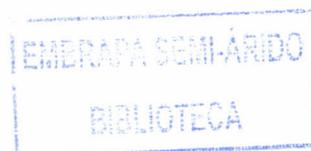
Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para a obtenção do título de "Mestre em Ciência do Solo".

Orientador: Davi José Silva

Co-orientador: Fábio Henrique Tavares de Oliveira

MOSSORÓ-RN

2010



TS
08/2010

Unidade:	CNAISS
Valor aquisição:	
Data aquisição:	
N.º Al. Fiscal/Fatura:	
Fornecedor:	
N.º OCS:	
Origem:	
N.º Registro:	08/2010

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca "Orlando Teixeira" da UFERSA

M488u Medeiros, Vanessa de Fátima Lima de Paiva.

Utilização de torta de mamona para adubação do algodoeiro BRS verde / Vanessa de Fátima Lima de Paiva Medeiros. -- Mossoró, 2010.

58 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.

Orientador: Prof.º D. Sc. Davi José Silva.

Co-orientador: Prof.º D. Sc. Fábio Henrique Tavares de Oliveira.

1. *Gossypium hirsutum* L. 2. Fertilidade do solo. 3. Adubação.
I. Título.

Bibliotecário: Sale Mário Gaudêncio

CRB-15/476

VANESSA DE FÁTIMA LIMA DE PAIVA MEDEIROS

UTILIZAÇÃO DE TORTA DE MAMONA PARA ADUBAÇÃO
DO ALGODOEIRO BRS VERDE

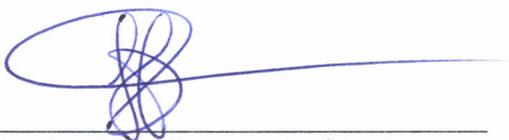
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte dos requisitos para obtenção do título de "Mestre em Ciências do Solo".

Aprovada em: 30 de Junho de 2010

Banca examinadora:



Dr. Davi José Silva
Embrapa Semiárido
Orientador



Prof. Dr. Fábio Henrique Tavares de Oliveira
UFERSA
Co-orientador



Dr. José da Cunha Medeiros
Embrapa Algodão
Examinador

Ao meu marido Vítor e nossa filha, Fernanda...

Por todo o apoio.

Pela paciência.

Pelo amor e carinho.

Pela confiança e atenção.

Obrigada por acreditarem em mim. Amo vocês!

Ofereço

À minha mãe...

Por acreditar e contribuir em minhas conquistas.

Pelo incentivo e força nos momentos difíceis.

E, por além de ser mãe, ser amiga, sempre.

Dedico

BIOGRAFIA

VANESSA DE FÁTIMA LIMA DE PAIVA MEDEIROS, nasceu na cidade do Natal no estado do Rio Grande do Norte, em 28 de fevereiro de 1983. Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido em dezembro de 2007. Já em 2008, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo na Universidade federal Rural do Semi-Árido.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha saúde e pela família que construí.

À minha família, pelo incentivo e ajuda nos momentos difíceis.

Ao Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em especial ao Programa de Pós-Graduação em ciências do solo, pelo aprendizado e oportunidade de realização do curso.

Ao projeto Casadinho do CNPq por proporcionar suporte financeiro para a execução deste trabalho.

Ao Professor Fábio Henrique Tavares de Oliveira, por toda atenção prestada, pela ajuda preciosa, por acreditar no meu trabalho, pela dedicação ao ensino, profissionalismo e por proporcionar a realização deste trabalho. Minha sincera gratidão.

Ao Professor Davi José Silva, por aceitar o desafio e pelas orientações valiosas. Muito obrigada!

À minha querida amiga Danielly Formiga Braga, por todos esses anos de companherismo, amizade sincera e apoio quando longe de casa. Amizade para a vida inteira. Obrigada!

Aos colegas do departamento de solo, Antônia Rosimeire, Matoso, Geordana, Gabriela, Alexandre e todos aqueles que contribuíram para concretizar este trabalho.

Ao colega Lucas, pela importante contribuição e dedicação na condução do experimento.

A Professora Cybelle Barbosa e Lima por toda ajuda, pela amizade conquistada, incentivo e paciência.

Ao pesquisador da Embrapa e "tio" José da Cunha Medeiros, por todo o incentivo e apoio tanto no trabalho quanto na vida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo da UFERSA, pela grande contribuição.

À FAPERN pela concessão da bolsa de pós-graduação.

À todos que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

RESUMO

VANESSA DE FÁTIMA LIMA DE PAIVA MEDEIROS. **UTILIZAÇÃO DE TORTA DE MAMONA PARA ADUBAÇÃO DO ALGODOEIRO BRS VERDE.** Mossoró - RN, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Junho de 2010. 58 f..il. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo. Orientador: Professor Davi José Silva.

A cultivar de algodão BRS verde (*Gossypium hirsutum* L.) possui grande potencial na região Nordeste, com produtividade de até 2,5 t ha⁻¹ em regime de sequeiro e pode atingir um potencial de produção ainda maior em condições irrigadas. A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta rústica, resistente à seca e com alta capacidade de adaptação às diferentes condições de clima e solo. O processo de produção de biodiesel diretamente da semente de mamona gera um subproduto (torta PDS), que tem grande utilidade na agricultura, podendo servir ao próprio agricultor como adubo e ainda para sua comercialização. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da torta PDS de mamona e da sua substituição à recomendação de nitrogênio mineral sobre a produção e qualidade da fibra do algodoeiro cv. BRS verde. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 10 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constituíram de cinco doses de torta de mamona, 0, 3, 6, 9 e 12 t ha⁻¹ e cinco doses de torta nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75%, 100% em substituição à dose de nitrogênio mineral. A avaliação do estado nutricional da planta revelou que houve diferenças significativas entre os tratamentos para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S. As doses crescentes de torta PDS de mamona proporcionaram aumentos nas concentrações foliares de N, P, Mg e S. A torta PDS de mamona incrementou a produtividade do algodoeiro confirmando a sua eficiência como adubo em disponibilizar nutrientes para as plantas. A produtividade obtida com a dose 12 t ha⁻¹ foi de 2.286 kg ha⁻¹, equivalente a produção obtida com a adubação mineral completa, de 2.183 kg ha⁻¹, indicando que esta dose de torta PDS de mamona pode substituir totalmente a adubação mineral. Assim, a utilização da torta PDS de mamona mostrou ser uma alternativa bastante viável do ponto de vista econômico e ambiental, por dar destino às grandes quantidades de resíduos produzidos na extração de óleo na fabricação do biodiesel. De maneira geral, não houve interferência dos tratamentos nas variáveis que compõem a qualidade da fibra do algodoeiro BRS verde.

Palavras chaves: *Gossypium hirsutum* L.; Fertilidade do solo; Adubação.

ABSTRACT

VANESSA DE FÁTIMA LIMA DE PAIVA MEDEIROS. **USE OF CASTOR MEAL TO FERTILIZATION OF BRS VERDE COTTON.** Mossoró - RN, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, June 2010. 58 f.:il. Dissertation. Graduate Program in Soil Science. Advisor: Teacher Davi José Silva.

The cultivar of BRS verde cotton has a great yield potential in the Northeast of Brazil, with productivity up to 2.5 t ha^{-1} at dryland conditions and can reach higher yield potential in irrigated areas. The castor oil plant (*Ricinus communis* L.) is a rustic plant, drought resistant and highly adaptable to different climate and soil conditions. The process of biodiesel production directly from the castor seed produces a by-product (PDS meal), which is very useful in agriculture, the farmer himself may use it as fertilizer and for marketing. This study was carried out to evaluate the effects of PDS castor seed meal and its replacement to mineral nitrogen recommendation on the production and fiber quality of BRS verde cotton cultivar. The experimental design was made through randomized blocks with 10 treatments and four replications. The treatments consisted of five doses of castor seed meal, 0, 3, 6, 9 and 12 t ha^{-1} and five doses of meal in the proportions of 0%, 25%, 50%, 75%, 100% replacing the dose of mineral nitrogen. Plant nutritional status showed significant differences between treatments for nutrients N, P, K, Ca, Mg and S. The increasing doses of PDS castor seed meal induced increases in foliar concentrations of N, P, Mg e S. The PDS castor seed meal has increased the cotton yield confirming its effectiveness as a fertilizer in nutrient availability to plants. The yield obtained with 12 t ha^{-1} of PDS meal was $2,286 \text{ kg ha}^{-1}$. It was equivalent to yield obtained at complete mineral fertilization, which was $2,183 \text{ kg ha}^{-1}$, indicating that this level of PDS meal can totally replace mineral fertilization. Therefore, the use of PDS castor seed meal showed to be a viable alternative, from economic and environmental viewpoint, because it gives a destination to the large quantities of waste generated in the process of biodiesel production. Overall, there was no interference of treatments in the variables that make up the quality of BRS verde cotton fiber.

Key words: *Gossypium hitsutum* L.; Soil fertility; Fertilization.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 O algodão colorido	17
2.2 O algodão BRS verde	19
2.3 A cultura da mamona para a produção de biodiesel e subprodutos	20
2.4 Nutrição e adubação do algodoeiro	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Variáveis avaliadas	33
3.1.1 Análise do tecido vegetal	33
3.1.2 Produção do algodão em caroço	33
3.1.3 Características agronômicas da fibra	33
3.2 Análise estatística	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1 Avaliação do estado nutricional das plantas	35
4.2 Avaliação da produtividade e qualidade da fibra	42
5 CONCLUSÕES	50
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1.** Quantidades de torta PDS de mamona e fertilizantes minerais aplicadas na adubação de fundação 31
- Quadro 2.** Quantidades de torta PDS de mamona e fertilizantes minerais aplicadas nas adubações de 1° e 2° coberturas 32
- Quadro 3.** Teor de nutrientes na torta PDS de mamona 32
- Quadro 4.** Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na folha diagnóstica do algodoeiro em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada 35
- Quadro 5.** Médias para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na folha diagnóstica do algodoeiro em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada 36
- Quadro 6.** Contrates para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na folha diagnóstica do algodoeiro entre os tratamentos testemunha⁽¹⁾ e duas doses de torta de mamona aplicadas ao solo 42
- Quadro 7.** Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) da produtividade de algodão em caroço (PROD), percentagem de fibra (FIBRA), comprimento (UHM), uniformidade (UNF), índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR) em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada 44
- Quadro 8.** Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) das características alongamento à ruptura (ELG), índice micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd), grau de amarelo (+b) e índice de fiabilidade (CSP) da fibra em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada 44
- Quadro 9.** Médias para os valores de produtividade de algodão em caroço (PROD), percentagem de fibra (FIBRA), comprimento (UHM), uniformidade (UNF), índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR) em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada 47

Quadro 10. Médias para os valores de alongamento à ruptura (ELG), índice micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd), grau de amarelo (+b) e índice de fiabilidade (CSP) em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada

48

Quadro 11. Contrastes para os valores de produtividade de algodão em caroço (PROD) e índice de fibras curtas (SFI) entre os tratamentos testemunha⁽¹⁾ e duas doses de torta de mamona aplicadas ao solo

49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Teores de N, P, K, Ca, Mg e S na folha diagnóstica do algodoeiro em função da aplicação de doses de torta PDS de mamona. 38
- Figura 2.** Teores de N, P, K, Ca, Mg e S na folha diagnóstica do algodoeiro em função da aplicação de proporções de torta PDS de mamona em substituição a recomendação de N. 39
- Figura 3.** Produtividade e Índice de fibras curtas (SFI) em função da aplicação de doses de torta PDS de mamona. 45
- Figura 4.** Produtividade e Índice de fibras curtas (SFI) em função da aplicação de proporções de torta PDS de mamona em substituição a recomendação de N. 46

1 INTRODUÇÃO

O algodão se tornou a principal fibra têxtil do mundo e maior produto das Américas depois da revolução industrial no século XVIII. Desde que começou a se tornar uma cultura econômica, o algodão tem sempre figurado no grupo vanguardeiro das atividades que carregam divisas para o País. Embora não seja cultivado de modo generalizado em todo o território, o algodão, até 1980, estava classificado entre as sete primeiras culturas no tocante ao valor de produção.

A disseminação do bicudo (*Anthonomus grandis*), principal praga do algodoeiro, responsável por prejuízos em todo o país, gerou uma crise no setor na década de 80. A recuperação da produção do algodão nacional começou a se estabelecer a partir de 1990 com a definição de novas estratégias para garantir o mercado. Duas metas foram definidas e trabalhadas: o algodão em bases empresariais no Cerrado do Centro-Oeste e Nordeste e o algodão colorido no semi-árido do Nordeste (Nordeste Rural, 2009).

O algodão com fibras naturalmente coloridas existe há cerca de 5.000 anos, nativo de uma ampla dispersão geográfica que engloba Egito, Paquistão, China e Américas Central, do Norte e do Sul. É encontrado em duas cores: verde e marrom, em várias tonalidades. Estas variedades foram sendo mantidas ao longo dos anos por comunidades tradicionais do México, Guatemala e Peru. Cerca de 20 mil índios e pequenos agricultores peruanos, que ainda cultivam rotineiramente variedades nativas de algodão colorido e foram os responsáveis por sua manutenção ao longo dos anos, representam o maior grupo de produtores de fibras e fios naturalmente coloridos no mundo (Bio-Pirateria, 1999).

Uma das alternativas para a adubação da cultura do algodoeiro é a utilização de torta de mamona. A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta oleaginosa pertencente à família das Euforbiáceas, sendo a Índia, a China e o Brasil respectivamente, os maiores produtores mundiais. O principal produto da mamoneira é seu óleo, o qual possui propriedades químicas peculiares que o fazem único na natureza. A mamona foi escolhida como uma das oleaginosas fornecedoras de matéria prima para fabricação de biodiesel no Brasil. O processo de produção de biodiesel diretamente da semente de mamona gera um subproduto (torta PDS), que tem grande utilidade na agricultura, podendo servir ao próprio agricultor como fertilizante orgânico para a produção vegetal, inclusive

de oleaginosas, ciclando os nutrientes exportados por estas culturas das respectivas áreas de produção destinadas à fabricação de biodiesel. (Freitas, 2009). O uso da torta como uma alternativa de adubação além de dar destino aos resíduos da produção do biodiesel, acaba barateando os custos no processo produtivo, permitindo ao agricultor uma economia considerável.

O emprego de fertilizantes orgânicos está associado, também, à melhoria das propriedades do solo, como também da retenção de água, propriedades físicas e estabelecimento de microrganismos benéficos (Doran, 1995; Drinkwater et al., 1995). A vantagem do uso de adubo orgânico em relação à aplicação de fertilizantes químicos é a liberação gradual dos nutrientes à medida que são demandados para o crescimento da planta. Se os nutrientes forem imediatamente disponibilizados no solo, como ocorre com os fertilizantes químicos, podem ser perdidos por volatilização (principalmente o nitrogênio), fixação (fósforo) ou lixiviação (principalmente o potássio). Por outro lado, a mineralização de alguns materiais orgânicos pode ser excessivamente lenta, como ocorre com o bagaço de cana, de forma que os nutrientes não são disponibilizados em quantidade suficiente e o crescimento da planta é limitado por carência nutricional (Severino et al, 2004).

Diante da importância da cultura e do uso da torta PDS de mamona como adubo, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da torta PDS de mamona e da sua substituição à recomendação de nitrogênio mineral sobre a produção e qualidade da fibra do algodoeiro cv. BRS verde.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O algodão colorido

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) pertence ao grupo de plantas das dicotiledoneas, família Malvaceae. O algodoeiro herbáceo pertence à raça *Latifolium* Hutch. Os cultivares diferenciam-se quanto ao tamanho da fibra (curto, médio, longo), ciclo curto (120-140 dias); ciclo longo (150-180 dias), porte alto ou baixo, resistência ou susceptibilidade à doenças, entre outras características (SEAGRI/BA, 2009).

O algodoeiro é uma planta ereta, anual ou perene, dotada de raiz principal cônica, pivotante, profunda, e com pequeno número de raízes secundárias grossas e superficiais. O caule herbáceo ou lenhoso, tem altura variável e é dotado de ramos vegetativos (4 a 5 intraxilares, na parte de baixo), e ramos frutíferos (extraxilares, na parte superior). As folhas são pecioladas, geralmente cordiformes, de consistência coriácea ou não e inteiras ou recortadas (3 a 9 lóbulos). As flores são hermafroditas, axilares, isoladas ou não, cor creme nas recém-abertas (que passa a rósea e purpúreo) com ou sem mancha purpúrea na base interna. Elas se abrem a cada 3-6 dias entre 9-10 horas da manhã. Os frutos (chamados "maçãs" quando verdes e "capulhos" pós abertura) são cápsulas de deiscência longitudinal, com 3 a 5 lojas cada uma, encerrando 6 a 10 sementes. As sementes são revestidas de pêlos mais ou menos longos, de cor variável, (creme, branco, avermelhado, azul ou verde) que são fibras (os de maior comprimento) e línter (os de menor comprimento e que não são retirados pela máquina beneficiadora). As fibras provêm das células da epiderme da semente e tem, como características agrônômicas, comprimento, finura, maturidade, resistência, entre outras (SEAGRI/BA, 2009).

Na década de 80, pesquisadores da Embrapa realizaram viagens pelos vários Estados do Nordeste a fim de coletar sementes de plantas de algodão remanescentes de antigos plantios ou que estavam em locais próximos a algodoeiros, nas margens de estradas, matas e outros locais. Estas sementes que completariam o banco ativo de germoplasma já existente na Embrapa foram armazenadas em câmara fria, servindo como fonte de genes para futuros trabalhos de melhoramento (Picciotto & Shewchenkon, 2006).

O programa de melhoramento objetivando a obtenção de cultivares de algodão de fibra de cor foi iniciado pela marrom, já que se tinha variabilidade para este fator no algodoeiro arbóreo ou mocó singular no Nordeste do Brasil. Foram avaliados 11 acessos de algodão arbóreo de cor marrom e introduzidos outros tipos, que via seleções e cruzamentos, originou a cultivar BRS 200 - Marrom (Embrapa Algodão, 2003).

Novas cultivares foram desenvolvidas para a implantação do algodão colorido no semi-árido do Nordeste, e foi trabalhada a valorização da produção artesanal, orgânica e familiar, com apoio a pequenas indústrias locais, geração de moda própria, consolidação da marca e marketing nacional e internacional e a organização da cadeia produtiva (Nordeste Rural, 2009).

A cultivar BRS verde, é geneticamente semelhante ao cultivar CNPA 7H, que nos últimos cinco anos foi a mais plantada no Nordeste do Brasil, em especial pelos pequenos produtores ligados à agricultura familiar, diferindo apenas por um único gene, o que promove a fibra de cor verde, que veio da cultivar norte-americana, Arkansas Green (Carvalho et al., 2002). O BRS verde foi lançado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, possui grande potencial na região Nordeste, com produtividade de até 2,5 t ha⁻¹ em regime de sequeiro e pode atingir um potencial de produção ainda maior em condições irrigadas (Embrapa, 2002).

A principal vantagem do emprego da fibra colorida é a eliminação do uso de corantes na fase de acabamento do tecido, o que reduz o impacto ambiental do processo de tingimento, sendo apropriado para produção de tecidos ecológicos e orgânicos. Além disso, elimina os riscos de causar alergias em pessoas sensíveis. Outra vantagem da fibra naturalmente colorida é o preço de venda obtido pelos produtores, o dobro em relação à fibra branca convencional (Souza, 2000).

A partir do ano 2000, os algodoeiros de fibra colorida começaram a ser cultivados comercialmente no Brasil, mais especificamente em regiões do interior da Paraíba. A demanda por roupas confeccionadas com esse tipo de fibra naturalmente colorida dava-se, até então, por pessoas alérgicas a corantes químicos sintéticos e para uso de recém nascidos, pelo fato dessas fibras dispensarem tingimento. Houve e ainda há uma demanda por esse tipo de roupa, principalmente na Europa e Japão. Hoje, não apenas esse mercado-alvo prefere

o produto, mas também consumidores que valorizam produtos ecológicos. Conseqüentemente existe um nicho de mercado potencial demandando produtos confeccionados com fibras naturalmente coloridas de algodão, tanto no Brasil quanto no exterior. O plantio em escala comercial está concentrado ainda em algumas regiões produtoras do Estado da Paraíba (Calixto et al, 2009).

Segundo Oliveira & Cosmo Filho (2005), a manufatura do algodão colorido é sem dúvida, uma alternativa economicamente viável de sobrevivência dos agricultores numa terra tão castigada pela seca como o sertão nordestino, ainda que o volume de produção seja ínfimo e não atenda a demanda crescente do mercado brasileiro. Conforme estes mesmos autores, o mercado para o algodão colorido ainda é potencialmente pouco explorado. Mesmo apresentando um alto valor de mercado obtido no exterior, o que propicia uma alta margem de lucro aos produtores quando comparado com o algodão de fibra branca. O desenvolvimento sustentável da cultura do algodão colorido tem forte impacto na geração de emprego e renda de pequenos produtores estabelecidos no semi-árido nordestino.

2.2. O algodão BRS verde

A cultivar BRS Verde foi colocada no mercado em 2003, obtida por meio de métodos de melhoramento genético convencionais. De acordo com Carvalho et al. (2002), em 1996 se realizou o cruzamento entre um material introduzido dos EUA, o Arkansas Green, de fibra verde, com a cultivar de fibra branca CNPA 7H, de ampla adaptação à região Nordeste e de fibra de boa qualidade. Em seguida foram realizados dois retrocruzamentos para a cultivar CNPA 7H com o objetivo de se recuperar algumas características, especialmente as de fibra deste progenitor.

Esta cultivar apresenta as seguintes características, em média: resistência 25,86 gf tex⁻¹; comprimento 29,56; rendimento 2.146 kg ha⁻¹; altura média de plantas 1,27 m; cor da flor e do pólen, creme; folhas são pecioladas, recortadas com 3 lóbulos; um nectário na nervura central; aparecimento do 1º capulho aos 92 dias; altura do 1º ramo frutífero 5º – 6º nós e ciclo 130 – 140 dias (Embrapa, 2002).

Sua pluma tem tido crescente demanda no mercado. Além de adaptadas às fiações modernas, os cultivares de algodão colorido da Embrapa reduzem os

custos de produção para a indústria têxtil e o lançamento de efluentes químicos e tóxicos, por dispensarem o uso de corantes. (Embrapa Algodão, 2009).

2.3. A cultura da mamona para a produção de biodiesel e subprodutos

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta rústica, resistente à seca e com alta capacidade de adaptação às diferentes condições de clima e solo, características estas que a possibilita ser comercialmente cultivada em diferentes regiões do Brasil. No entanto, a resistência à seca da mamoneira não significa que sua produção não seja influenciada pela quantidade de água disponível no solo. Utiliza-se como referência a quantidade mínima de 500 mm de chuvas bem distribuídas ao longo do ciclo da cultura, desejando-se também que na época da colheita haja clima seco (Azevedo et al., 2001). Em vários experimentos realizados na Rússia, Baranov (1986) confirmou que a mamoneira responde bem a irrigação, com incrementos bastante consideráveis, de até mais de oito vezes que o cultivo em regime de sequeiro. Silva et al (2008) no município de Barbalha-CE, ao aplicar diferentes lâminas de irrigação na mamoneira (294,22, 382,50 e 479,75 e 679,75 mm), obtiveram produtividades de 1.170,54, 1.673,40, 1.937,40 e 1.538,22 kg.ha⁻¹ respectivamente. A lâmina de 479,75 mm foi a mais adaptada as condições do experimento, proporcionando maior produtividade para a cultivar BRS energia.

Atualmente, devido à conhecida versatilidade do óleo extraído de suas sementes e de programas de incentivos à cultura como o Biodiesel, tem-se ampliado as expectativas do aumento da demanda do óleo de mamona no mercado mundial (Maciel, 2009).

A região de cultivo da mamoneira mais expressiva no Brasil é o semi-árido Nordeste, que representa 90% da área plantada e 79% da produção, cuja produtividade média nos últimos 30 anos foi de 539 kg.ha⁻¹. Em alguns estados do Sul e Sudeste a produtividade média é de 1145 kg.ha⁻¹, quase o dobro da atual média nacional que é de 595 kg/ha. No sistema de produção adotado pelos agricultores quase todas as atividades empregam mão-de-obra familiar o que faz com que a cultura seja típica de propriedades pequenas (Nóbrega, 2006). A cultura é estritamente industrial, embora o seu apelo social seja importante, pois culturas alimentícias são cultivadas em consórcio com a oleaginosa, compondo a renda do pequeno e médio agricultor. A agroindústria da mamona envolve a

produção da matéria-prima, o setor do processamento do óleo e o desenvolvimento dos derivados. Estima-se que cerca de 80 a 100 mil pessoas vivam em função da agroindústria. No Nordeste, por exemplo, é cultivada em consórcio com culturas alimentícias que, pela inclemência do clima são de alto risco, tornando-se a oleaginosa uma garantia de rentabilidade da área, com ingressos monetários, pelo seu grau de adaptabilidade e rusticidade elevado (Savy Filho, 2007).

A cultura da mamona já está incluída no Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) é um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação de forma sustentável, tanto técnica, quanto economicamente, a produção e uso do Biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda. (Biodiesel, 2009a).

A Petrobrás Biocombustível já possui o domínio completo do processo tecnológico de produção de biodiesel a partir da mamona. O combustível foi obtido com uma mistura de 30% de óleo de mamona e 70% de óleo de girassol, ambos produzidos pela agricultura familiar nos programas de suprimento de oleaginosas da empresa. O trabalho foi desenvolvido pelo Centro de Pesquisa da Petrobras (Cenpes) na Usina de Guamaré, no Rio Grande do Norte, em regime de operação contínua, e está dentro das especificações técnicas da ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. (Petrobras, 2009).

Do resíduo da extração do óleo da mamona tem-se a torta, que tem grande utilidade na agricultura, podendo servir ao próprio agricultor, e na sua comercialização. Em função da presença de substâncias altamente tóxicas em sua composição química, a princípio a torta de mamona somente era empregada como fertilizante; a toxidez se deve a três fontes: a uma proteína extremamente tóxica, denominada ricina, a um alcalóide ligeiramente tóxico, denominado ricinina e a uma fração alergênica, que é um complexo proteína-polissacarideo (Fornazieri Júnior, 1986). A torta e a casca de mamona precisam de maior atenção, pois têm potencial para se tornarem alimentos alternativos para ruminantes, mas ainda não há tecnologia suficiente para seu aproveitamento com esta finalidade (Cândido et al, 2008).

Nas décadas de 1970 e 1980, a mamona, assim como outras fontes renováveis de energia, ganhou destaque pela possibilidade de utilização como

substituto dos derivados do petróleo. A partir desse período, foram descobertas inúmeras aplicações industriais para o óleo de mamona: revestimentos protetores (tintas e vernizes), impermeabilizantes, fluidos hidráulicos, cosméticos, lubrificantes para aviões e naves espaciais, vidros à prova de bala, cabos de fibra óptica, lentes de contato, plastificantes e plásticos etc. Nos últimos anos, as primeiras aplicações do óleo de mamona evoluíram e ganharam novos enfoques. Quanto à geração de energia, o óleo de mamona torna-se propício para fazer frente ao Programa Nacional de Biodiesel que, além da inclusão social, almeja reduzir tanto as importações brasileiras de petrodiesel quanto a queima de combustíveis fósseis. Nesse sentido, destaca-se que além das vantagens sócio-econômicas que a cultura da mamona propicia, essa oleaginosa apresenta teor de óleo acima das demais e, cada hectare cultivado com mamona absorve dez toneladas de gás carbônico, ou seja, o quádruplo da média das outras oleaginosas (Freitas & Fredo, 2005).

A Petrobrás conta com duas rotas tecnológicas para a produção do Biodiesel: uma com a tecnologia mais conhecida, que é a produção do Biodiesel à partir do óleo extraído e a segunda, de produzir o combustível diretamente das sementes das oleaginosas, sem a necessidade da extração do óleo, barateando o processo, já que a matéria-prima custa 80% da produção, e é mais barata que o óleo. A técnica começa a ser testada em duas usinas-piloto que a estatal mantém em Guamaré-RN e que será estendida para outras unidades no futuro. Do resultado do processo da fabricação direta da semente é retirada a glicerina, que tem diversas aplicações industriais, e o resíduo, a torta que ainda não tem sua aplicabilidade demonstrada (Valor Econômico, 2008).

Freitas (2009), ao avaliar quimicamente a torta PDS de mamona obteve em g/kg: N = 31,2; P₂O₅ = 12,5; P = 5,4; K₂O = 3,3; K = 2,8; Ca = 17,0; Mg = 0,9; C = 300,7 e C/N = 9,6 e a torta de mamona comercial, em g/kg: N = 58,0; P₂O₅ = 14,7; P = 6,4; K₂O = 6,6; K = 5,5; Ca = 17,9; Mg: 0,9; C = 277,9 e C/N = 4,8. Assim ao comparar as duas tortas, concluiu que são semelhantes quimicamente. A torta PDS de mamona deve ser considerada como resíduo sólido conforme ABNT/NBR-10004:2004, encontrando respaldo na legislação competente para utilização de fertilizantes agrícolas vigente no Brasil, a IN 23 do MAPA. Ainda de acordo com esta instrução normativa, é um fertilizante orgânico composto de classe "B".

O mais tradicional e importante subproduto da mamona é a torta. Alguns estudos já demonstraram a rapidez com que a torta de mamona se mineraliza e, conseqüentemente, disponibiliza seus nutrientes. Na Índia, principal país produtor de mamona do mundo, cerca de 85% da torta de mamona é utilizada como fertilizante orgânico (Konnur & Subbarao, 2004).

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. Além de ser uma excelente fonte de N, cuja liberação não é tão rápida quanto a de fertilizantes químicos, e nem tão lenta quanto a de esterco animal.

A adição de torta de mamona no solo, com dosagens variando de acordo com a cultura e o tipo de solo e da riqueza ou não de nutrientes, além de suprir as necessidades nutricionais das plantas, aumenta o pH do solo, reduz a acidez total, eleva o conteúdo de carbono e promove melhoria geral na parte física do solo (Beltrão, 2002). Eleva o poder tampão e a capacidade de troca de cátions do solo (Primavesi, 1980), além de reduzir a densidade aparente do ambiente edáfico em todos os tipos de solos (Kiehl, 1979), o que interfere positivamente no crescimento e no desenvolvimento radicular, devido a melhor porosidade do solo, com mais rápida renovação adequada do oxigênio.

Lima et al (2008) ao utilizar torta como adubo na cultura da mamoneira, constataram que a torta de mamona propiciou aumento significativo em todas as características de crescimento, de forma proporcional à dose fornecida. A área foliar, por exemplo, aumentou de 342,45 para 1.024,85 cm² em função do aumento de 0,5 para 2,0 t.ha⁻¹ da torta de mamona. É bastante útil no enriquecimento de substrato, se adicionado até o nível de 2%, aumenta sua eficiência na produção de mudas, conforme trabalho de Vaz & Leal (2009) ao utilizá-la no cultivo da alface.

Moura et al (2009), concluíram que as formulações a base de torta de mamona são alternativas potenciais para a substituição da adubação química nas cultivares de morango Camarosa e Camino Real promovendo maior produção e número de frutos por planta e maior tamanho dos frutos, respectivamente.

Apresenta ainda propriedades inseticida e nematicida (Zuchi et al, 2007). No controle de fitonematóides, quer seja pelo efeito nematicida direto quando aplicada no solo, pela liberação de substâncias tóxicas decorrentes do processo

de decomposição ou mesmo pela estimulação da microbiota natural do solo antagônica a estes fitopatógenos. Estudos recentes indicam o controle de *Mesocriconema xenoplax*, a partir da quarta aplicação, ao nível de cerca de 50%. Além disto, reduziu à síndrome da morte precoce do pessegueiro, possivelmente pela maior atividade enzimática de polifenoloxidase (Embrapa, 2009b).

A torta é um importante co-produto da cadeia produtiva da mamona e a possibilidade de aumento na produção nacional de mamona faz crescer a necessidade de agregar-lhe maior valor seja como adubo orgânico controlador de nematóides ou como alimento animal rico em proteína (Severino, 2005).

2.4. Nutrição e adubação do algodoeiro

Para manter a produtividade em níveis economicamente competitivos, associada à boa qualidade do produto, o algodoeiro deve ser cultivado em solos férteis, ou corrigidos e adubados de forma adequada. A correção da acidez do solo e a adubação mineral têm custo elevado no cultivo do algodoeiro no Cerrado, atingindo valores da ordem de 20 a 30 % do custo total de produção da cultura (Carvalho, 2009 a).

O nitrogênio (N) é o nutriente que o algodoeiro retira do solo em maior proporção. É fundamental no desenvolvimento da planta, principalmente nos órgãos vegetativos. Quando em doses adequadas, estimula o crescimento e o florescimento, regulariza o ciclo da planta, aumenta a produtividade e melhora o comprimento e a resistência da fibra. Em doses elevadas, verifica-se elevado desenvolvimento vegetativo da planta em detrimento da produção e a formação tardia da carga do algodoeiro (Embrapa, 1998).

Usualmente, as recomendações de adubação nitrogenada são realizadas com base em curvas de resposta da cultura à aplicação de doses crescentes, produtividade esperada, rotação de culturas e histórico da área. Na maioria dos experimentos realizados na região do Cerrado, em solos de textura média a argilosa e em condições de sequeiro, respostas econômicas foram obtidas com doses de 100 a 130 kg.ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura, que possibilitaram produtividades médias em torno de 4.000 a 4.500 kg.ha⁻¹ de algodão em caroço (Carvalho & Ferreira, 2006). Costa & Yamaoka (2009) ao cultivarem o algodoeiro em sistema de plantio direto por três safras, aplicaram doses 0 e 120 kg.ha⁻¹ de N via uréia e sulfato de amônio e obtiveram média de 3.800 kg.ha⁻¹ de algodão em

caroço no primeiro ano, não apresentando diferença significativa entre as fontes utilizadas.

Com relação às respostas a doses de N, Rosolem (2000) relatou que dificilmente doses acima de 120 kg.ha^{-1} seriam econômicas, com base principalmente em resultados obtidos em regiões tradicionais de cultivo no Brasil. Lima et al. (2006) avaliando doses de nitrogênio e de bioestimulante na adubação do algodão BRS verde, mostram que a produtividade apresentou comportamento linear ascendente em relação a adubação nitrogenada de até $8,7 \text{ g planta}^{-1}$, equivalente a 240 kg ha^{-1} . No algodoeiro cultivado em sistema de plantio direto sob palhada de nabo forrageiro, aveia preta, centeio e posteriormente o milho, com aplicação de quatro doses de N ($0, 30, 60$ e 90 kg.ha^{-1}) os resultados mostraram significância para o fator culturas de inverno para palhada, na variável alongamento à ruptura, destacando-se a aveia preta com média de $6,80 \%$ e índice micronaire com o nabo forrageiro, apresentando média de $4,35 \mu.\text{in}^{-1}$. Para o fator doses de N, a qualidade da fibra não foi afetada (Val et al, 2009).

O fósforo (P) regulariza a maturação e a abertura dos frutos, tendo ainda com função proporcionar bom desenvolvimento do sistema radicular, estimulando a formação e o crescimento das raízes, especialmente secundárias. Quantidades adequadas de fósforo em forma disponível no solo aceleram a formação e a maturação dos frutos (Embrapa, 1998). Brandão et al (2009), ao utilizarem doses crescentes de N e P constataram que a adubação fosfatada ocasionou aumento na massa do capulho até a dose de 360 kg ha^{-1} , atingindo $5,85 \text{ g/capulho}$ o que representa 26% de aumento em relação a ausência de adubação fosfatada. Carvalho et al (2009b), ao avaliarem os efeitos das doses e modos de aplicação do fósforo no algodoeiro no Cerrado, constataram que houve efeito significativo das doses de P sobre a produtividade em caroço e em pluma, estimando-se a produtividade máxima (4.461 kg.ha^{-1} de algodão em caroço) para a dose de 197 kg.ha^{-1} de P_2O_5 , sendo a dose de máxima produtividade econômica em torno de 160 kg.ha^{-1} de P_2O_5 com produtividade de 4.387 kg.ha^{-1} .

O uso de quantidades adequadas de K_2O na adubação do algodoeiro aumenta o número de maçãs com maior diâmetro, peso de capulhos e peso de 100 sementes e reduz o número de maçãs atacadas por pragas e doenças. Com relação à qualidade da fibra, o potássio, por proporcionar manutenção da folhagem e regularizar o ciclo do algodoeiro, dando condições de maior deposição

de celulose nas paredes internas da fibra, melhora acentuadamente o índice micronaire (Embrapa, 1998). O maior requerimento de potássio pelo algodoeiro ocorre entre o aparecimento dos primeiros botões florais e o início do enchimento das maçãs, sendo que a absorção máxima ocorre no pico do florescimento, indicando que todo o potássio fornecido na adubação via solo deve ser aplicado até o início do florescimento (Carvalho & Ferreira, 2006).

Segundo Sabino et al. (1995) a adubação potássica elevou os valores da massa de um capulho e da massa de 100 sementes, assim como da uniformidade de comprimento e índice micronaire em dois ciclos. Contrastando com estes resultados, Carvalho et al. (2009c) ao aplicar doses crescentes de potássio (16, 64, 144 e 256 kg.ha⁻¹) em diferentes cultivares de algodoeiro num período de dois anos, verificaram que as doses de K concorreram para aumentar significativamente a produtividade das plantas, porém as características agrônomicas como percentagem de fibras, massa de 100 sementes, massa de 1 capulho e precocidade não foram afetadas. Freitas et al. (2007) também aplicaram doses crescentes de potássio via solo e foliar, não observando diferenças significativas na qualidade da fibra com a cultivar Delta Opal, podendo ser um comportamento inerente a cultivar quanto a resposta à adubação utilizada.

O algodoeiro é muito sensível à acidez do solo e à presença de alumínio trocável. A calagem é a prática adequada para solucionar este problema e tem o objetivo de corrigir a acidez, neutralizar alumínio, elevar a saturação por bases e fornecer cálcio e magnésio à cultura. Além desses efeitos diretos, a cultura é beneficiada indiretamente pelo aumento da CTC e disponibilidade de nutrientes especialmente, N, S, P e Mo (Carvalho & Ferreira, 2006). É muito conhecido o efeito da calagem na melhoria da disponibilidade dos macronutrientes e do Mo, bem como na diminuição da disponibilidade dos micronutrientes Zn, Mn, B, Fe e Cu. As maiores produções dependem não só de uma saturação por bases de 60% na camada arável, mas também é necessária uma saturação mínima de 45 a 50% nas camadas subsuperficiais (Rosolem, 2001).

Pádua et al. (2008) ao estudarem o crescimento e a nutrição do algodoeiro sob manejo de calagem, concluíram que o algodoeiro acumulou mais N nas áreas onde a acidez do solo foi corrigida, principalmente nas condições de incorporação de carbonato. Em geral, a calagem propiciou maior acúmulo de P, K, Ca, Mg, B e Fe pelo algodoeiro e houve uma maior produção de biomassa da parte aérea,

sendo as maiores produções de matéria seca observadas nas áreas onde o corretivo de acidez foi incorporado ao solo como também, foi verificada uma maior concentração de raízes do algodoeiro na camada de solo de 0-5 cm. O trabalho conduzido por Freire et al (2009), usando diferentes níveis de Ca e Fe para avaliar as características da fibra do algodoeiro, mostra que as doses de calcário utilizadas permitiram redução linear do índice de fibras curtas, redução do índice micronaire e da maturidade entre as doses de 1,5 e 3,0 com posterior aumento das duas últimas variáveis, até a dose máxima de calcário usada; além de aumentar o grau de reflectância (Rd) da fibra, com máximo em 3,8 e a fiabilidade, com máximo em 3,6; reduziu o grau de amarelecimento (+b) e os teores de Ca e Fe na fibra. Os autores concluíram que, dos fatores em estudo, o calcário foi o único que melhorou a qualidade da fibra do algodoeiro, mesmo que esta melhoria tenha ocorrido em fibras com qualidade dentro do padrão exigido pela indústria.

O algodoeiro requer um suprimento contínuo de enxofre (S) e em solos de baixa fertilidade responde bem à aplicação desse nutriente. Após alguns anos de cultivo, com calagem e adubação com NPK, podem surgir sintomas de deficiência desse elemento, uma vez que no solo o mesmo forma pares iônicos com cálcio, magnésio e potássio, tendendo a movimentar-se para camadas subsuperficiais (Embrapa, 1998). A fonte comumente utilizada para o fornecimento de S é por meio de gesso agrícola, sendo também fornecido através de sulfato de amônio, superfosfato triplo, sulfato de potássio como também pelos sulfatos de magnésio, de cobre, ferroso, manganês ou de zinco (Alvarez et al. 2007).

Para o algodoeiro, altas produtividades têm sido obtidas quando os teores de enxofre na folha se encontram entre 4 e 6 g.kg⁻¹ na matéria seca. O algodoeiro extrai pequena quantidade de enxofre do solo, que varia de 4 a 8 kg.ha⁻¹ para cada 1.000 kg.ha⁻¹ de algodão em caroço produzido, dos quais cerca de 60% são exportados (semente + fibra); assim, recomenda-se aplicar anualmente pelo menos 30-40 kg.ha⁻¹ de S (Carvalho & Ferreira, 2006). Por outro lado, Ferrari et al. (2009) ao comparar duas cultivares do algodoeiro herbáceo na região de Selvíria-MS, adubadas com diferentes doses de enxofre (15, 30, 45 e 60 kg.ha⁻¹), não encontraram diferença significativa entre as duas cultivares, nem entre as doses usadas, alcançando uma produtividade média de 2.100 kg.ha⁻¹ de algodão em caroço.

De modo geral, quando os teores de micronutrientes no solo são classificados como baixos, recomenda-se uma adubação corretiva para atingir níveis adequados e adubações de manutenção para restituir a quantidade exportada pela cultura. Dentre os micronutrientes, tem-se observado que o boro é o mais limitante, havendo respostas do algodoeiro, sobretudo em regiões com alto potencial produtivo e solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica (Carvalho & Ferreira, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes pertencente à UFERSA, situada na latitude 5°03'37" S e longitude de 37°23'50" W Gr e altitude de 72 m, a 20 Km da cidade de Mossoró. Mossoró encontra-se na região noroeste do Estado do Rio Grande do Norte sendo o clima da região do tipo Bwsh' de acordo com a classificação climática de Köppen, isto é, muito seco, quente e com chuvas de verão atrasando-se para o outono. O solo característico da Fazenda Experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo. O período experimental ocorreu entre os meses de Abril e Setembro de 2009.

Em março de 2008 foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm e preparadas na metodologia descrita por Tomé Jr (2007) para a realização das análises químicas para fins de avaliação da fertilidade pela metodologia da Embrapa (1997). A análise química revelou os seguintes resultados: pH= 4,6; M.O= 5,7 g kg⁻¹; P=2,5 mg.dm⁻³; K⁺= 28,4 mg.dm⁻³; Na⁺= 10,9 mg.dm⁻³; Ca²⁺= 1,00 cmol_c.dm⁻³; Mg²⁺= 0,40 cmol_c.dm⁻³; Al³⁺= 0,35 cmol_c.dm⁻³; CTC= 4,33 cmol_c dm⁻³ e V= 35%. Na caracterização granulométrica, a amostra de solo apresentou textura argilosa, contendo 91 g.kg⁻¹ de areia e 9 g.kg⁻¹ de argila.

O preparo do solo foi realizado em sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. O solo apresentou acidez, sendo necessária a calagem para a correção. Utilizou-se o calcário dolomítico com as seguintes características, segundo o fornecedor: PRNT de 95%, 31% de CaO e 16% de MgO. De acordo com os cálculos da necessidade de calagem, aplicou-se manualmente quantidade equivalente a 1,14 t.ha⁻¹ do calcário.

Os tratamentos constituíram de cinco doses de torta de mamona, 0, 3, 6, 9 e 12 t ha⁻¹ e cinco doses de torta nas proporções de 0%, 25%, 50%, 75%, 100% em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada por Carvalho & Ferreira (2006), adaptada para região. O ensaio foi disposto no delineamento experimental de blocos ao acaso, com dez tratamentos e quatro repetições.

A aplicação da torta de mamona e dos fertilizantes foi feita manualmente. Nos cinco primeiros tratamentos, usou-se somente a torta de mamona, sem parcelamentos. Nos outros cinco, as proporções de torta (0%, 25%, 50%, 75% e

100%) em substituição a recomendação de adubação mineral utilizada no algodoeiro e os fertilizantes minerais foram aplicados de forma parcelada. Os fertilizantes adicionados foram: uréia, superfosfato triplo, cloreto de potássio, ácido bórico, sulfato de zinco e sulfato de cobre. A uréia foi parcelada em três aplicações: fundação, 15 dias após a emergência (DAE) e 40 DAE (20% + 40% + 40%) e o cloreto de potássio em duas: fundação e aos 15 DAE (50% + 50%).

A torta PDS de mamona e os fertilizantes foram aplicados na linha de plantio. As quantidades são mostradas nos Quadros 1 e 2. As doses de torta foram determinadas considerando a quantidade de nitrogênio que a mesma apresentava, em torno de 28 g kg^{-1} (Quadro 3), e a recomendação de nitrogênio para a cultura, numa expectativa de produtividade de 4.000 kg.ha^{-1} segundo recomendação de adubação do algodoeiro para o Cerrado (Carvalho e Ferreira, 2006), sendo adaptada para as condições de solo da região de Mossoró-RN. As quantidades recomendadas para nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, boro, zinco e cobre, em kg ha^{-1} , foram respectivamente: 120; 100; 80; 20; 1,5; 1,0 e 0,5. Nas linhas de bordadura, utilizou-se somente fertilizante mineral.

O ensaio foi implantado em fileiras simples espaçadas de 0,9 m. O espaçamento entre plantas na fileira foi de 0,15 m, com aproximadamente 7 plantas por metro linear. A unidade experimental foi constituída de 4 fileiras simples com 6 m de comprimento, resultando em uma $16,2 \text{ m}^2$ com área útil de $7,2 \text{ m}^2$, considerando-se as duas linhas centrais com 4 m de comprimento.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento. Apesar da implantação do experimento ter sido em plena estação chuvosa, foi necessário implantar o sistema de irrigação devido à freqüente ocorrência de veranicos, de modo que o suprimento de água não fosse fator limitante para a produção da cultura.

A semeadura foi realizada manualmente, após 20 dias da realização da calagem. Foram colocadas duas sementes por cova em uma profundidade média de 2 cm com espaçamento de 0,15 m entre linhas e 0,9 m entre plantas. Após uma semana foi feito o replantio e posteriormente o desbaste, deixando apenas uma planta por cova.

Quadro 1. Quantidades de torta PDS de mamona e fertilizantes minerais aplicadas na adubação de fundação

QUANTIDADES DE NUTRIENTES CONTIDOS NA TORTA DE MAMONA APLICADA EM FUNDAÇÃO (kg.ha ⁻¹)								
TRATAMENTO	Torta	N	P	K	S	B	Zn	Cu
Dose de torta								
0 t.ha ⁻¹	0	-	-	-	-	-	-	-
3 t.ha ⁻¹	3000	84,0	39,0	21,0	-	-	-	-
6 t.ha ⁻¹	6000	168,0	78,0	42,0	-	-	-	-
9 t.ha ⁻¹	9000	252,0	117,0	63,0	-	-	-	-
12 t.ha ⁻¹	12000	336,0	156,0	84,0	-	-	-	-

QUANTIDADES DE TORTA DE MAMONA E FERTILIZANTES APLICADOS EM FUNDAÇÃO (kg.ha ⁻¹)								
TRATAMENTO	N	P	K	S	B	Zn	Cu	
Proporção de torta	Torta	Uréia	ST ¹	KCl	SS ²	H ₃ BO ₃	ZnSO ₄	CuSO ₄
25 %	1071,4	40,0	160,2	64,5	181,8	-	-	-
50%	2142,9	26,6	160,2	64,5	181,8	-	-	-
75%	3214,3	13,3	160,2	64,5	181,8	-	-	-
100%	4285,7	-	160,2	64,5	181,8	-	-	-
Testemunha	-	53,3	160,2	64,5	181,8	8,8	4,3	2,0

¹Superfosfato triplo; ²Superfosfato simples

A primeira adubação de cobertura foi realizada aos 15 dias após a emergência (DAE) e a 2ª adubação de cobertura aos 40 DAE.

As aplicações de fungicidas e inseticidas foram iniciadas aos 30 DAE, devido à ocorrência de pulgões, lagartas e por medida preventiva.

No início do florescimento, que ocorreu em torno de 60 DAE, foi coletada a 5ª folha do terço superior de 20 plantas na área útil de cada parcela para análise do estado nutricional.

A colheita foi realizada manualmente, de forma parcelada, iniciada aos 110 DAE de forma a não deixar a fibra exposta por um longo período aos raios solares, por ocasionar perda na intensidade da cor. Após serem colhidas, foram colocadas para secar ao ar livre, posteriormente pesadas e armazenadas em sacos de algodão. Por ocasião da colheita, foram coletados capulhos do terço

médio em 20 plantas por parcela, formando amostras para a realização de análise das características tecnológicas da fibra.

Quadro 2. Quantidades de torta PDS de mamona e fertilizantes minerais aplicadas nas adubações de 1° e 2° coberturas.

TRATAMENTO	QUANTIDADES DE TORTA DE MAMONA E FERTILIZANTES APLICADOS EM 1° COBERTURA (kg.ha ⁻¹)													
	N		P		K		S		B		Zn		Cu	
	Torta	Uréia	ST ¹	KCl	SS ²	H ₃ BO ₃	ZnSO ₄	CuSO ₄						
Proporção de torta														
25 %	-	80,0	-	64,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50%	-	53,3	-	64,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75%	-	26,6	-	64,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100%	-	0	-	64,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Testemunha	-	106,67	-	64,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TRATAMENTO	QUANTIDADES DE TORTA DE MAMONA E FERTILIZANTES APLICADOS EM 2° COBERTURA (kg.ha ⁻¹)													
	N		P		K		S		B		Zn		Cu	
	Torta	Uréia	ST ¹	KCl	SS ²	H ₃ BO ₃	ZnSO ₄	CuSO ₄						
Proporção de torta														
25 %	-	80,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50%	-	53,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75%	-	26,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100%	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Testemunha	-	106,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹Superfosfato triplo; ²Superfosfato simples

Quadro 3. Teor de nutrientes na torta PDS de mamona.

N	P	K	Ca	Mg
g kg ⁻¹				
28,0	13,0	7,0	5,0	2,0

3.1. Variáveis avaliadas

3.1.1. Análise do tecido vegetal

As análises de tecido vegetal em amostras coletadas no período de florescimento foram realizadas para a determinação dos teores de macronutrientes, de acordo com metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

3.1.2. Produção de algodão em caroço

Obtida através da colheita das duas linhas centrais (área útil) das 40 parcelas.

3.1.3. Características agronômicas da fibra

A pluma foi colocada em estufa (65°C), durante 72 horas até peso constante e analisada com relação às características intrínsecas no equipamento High Volume Instrument (HVI), obedecendo às normas internacionais para análise de fibra (ISO 139 ASTM D 1776/NBR8428-84), no Laboratório de Fibras e Fios da Embrapa Algodão, de acordo com Santana et al. (1999).

- **Porcentagem de fibra:** primeiramente efetuou-se a pesagem da fibra com caroço em seguida foi feito o deslincamento, novamente a fibra foi pesada, agora sem caroço e a porcentagem de fibra foi obtida pela relação: $(\text{massa da fibra} \div \text{massa da fibra com caroço}) \times 100$.
- **Comprimento da fibra:** Valor médio, em milímetros, do comprimento "span 2,5%", determinado pelo HVI (High Volume Instrument).
- **Uniformidade de Comprimento:** Valor médio, em porcentagem, da uniformidade do comprimento das fibras, baseado na relação dos valores de comprimento "span 50%" e "span 25%", fornecidos pelo HVI, a partir de cinco determinações feitas em cada amostra.
- **Maturidade:** Valor médio referente a porcentagem de fibras maduras, determinado no HVI.

- **Resistência:** Índice médio referente à resistência à tração de uma mecha de fibras, expresso em gf/Tex, determinado no HVI.
- **Índice Micronaire:** Índice determinado no HVI, e que representa a finura da fibra, quando são iguais as condições de maturidade.
- **Índice de fibras curtas:** É a porcentagem em peso de fibras com comprimento inferior a 12,7 mm.
- **Elongação de ruptura:** É a distância do alongamento máximo das fibras no momento da ruptura, em porcentagem, determinado no modulo 910 do HVI.
- **Reflectância:** É a quantidade de luz refletida de um objeto; é a medida sobre uma escala preta e branca, que varia de 0 a 100 unidades de Rd.
- **Grau de amarelo:** parte da escala de "Hunter" que indica o amarelecimento da fibra. A faixa para a fibra do algodão varia de 4 a 18.
- **Índice de fiabilidade:** é um indicador da resistência dos fios, em especial de fios de rotor "open-end" que depende, essencialmente, da resistência das fibras individuais. O CSP poderá ser obtido através da fórmula de correlação múltipla utilizada no sistema de análise de fibra dos equipamentos HVI (High Volume Instruments).

3.2. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e o efeito dos tratamentos avaliados pelo teste F a 5 % de probabilidade. O efeito das doses de torta de mamona e proporções de substituição de torta por adubação mineral foi avaliado por análise de regressão. O tratamento adubação mineral completa (testemunha) foi comparado com os tratamentos que receberam as doses máxima e mínima de torta de mamona por meio de contrastes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação do estado nutricional das plantas

A avaliação do estado nutricional da planta, realizada no período de florescimento (60 DAE), revelou que houve diferenças significativas entre os tratamentos para todos os nutrientes analisados (Quadro 4).

As médias obtidas para teores de N na folha variaram de 24,7 g.kg⁻¹ a 29,3 g.kg⁻¹ para os tratamentos que receberam doses de 0 a 12 t ha⁻¹ de torta PDS de mamona (Quadro 5). Estes valores são inferiores ao nível crítico de N para a cultura, que é de 32,0 g.kg⁻¹ (Dechen et al., 2007).

Quadro 4. Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na folha diagnóstica do algodoeiro em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO					
		N	P	K	Ca	Mg	S
		-----g.kg ⁻¹ -----					
Bloco	3	7,45 ^{ns}	0,14 ^{ns}	3,99 ^{ns}	5,63 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,82 ^{ns}
Tratamento	9	57,38*	5,79*	10,60*	86,96*	2,72*	10,57*
Resíduo	27	10,36	0,23	2,07	3,93	0,40	0,60
CV (%)	-	11,67	16,74	12,24	11,52	15,76	15,87

* = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. ns = não significativo.

Quando foram aplicadas proporções de 25% a 100% de torta PDS de mamona, houve um decréscimo de 34% nas concentrações de N na folha (34,9 a 22,9 g.kg⁻¹) na medida em que aumentava a proporção de torta de mamona e diminuía a proporção de uréia. Este efeito foi quadrático (Figura 2), indicando que a torta PDS de mamona não apresentou a mesma eficiência que a uréia em fornecer N para as plantas. Esses valores também estão abaixo do nível crítico de N na folha (Dechen et al., 2007).

Quadro 5. Médias para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na folha diagnóstica do algodoeiro em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada.

TRATAMENTO	TEOR DO NUTRIENTE NA FOLHA (g.kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Dose de torta (t ha ⁻¹)						
0	24,7	0,5	11,8	26,3	4,6	4,6
3	27,3	1,6	12,0	21,8	4,4	4,6
6	27,5	3,4	8,3	18,8	5,4	5,3
9	27,2	3,0	13,2	14,2	4,8	4,4
12	29,3	4,8	12,3	10,7	4,2	8,3
Média	27,3	3,0	12,0	18,8	4,6	4,6
Proporção de torta (%)						
25	34,9	3,7	11,6	12,5	3,2	7,1
50	25,0	3,9	13,0	15,3	3,5	3,4
75	24,4	2,9	10,0	19,7	3,7	4,1
100	22,9	2,5	14,0	17,9	3,8	4,6
Média	24,7	3,3	12,3	16,6	3,6	4,3
Testemunha (T) ⁽¹⁾	32,6	2,8	11,5	15,0	2,6	3,0

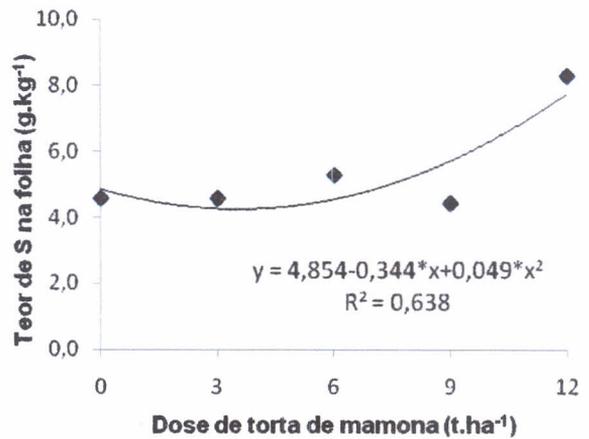
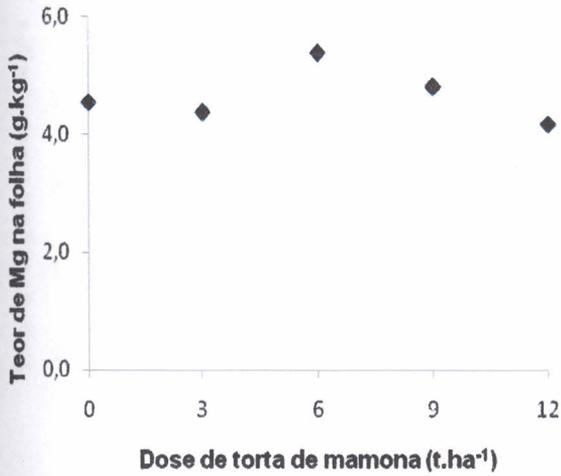
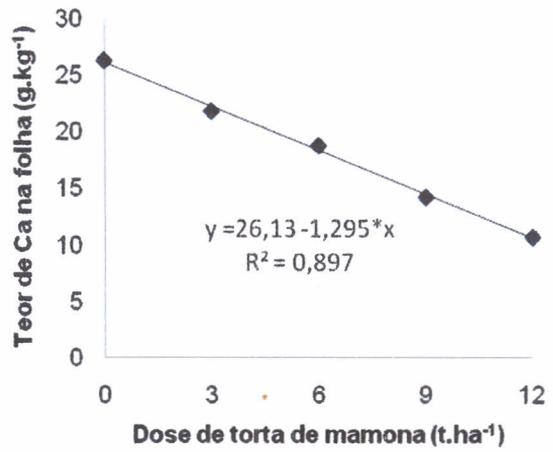
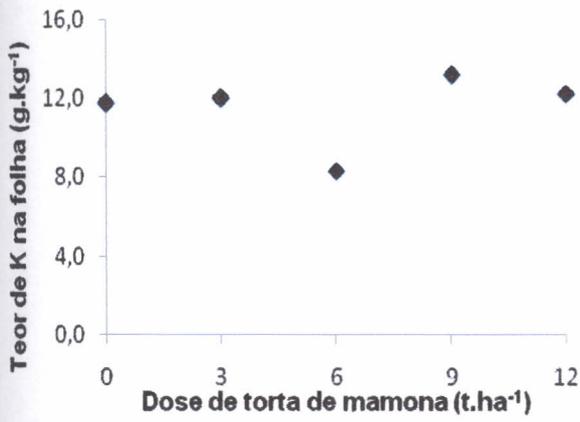
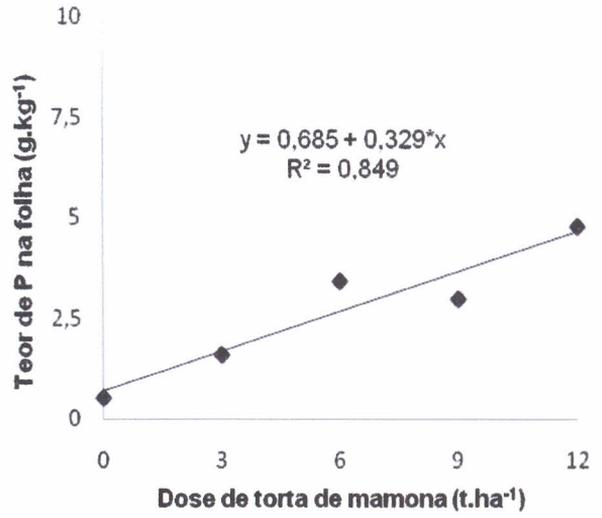
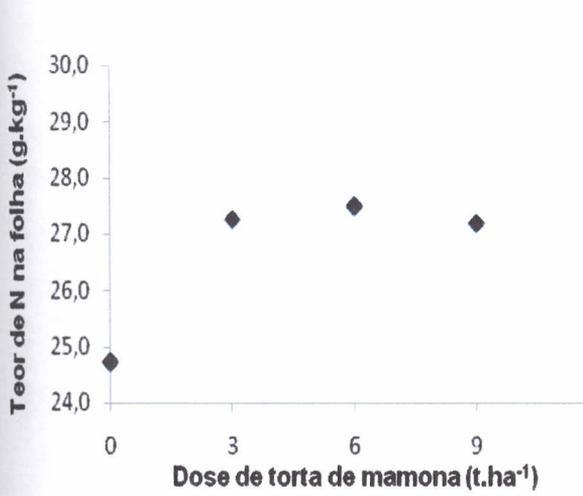
⁽¹⁾ Testemunha = tratamento que consistiu da adubação mineral completa, sem aplicar torta de mamona.

* = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

De acordo com Yamada et al. (1999) a faixa de suficiência de N nas folhas do algodoeiro é de 40 a 45 g.kg⁻¹. Reiter (2008) obteve teores no tecido vegetal, durante o primeiro ano de cultivo, de 29,0, 31,0, 34,0 e 36,0 g.kg⁻¹ de N para as dosagens de 0, 45, 90 e 135 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente. No terceiro ano, as médias foram maiores: 40,0, 41,5, 44,5 e 44,8 g.kg⁻¹ de N para as mesmas quantidades de fertilizante nitrogenado em algodoeiro cultivado em sistema de plantio direto sob cobertura de centeio, no estado do Alabama-EUA. Tewolde et al. (2007) obteve valores ainda mais altos, de 45,2 g.kg⁻¹ de N nas folhas, ao combinar diferentes dosagens de cama de frango e de N na adubação do algodoeiro no Estado de Mississippi-EUA.

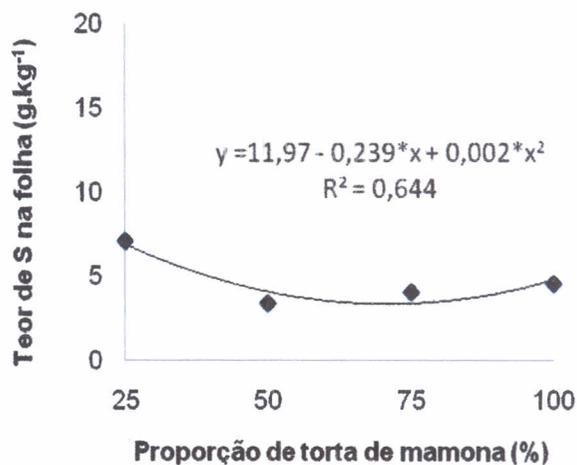
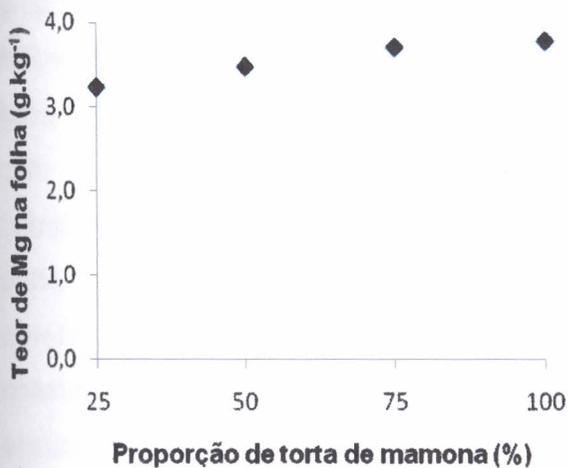
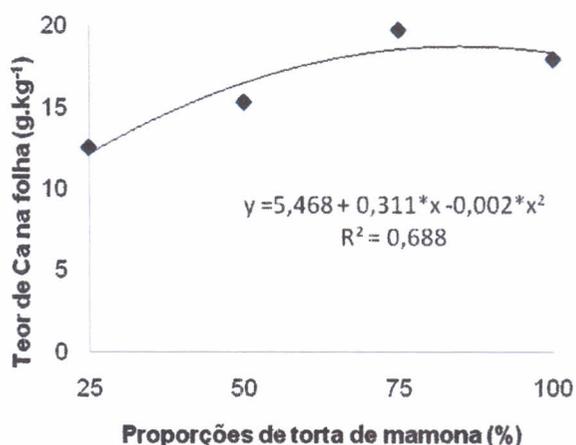
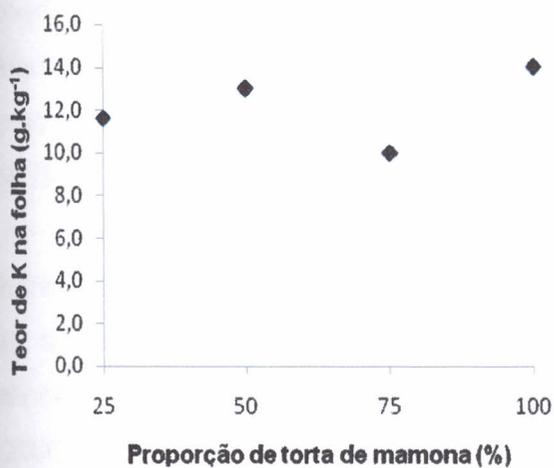
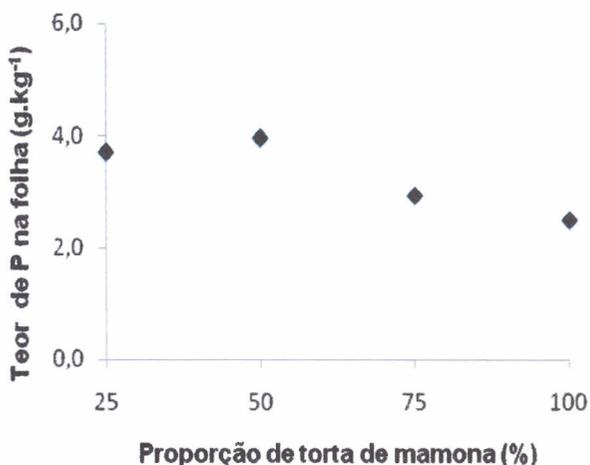
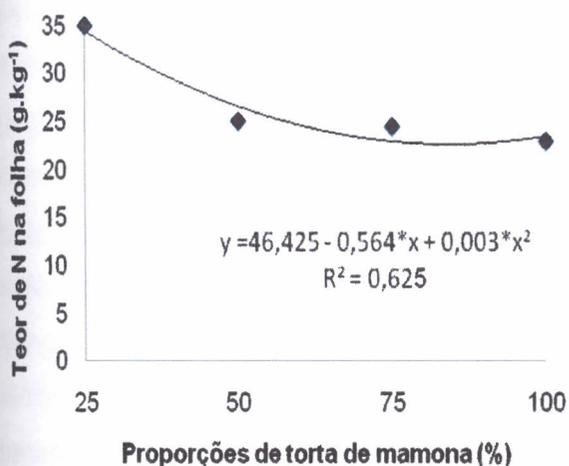
O teor foliar de fósforo aumentou em mais de nove vezes com o aumento das doses de torta PDS de mamona aplicadas, em relação ao tratamento que não recebeu torta (0 t ha^{-1}). Este aumento foi linear com o crescimento da dosagem de torta aplicada (Figura 1). Os valores apresentados no Quadro 5 estão de acordo com a concentração de P no algodoeiro cultivado na Austrália com médias de 2,7 e $3,9 \text{ g.kg}^{-1}$ quando fertilizado com 80 e 120 kg.ha^{-1} de P, respectivamente (Duggan, 2007). De modo geral, a concentração de P está na faixa considerada adequada para a cultura de $2,0$ a $2,5 \text{ g.kg}^{-1}$ (Malavolta, 2004), exceto para os tratamentos 0 e 3 t.ha^{-1} de torta, que receberam as menores quantidades de torta. Assim, doses de torta PDS de mamona acima de 6 t.ha^{-1} e todas as proporções da mesma em substituição à quantidade de N recomendada, foram suficientes para suprir a demanda de P da cultura.

Os teores de potássio no tecido foliar apresentam média de $12,0 \text{ g.kg}^{-1}$ para as doses crescentes de torta, sendo de $12,3 \text{ g.kg}^{-1}$ a média daqueles tratamentos que receberam proporções de torta de PDS de mamona em substituição a uréia (Quadro 5). Em experimento realizado na Turquia, as concentrações de K na folha do algodoeiro foram de $11,4$, $12,5$, $16,6$ e $18,3 \text{ g.kg}^{-1}$ no primeiro ano e $14,1$, $15,8$, $15,9$ e $17,8 \text{ g.kg}^{-1}$ no segundo, em resposta as doses de K adicionados ao solo de 0 ; 80 ; 160 e 240 kg.ha^{-1} , respectivamente (Gormus, 2002). Considerando que a concentração de K total na torta PDS de mamona foi apenas de 7 g kg^{-1} e foram fornecidos 90 kg ha^{-1} de K_2O pelo fertilizante mineral na forma de cloreto de potássio, estes valores estão de acordo com os resultados de Gormus (2002), porém inferiores a faixa considerada adequada por Malavolta (2004), de 14 a 16 g.kg^{-1} .



* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Figura 5. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S na folha diagnóstica do algodoeiro em função da aplicação de doses de torta PDS de mamona.



* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Figura 6. Teores de N, P, K, Ca, Mg e S na folha diagnóstica do algodoeiro em função da aplicação de proporções de torta PDS de mamona em substituição a recomendação de N.

Os teores de Ca no tecido foliar sofreram redução quando se aumentaram as doses de torta (Quadro 5). Entre a dose mínima e máxima a diferença foi de 60%, apresentando efeito linear com o crescimento da dosagem de torta aplicada (Figura 1). As plantas que receberam as proporções de torta e tiveram comportamento inverso, variando de 12,5 g.kg⁻¹ a 19,7 g.kg⁻¹ de Ca quando as proporções de torta eram aumentadas, ajustando-se um modelo quadrático a estes dados (Figura 2). Essas concentrações são muito baixas para a cultura, sendo a faixa adequada de 30 a 40 g.kg⁻¹ de Ca nas folhas (Malavolta, 2004). Gormus (2002) também obteve valores médios para a concentração de Ca no tecido foliar de 32,0 g.kg⁻¹. Brandão et al. (2009a), em experimento realizado na região do Apodi-RN, ao avaliar os teores dos macronutrientes nas plantas do algodoeiro em diferentes estádios fenológicos, constataram que o cálcio sofreu uma pequena variação, apresentando concentração média de 29,0 g.kg⁻¹ até os 60 DAE.

Quanto ao magnésio, as concentrações estão dentro da faixa de suficiência, de 4,0 a 5,0 g.kg⁻¹ (Malavolta, 2004), nos tratamentos que receberam as doses crescentes de torta de mamona. Segundo Brandão et al. (2009), a concentração de Mg na folha do algodoeiro aos 60 DAE foi de 5,6 g.kg⁻¹. Gormus (2002) obteve valores médios para a concentração de Mg no tecido foliar de 6,0 g.kg⁻¹. De acordo com este índice, as concentrações de magnésio nas folhas foram deficientes nos tratamentos que receberam as proporções crescentes de torta PDS de mamona. Os menores valores obtidos podem estar relacionados com a aplicação de cloreto de potássio nestes tratamentos, na dose correspondente a 90 kg ha⁻¹ de K₂O, uma vez que o excesso de potássio no solo pode deixar o magnésio em desvantagem, prejudicando a absorção do mesmo, devido a competição entre estes cátions no solo. Fonseca & Meurer (1997) constataram que o K limitou a absorção de Mg quando este nutriente se encontrava em baixas concentrações na solução nutritiva em experimento com plântulas de milho. Entretanto, valores semelhantes foram obtidos por Tewolde et al. (2009) que encontraram uma concentração de 3,3 g.kg⁻¹ de Mg no tecido foliar, quando incorporaram cama de frango e fertilizante nitrogenado ao solo em sistema de plantio direto.

As concentrações do enxofre praticamente dobraram (4,4 a 8,3 g.kg⁻¹) quando foram aplicadas as doses crescentes de torta. Estas concentrações

apresentaram crescimento quadrático com o crescimento da dosagem de torta aplicada (Figura 1). Por outro lado, nos tratamentos que receberam as proporções de torta em substituição a uréia as concentrações foliares de S foram menores, considerando que as quantidades aplicadas de torta de mamona também foram menores e diminuíram de forma quadrática com o aumento das proporções de torta (Figura 2). De modo geral, valores entre 2,0 e 3,0 g.kg⁻¹ são considerados adequados para a cultura do algodoeiro (Malavolta, 2004).

O efeito dos tratamentos com torta PDS de mamona sobre a concentração foliar de nutrientes foi comparado com a adubação mineral completa por meio de contrastes (Quadro 6). As comparações feitas entre a testemunha T (adubação mineral completa) e a dose zero de torta, em relação às concentrações dos nutrientes na folha não foram significativas no contraste C1 apenas para o K, assim não houve diferença entre os tratamentos para este nutriente. O contraste C2 mostra que para N e K não houve diferenças significativas. Assim, a dose máxima da torta utilizada mostrou ser tão eficiente quanto à adubação mineral no suprimento de N para a planta do algodoeiro.

Observou-se que houve um efeito significativo da adubação mineral em aumentar o teor foliar de N, que por sua vez não diferiu da dose máxima (12 t ha⁻¹) de torta. Para os teores foliares de P a adubação mineral promoveu um aumento significativo em relação a dose mínima de torta (0 t ha⁻¹). Na dose máxima (12 t ha⁻¹) a torta de mamona proporcionou concentrações foliares mais elevadas de P em relação à adubação mineral completa.

Para o Ca a adubação mineral proporcionou maior concentração foliar em relação à torta de mamona, possivelmente devido a aplicação do superfosfato triplo, que apresenta 14 % de Ca; contudo, este tratamento não superou aquele na ausência de torta (tratamento 0 t ha⁻¹), que apresentou a maior concentração foliar de Ca. Isto pode estar relacionado a interação do Ca com outros cátions no solo, como K e Mg que competem com o Ca, no tratamento que recebeu a adubação mineral completa.

Para Mg e S as quantidades aportadas pelo fertilizante mineral não foram capazes de aumentar os teores foliares em relação aos teores disponíveis no solo (tratamento 0 t ha⁻¹ de torta), possivelmente, devido a maior concentração do fertilizante em K, fornecido pelo cloreto de potássio, e P, fornecido pelo superfosfato triplo, que interferem na disponibilidade no solo de Mg e S,

respectivamente. Por outro lado, a torta de mamona proporcionou concentrações foliares mais elevadas de S e Mg em relação à adubação mineral completa.

Quadro 6. Contrastes para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na folha diagnóstica do algodoeiro entre os tratamentos testemunha⁽¹⁾ e duas doses de torta de mamona aplicadas ao solo.

TRATAMENTO	TEOR DO NUTRIENTE NA FOLHA (g.kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Dose de torta (t ha ⁻¹)						
0	24,7	0,5	11,8	26,3	4,6	4,6
12	29,3	4,8	12,3	10,7	4,2	8,3
Testemunha (T) ⁽¹⁾	32,6	2,8	11,5	15,0	2,6	3,0
Contraste						
C1: T vs Dose 0 t ha ⁻¹	7,9*	2,3*	-0,2 ^{ns}	-11,3*	-2,0*	-1,6*
C2: T vs Dose 12 t ha ⁻¹	3,2 ^{ns}	-2,0*	-0,7 ^{ns}	4,3*	-1,6*	-5,3*

⁽¹⁾ Testemunha = tratamento que consistiu da adubação mineral completa, sem aplicar torta de mamona.

* = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

4.2. Avaliação da produtividade e qualidade da fibra

As doses crescentes de torta PDS de mamona promoveram acréscimos significativos na produtividade de algodão em caroço (Quadro 7). Esta resposta foi linear com o aumento das doses de torta aplicada (Figura 3). A produtividade obtida com a dose 12 t ha⁻¹ foi de 2.286 kg ha⁻¹, equivalente a produção obtida com a adubação mineral completa, de 2.183,3 kg ha⁻¹ (Quadro 8), indicando que esta dose de torta de mamona PDS pode substituir totalmente a adubação mineral. Observa-se que ao aumentar a dosagem de torta, também há um crescimento da produtividade do algodoeiro. Comportamento diferente foi verificado com o aumento das proporções de torta que promoveram uma redução na produtividade de aproximadamente 31% quando a substituição atingiu os 75% da recomendação de N e de 6% quando a torta substituiu 100%. Contudo, nenhum modelo de regressão se ajustou a estes dados (Figura 4).

Estes resultados são satisfatórios, estando dentro da média de produtividade da cultivar BRS verde. Lima et al. (2006) em experimento com vasos em Campina Grande, aplicaram diferentes doses de N (0, 80, 160 e 240 kg.ha⁻¹) com bioestimulante de crescimento no algodoeiro BRS verde, que atingiu uma produtividade média de 70 g.planta⁻¹ quando usada a dose 160 kg.ha⁻¹. Resultados encontrados na Carolina do Norte por Rinehardt et al. (2004) em algodoeiro irrigado mostram que a produtividade foi em torno de 1.378 kg.ha⁻¹ de algodão em pluma quando aplicado 112 kg.ha⁻¹ de N, via fertirrigação. Já Sainju et al. (2006), constatou que ao cultivar algodoeiro em sistema de plantio direto na Georgia-EUA, a produtividade do algodão em pluma foi menor (575 kg.ha⁻¹) quando utilizou-se maior quantidade de adubo nitrogenado (120 kg.ha⁻¹) e de 1058 kg.ha⁻¹ de algodão em pluma quando sem adição de N ao solo. O algodoeiro cultivado nos anos de 2002 e 2003 na Austrália, ao receber doses de P (0, 40, 80, 120 e 160 kg.ha⁻¹), apresentou maior rendimento na dose 80 kg.ha⁻¹ de P (média de 1.600 kg.ha⁻¹ de algodão em pluma) no primeiro ano e no segundo um rendimento em média de 1.200 kg.ha⁻¹ de algodão em pluma na dose de 120 kg.ha⁻¹ de P (Duggan, 2008).

Gascho & Parker (2006), em trabalho realizado com algodoeiro em rotação com amendoim, constataram que as diferentes doses de N (68, 102 e 136 kg.ha⁻¹) não tiveram efeito sobre a produtividade de algodão em caroço, apresentando média de 2.374, 2.897 e 2.298 kg.ha⁻¹ no primeiro, segundo e terceiro ano, respectivamente.

Entre os componentes de qualidade da fibra apenas o índice de fibras curtas (SFI) mostrou respostas significativas aos tratamentos (Quadros 7 e 8).

Quadro 7. Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) da produtividade de algodão em caroço (PROD), percentagem de fibra (FIBRA), comprimento (UHM), uniformidade (UNF), índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR) em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO ⁽¹⁾					
		PROD kg.ha ⁻¹	FIBRA %	UHM mm	UNF %	SFI %	STR gf.tex ⁻¹
Bloco	3	93846,06 ^{ns}	2,04 ^{ns}	0,89 ^{ns}	4,85 ^{ns}	5,58 ^{ns}	2,24 ^{ns}
Tratamento	9	1316429,00*	4,07 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,99 ^{ns}	27,26*	1,64 ^{ns}
Resíduo	27	73703,00	3,05	0,38	1,65	6,33	2,77
CV (%)	-	15,99	6,13	2,23	1,59	17,83	7,47

* = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. ^{ns} = não significativo.

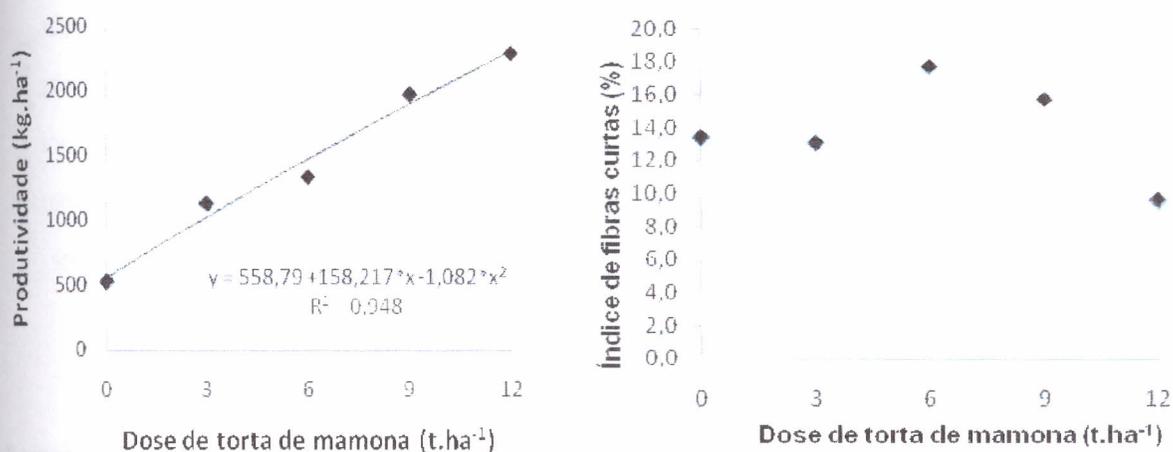
Quadro 8. Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) das características alongamento à ruptura (ELG), índice micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd), grau de amarelo (+b) e índice de fiabilidade (CSP) da fibra em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO ⁽¹⁾					
		ELG %	MIC µg.in ⁻¹	MAT %	Rd %	+b %	CSP -
Bloco	3	0,55 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,49 ^{ns}	12,04*	0,46 ^{ns}	121868,80*
Tratamento	9	0,46 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,35 ^{ns}	2,67 ^{ns}	0,17 ^{ns}	19856,58 ^{ns}
Resíduo	27	0,42	0,15	0,45	3,95	0,21	24304,01
CV (%)	-	13,24	4,57	0,81	4,65	2,39	7,01

* = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F. ^{ns} = não significativo.

O índice de fibras curtas variou de 9,6 a 17,7% para as plantas que receberam doses crescentes de torta e de 11,8% a 17,0% para as plantas que receberam proporções crescentes de torta em substituição a adubação mineral

(Quadro 9). Estes valores são considerados de regular a muito altos (Santana, 1998). Alcântara et al. (2005) obtiveram média de 5,07 % para a mesma variável, ao fertilizar o algodoeiro BRS verde com lodo de esgoto. Val et al. (2009), obtiveram média de 8,01% para esta mesma variável quando aplicaram a dose máxima de N (90 kg.ha⁻¹) ao algodoeiro em sistema de plantio direto. Valores muito altos deste índice causam um aumento da ruptura do fio, por resistir pouco ao processo de torção e estiramento na fição, reduzindo a eficiência devido ao aumento da geração de resíduo neste processo.

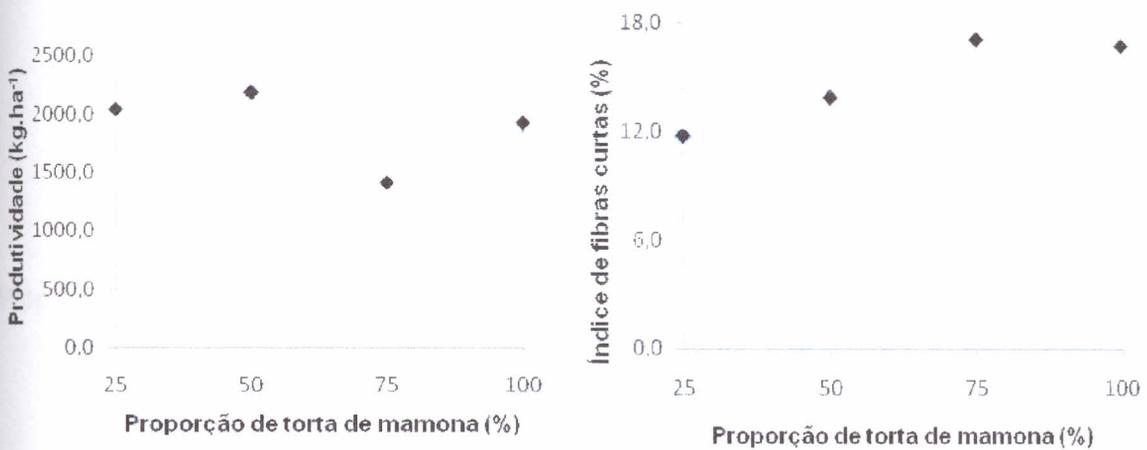


* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Figura 7. Produtividade e Índice de fibras curtas (SFI) em função da aplicação de doses de torta PDS de mamona.

As variáveis percentagem de fibra, uniformidade, comprimento, resistência, alongamento à ruptura, índice micronaire e reflectância também não apresentaram diferenças significativas em resposta a adubação com esterco bovino curtido (0, 10, 20 30 e 40 t.ha⁻¹) da cultivar BRS 200 marrom (Silva et al., 2005). A percentagem de fibra (FIBRA) apresentou média total de 28,3% quando as plantas foram adubadas com torta e de 29,6% quando recebeu as proporções de torta em substituição a adubação mineral (Quadro 10). A variável UHM (comprimento) apresentou média em torno de 27 a 28 mm sendo considerada de categoria média (entre 25 e 29 mm) segundo Lima & Nabas (1995); a uniformidade (UNF), com médias entre 80 e 81 %, sendo considerada muito

uniforme segundo o mesmo autor; a resistência (STR), com médias entre 21 e 23 gf.tex^{-1} , inclusa na categoria fraca (Santana & Wanderley, 1998); o alongamento à ruptura (ELG) classificada como muito baixa a baixa por apresentar médias entre 4 e 5 %; o índice micronaire (MIC), determinou que a fibra avaliada encontra-se na categoria muito fina ($< 3,0 \mu\text{g.in}^{-1}$). A componente maturidade (MAT) está na classificação madura (entre 77 e 85%), com médias entre 82 e 83%. O índice de fiabilidade apresentou média de 2.201,2 e de 2.234,2 para os tratamentos que receberam doses e proporções de torta, respectivamente.



* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Figura 8. Produtividade e Índice de fibras curtas (SFI) em função da aplicação de proporções de torta PDS de mamona em substituição a recomendação de N.

Alguns componentes da fibra foram avaliados por Gormus & Yucel (2002) em experimento realizado por dois anos na Turquia quando o algodoeiro foi fertilizado com as doses de 0 e 150 kg.ha^{-1} de K. As variáveis comprimento (28,1 mm), resistência (84 gf.tex^{-1}), uniformidade (27 %) e índice micronaire (5,3 $\mu\text{g.in}^{-1}$), não mostraram respostas significativas para os fatores doses e ano de plantio.

Quadro 9. Médias para os valores de produtividade de algodão em caroço (PROD), percentagem de fibra (FIBRA), comprimento (UHM), uniformidade (UNF), índice de fibras curtas (SFI), resistência (STR) em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada.

TRATAMENTO	PROD kg ha ⁻¹	FIBRA %	UHM mm	UNF %	SFI %	STR gf.tex ⁻¹
Dose de torta (t ha ⁻¹)						
0	527,8	29,3	27,6	81,2	13,4	21,2
3	1131,6	28,2	27,8	81,0	13,1	21,8
6	1331,6	28,0	27,7	80,6	17,7	23,2
9	1970,5	26,4	27,5	80,4	15,7	22,8
12	2286,8	29,6	28,3	81,8	9,6	23,1
Média	1449,7	28,3	27,7	81,0	13,4	22,8
Proporção de torta (%)						
25	2034,7	28,3	28,3	81,4	11,8	21,7
50	2180,8	27,8	27,8	80,9	13,8	22,6
75	1406,6	28,4	27,7	80,1	17,0	22,2
100	1920,6	29,3	27,7	81,1	16,7	22,1
Média	1977,7	28,4	27,8	81,1	15,3	22,1
Testemunha (T) ⁽¹⁾	2183,3	29,6	27,8	80,6	12,3	22,3

⁽¹⁾ Testemunha = tratamento que consistiu da adubação mineral completa, sem aplicar torta de mamona.

* = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

Tewolde & Fernandez (2003), em trabalho realizado no Texas, utilizaram na adubação do algodoeiro Pima as quantidades de 0, 67, 135, 202 e 269 kg.ha⁻¹ de N e 0, 15, 29 e 44 kg.ha⁻¹ de P para avaliar seus efeitos nos componentes da qualidade da fibra. As doses de N foram significativas para o índice micronaire, comprimento, uniformidade, alongamento à ruptura, reflectância e grau de amarelo. Na dose 135 kg.ha⁻¹ de N, os valores foram de 4,08 µg.in⁻¹, 32,2 mm, 47,4 %, 6,26 %, 12,4 respectivamente. Já para o P apresentaram significância apenas o alongamento à ruptura, reflectância e grau de amarelo, com média de 6,23 %, 66,46 e 12,5, respectivamente.

Quadro 10. Médias para os valores de alongamento à ruptura (ELG), índice micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd), grau de amarelo (+b) e índice de fiabilidade (CSP) em função de doses de torta de mamona aplicadas ao solo e de proporção de torta de mamona em substituição à dose de nitrogênio mineral recomendada.

TRATAMENTO	ELG %	MIC $\mu\text{g.in}^{-1}$	MAT %	Rd %	+b %	CSP -
Dose de torta (t.ha^{-1})						
0	5,4	2,8	82,8	42,0	19,3	2163,1
3	4,9	2,8	83,3	42,9	19,3	2188,4
6	4,4	2,7	83,3	44,7	19,0	2229,2
9	4,5	2,6	82,8	42,2	19,2	2201,2
12	5,5	2,7	82,3	42,1	19,1	2388,8
Média	4,9	2,7	82,8	42,2	19,2	2201,2
Proporção de torta (%)						
25	4,9	2,7	82,8	42,3	19,5	2264,4
50	4,8	2,6	82,8	42,6	19,1	2248,0
75	4,9	2,7	82,8	43,5	19,6	2131,4
100	5,0	2,8	82,8	42,5	19,2	2220,5
Média	4,9	2,7	82,8	42,6	19,4	2234,2
Testemunha (T) ⁽¹⁾	5,1	2,8	82,5	42,8	18,9	2188,9

⁽¹⁾ Testemunha = tratamento que consistiu da adubação mineral completa, sem aplicar torta de mamona.

* = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

A média obtida para o componente grau de amarelo (+b) foi de 19% e a reflectância (Rd) ficou entre 42 e 43%, não sendo possível localizá-los na escala de Hunter para classificação quanto a cor e o tipo. O mesmo ocorreu em trabalho de Lima et al. (2009), que ao fazer a caracterização da reflectância e do grau de amarelo da fibra do algodoeiro BRS marrom constatou que os valores observados afastam-se dos quadrantes estabelecidos. Desta forma, os autores concluíram que é necessário estabelecer um padrão para o algodão colorido, aferir o HVI e

adaptar o diagrama de Hunter, possibilitando a leitura da classe de cor, permitindo a classificação do algodão quanto ao tipo.

Os contrastes que compararam o efeito dos tratamentos com torta PDS de mamona e a adubação mineral completa foram significativos apenas para a produtividade (Quadro 11). Os resultados mostram que o algodoeiro respondeu tanto a adubação mineral completa quanto a dose 12 t ha⁻¹ de torta PDS de mamona, não havendo diferença entre a produção obtida por estas duas fontes de nutrientes.

Quadro 11. Contrates para os valores de produtividade de algodão em caroço (PROD) e índice de fibras curtas (SFI) entre os tratamentos testemunha⁽¹⁾ e duas doses de torta de mamona aplicadas ao solo.

TRATAMENTO	PROD (kg ha ⁻¹)	SFI (%)
Dose de torta (t ha ⁻¹)		
0	527,8	13,4
12	2286,8	9,6
Testemunha (T) ⁽¹⁾	2183,3	12,3
Contrastes		
C1: T vs Dose 0 t ha ⁻¹	1655,5*	-1,1 ^{ns}
C2: T vs Dose 12 t ha ⁻¹	-103,5 ^{ns}	2,7 ^{ns}

⁽¹⁾ Testemunha = tratamento que consistiu da adubação mineral completa, sem aplicar torta de mamona.

* = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

5 CONCLUSÕES

1. A torta PDS de mamona aumentou as concentrações foliares de N, P, Mg e S, mostrando ser tão eficiente quanto a adubação mineral;
2. A torta PDS de mamona incrementou a produtividade do algodoeiro confirmando a sua eficiência como adubo em disponibilizar nutrientes para as plantas;
3. De maneira geral, não houve interferência dos tratamentos nas variáveis que compõem a qualidade da fibra do algodoeiro BRS verde.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, R. T.; KONIG, A.; BELTRÃO, N. E. M. Influência do lodo de esgoto na qualidade tecnológica da fibra do algodoeiro herbáceo BRS verde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador. **Algodão, uma fibra natural**: anais. Salvador: Abapa: Embrapa: Abrapa: Governo da Bahia, 2005. 1 CD-ROM.

AVANÇO da Petrobras em biodiesel põe em alerta a concorrência. Disponível em : <<http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/avanco-petrobras-biodiesel-alerta-concorrencia-14-02-08.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2009.

ALVAREZ, V.H. Enxofre. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-472.

AZEVEDO, D. M. P. de; NÓBREGA, L. B.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

BARANOV, V. F. Irrigation. In: MOSHKIN, V. A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 237-248.

BELTRÃO, N. E. de M. **Torta de mamona (Ricinus Communis L.)**: fertilizante e alimento. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 6 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 171).

BIODIESEL: o novo combustível do Brasil. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/programa.html>>. Acesso em 23 dez. 2009.

BIO-PIRATERIA: la história de los algodones de pigmentación natural em las Américas. **RAFI Communiqué**, Ottawa, nov. 1993. p. 1-6.. Disponível em: <http://www.etcgroup.org/upload/publication/497/01/raficom34cotton_spa.pdf>. Acesso em: 29 set. 2009.

BRANDÃO, Z. N.; SOFIATTI, V.; FERREIRA, G. B.; MEDEIROS, J. C.; DIAS, J. M.; SILVA, B. B.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade do algodoeiro irrigado em resposta a adubação nitrogenada e fosfatada na Chapada do Apodi, RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados**: anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 2032-2039.

BRANDÃO, Z. N. B.; SOFIATTI, V.; LIMA, L. S.; FERREIRA, G. B.; MEDEIROS, J. C.; HENRIQUE, J. N. D.; BELTRÃO, N. E. M. Teores de macronutrientes no tecido foliar de plantas de algodão em diferentes estádios fenológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados**: anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009a. p. 2058-2065.

CALIXTO, F. H.; LIRA, W. S.; CÂNDIDO G. A.; VASCONCELOS. A. C. F. **A tecnologia do algodão colorido como alternativa para o desenvolvimento sustentável no setor agrícola**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 2009. 12 p. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/boaspraticas/download/Tecnologia_Algodao_Colorido_Alternativa_Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 12 set. 2009.

CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S.; OLIVEIRA, S. Z. R. Utilização de coprodutos da mamona na alimentação animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica**: anais. Salvador: SEAGRI; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 1 CD-ROM.

CARVALHO, L. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; COSTA, J. N. da; ANDRADE, F. P. de; SILVA, O. R. R. F. da; ARAÚJO, G. P. de; ALVES, I. **BRS Verde**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 1 Folder.

CARVALHO, M. C. S; FERREIRA, G. B. **Calagem e adubação do algodoeiro no Cerrado**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 16 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 92).

CARVALHO, M. C. S.; BARBOSA, A. B.; LEANDRO, W. M. Resposta do algodoeiro a doses e modos de aplicação de fósforo em sistemas de plantio direto e convencional no Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009b. 1 CD-ROM.

CARVALHO, L. H.; SILVA, N. M.; KONDO, J. I.; CHIAVEGATO, E. J.; FURLANI, E. J. Adubação potássica para cultivares de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009c. 1 CD-ROM.

CARVALHO, M. C. S; SANTOS, F. C. Adubação do algodoeiro com NPK em sistema plantio direto no Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009a. 1 CD-ROM.

COSTA, A.; YAMAOKA, R. S. Fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio no algodoeiro cultivado em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009a. 1 CD-ROM.

DECHEN, A. R.; NAVA, G.; BATAGLIA, O. C. Métodos de avaliação do estado nutricional das plantas para nitrogênio e enxofre. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. e; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, 2007. p. 251-275.

DORAN, J. Building soil quality. In: CONSERVATION WORKSHOP ON OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN SUSTAINABLE AGRICULTURE, 1995.

Red Deer, Canada. . **Proceedings...** Red Deer: Alberta Conservation Tillage Society, 1995, p.151-158.

DRINKWATER, L. E.; LETOURNEAU, D. K.; WORKNEH, F.; VAN BRUGGEN, A. H. C.; SHENNAN, C. Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems in California. **Ecological Applications**, Washington, v. 5, n. 4, p.1098-1112, 1995.

DUGGAN, B. L.; YEATES, S. J.; GAFF, N.; CONSTABLE, G. A Phosphorus fertilizer requirements and nutrient uptake of irrigated dry-season cotton grown on virgin soil in Tropical Australia. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 39, p. 282–301, 2008.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro, 1997. 209p.

EMBRAPA. Centro de pesquisa Agropecuária do Oeste. **Algodão**: informações técnicas. Dourados: EMBRAPA-CPAO; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. 267 p. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 7).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, BRS Verde. Campina Grande: Embrapa Algodão 2002, Folder.

EMBRAPA ALGODÃO. **Sistema de produção para o algodão perene de fibra marrom (BRS 200) no Nordeste brasileiro**. Campina Grande, 2003. 1 Folder.

EMBRAPA ALGODÃO. **Mamona**. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/apresentacao.html>>. Acesso em: 12 out. 2009b

EMBRAPA ALGODÃO. **Algodão**. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/index.html>>. Acesso em: 12 out. 2009.

FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, J. V.; SANTOS, D. M. A.; FELTRIN, A. R.; VOLTAM, F. S. Avaliação de diferentes doses de enxofre para os cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) Iac 24 e Deltaopal em plantio convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados**: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 CD-ROM.

FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 21, p. 47-50,1997.

FORNAZIERI JÚNIOR, A. **Mamona**: uma rica fonte de óleo e de divisas. São Paulo: Ícone, 1986. 71 p.0

FREIRE, R. M. M.; FERREIRA, G. B.; SANTANA, J. C. F. S.; MEDEIROS, J. C.; ALVES, A.; MOREIRA, J. B. Influência dos níveis de cálcio e ferro na qualidade da fibra do algodão no estado de Goiás: I. - Ensaios com doses crescentes de Ca e Fe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu.

Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados: anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 CD-ROM.

FREITAS, F. C. **Uso de resíduo orgânico da produção direta de biodiesel na atenuação dos efeitos de hidrocarbonetos de petróleo no solo.** 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Rio de Janeiro.

FREITAS, S. M.; FREDO, C. E. Biodiesel à base de mamona. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, p. 37-42, 2005.

FREITAS, R. J.; LEANDRO, W. M.; CARVALHO, M. C. S. Efeito da adubação potássica via solo e foliar sobre a produção e a qualidade da fibra em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 106-112, jun. 2007.

GASCHO, G. J.; PARKER, M. B. Nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization of a coastal plain cotton-peanut rotation. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 37, p. 1485-1499, 2006.

GORMUS, O.; YUCEL, C. Different planting date and potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in the Çukurova region, Turkey. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 78, p. 141-149, 2002.

GORMUS, O. Effects of rate and time of potassium application on cotton yield and quality in Turkey. **Journal Agronomy & Crop Science**, Singapore, v. 188, n. 6, p. 382-388, 2002.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta.** São Paulo: Ceres, 1979. 262 p.

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

LIMA, A.P.; NABAS, H.T. **Relatório do laboratório tecnológico de fibras da BM & F.** São Paulo: BM & F, 1995. 43p.

LIMA M. M.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, V. L. A.; NASCIMENTO, M. B. H.; FIGUEIRÊDO, I. C. M. Níveis de adubação nitrogenada e bioestimulante na produção e qualidade do algodão BRS verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 619-623, 2006.

LIMA, R. L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; SAMPAIO, L. R. Combinação de casca e torta de mamona como adubo orgânico para a mamoneira. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21 n. 5, p. 102-106, 2008. Número Especial.

LIMA, A. K. V. O.; PEREIRA, F. C.; COSTA, L. L. Caracterização da reflectância e grau de amarelamento da fibra do algodão BRS 200 marrom. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados: anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 2220-2226.

MACIEL, C. D. G. Manejo da cultura da mamona em sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 96, set./out. 2009. Disponível em: <http://www.fungeo.com.br/upload_trabalhos/10_Manejo_na_cultura_da_mamona_em_Sistema_de_Semeadura_Direta.pdf>. Acesso em 15 nov. 2009.

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

MALAVOLTA, E. O fósforo na planta e interações com outros elementos. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2003, São Paulo. **Fósforo na agricultura brasileira: anais**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 36-115.

MOURA, G. C.; FINKENAUER, D.; SILVA, S. D. A.; COUTO, M.; ANTUNES, L. E. C. Uso da torta de mamona como alternativa à adubação química na produção de morangueiro em segunda safra. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 11.; MOSTRA CIENTÍFICA, 1, 2009, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2009.

NÓBREGA, M. B. M. **Melhoramento da mamoneira no Brasil**. Piracicaba, (s.n.), 2006. 2 p.

NORDESTE Rural: Negócios do Campo. Disponível em: <www.nordeste.rural.com.br/>. Acesso em: 26 nov. 2009.

OLIVEIRA, J. B.; SEVERIANO FILHO, C. Considerações sobre a produção do algodão colorido e a importância do consórcio natural fashion como último elo da cadeia produtiva In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 12., 2005, Florianópolis. **A gestão de custos na era da gestão do conhecimento**. São Leopoldo: Associação Brasileira de Custos, 2005. Disponível em: <[http://www.ucla.edu.br/DAC/departamentos/coordinaciones/costol/Congreso%20Internacional%20de%20Costos/VOL_200511232139%20\(D\)/artigos/custos_330.pdf](http://www.ucla.edu.br/DAC/departamentos/coordinaciones/costol/Congreso%20Internacional%20de%20Costos/VOL_200511232139%20(D)/artigos/custos_330.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2009.

PÁDUA, T. R. P.; SILVA, C. A. S.; DIAS, B. O. Nutrição e crescimento do algodoeiro em latossolo sob diferentes coberturas vegetais e manejo de calagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1481-1490, set./out. 2008.

PETROBRAS. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/noticias/biodiesel-com-oleo-de-mamona-ja-e-realidade/?page=1>>. Acesso em: 22 dez. 2009.

PICCIOTTO, G.; SHEWCHENKO, M. C. **Projeto de fortalecimento da Cadeia Produtiva do Algodão Colorido**: Campina Grande -. Projeto Conexão Local.

São Paulo: FGV, 2006. 26 p. il. Disponível em: <http://www.eaesf.fgvsp.br/subportais/interna/Conexao_Local/01_CL_2006_ALGODAOCOLORIDO.pdf>. Acesso em: 17 set. 2009.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 1980. 541 p.

REITER, M. S.; REEVES, D. W.; BURMESTER, C. H.; TORBERT, H. A. Cotton nitrogen management in a high-residue conservation system: cover crop fertilization. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 72, n. 5, p. 1321-1329, 2008.

RINEHARDT, J. M.; EDMISTEN, K. L.; WELLS, R.; FAIRCLOTH, J. C.; Response of ultra-narrow and conventional spaced cotton to variable nitrogen rates. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v., 27, n., 4, p. 743-755, 2004.

ROSOLEM, C. A. Problemas em nutrição e adubação do algodoeiro no Cerrado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO AGRONEGÓCIO DO ALGODÃO; SEMINÁRIO ESTADUAL DA CULTURAL DO ALGODÃO, 5., 2000, Cuiabá. **Negócio e tecnologia para melhorar a vida: anais**. Cuiabá: Fundação MT, 2000.

ROSOLEM, C. A. Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro. **Informações Agrônomicas**, São Paulo, n. 95, p. 10-17, set. 2001.

SAINJU, U. M.; WHITEHEAD, W. F.; SINGH, B. P.; WANG, S. Tillage, cover crops, and nitrogen fertilization effects on soil nitrogen and cotton and sorghum yields. **European Journal of Agronomy**, New York, v. 25, p. 372-38, 2006.

SABINO, N. P.; KONDO, J. I.; SILVA, N. M.; SABINO, J. C.; IGUIE, T. Efeitos da calagem e da adubação potássica sobre características agrônomicas e propriedades tecnológicas da fibra do algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 2, p. 385-392, 1995.

SANTANA, J. C. F. de.; WANDERLEY, M. J. R.; BELTRAO, N. E. de M. Tecnologia da fibra e do fio do algodão, análises e interpretações dos resultados. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa e Agropecuária do Oeste. **Algodão: informações técnicas**. Dourados: EMBRAPA-CPAO; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. p.232-252. (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 7).

SANTANA, J. C. F.; VANDERLEY, J. M. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. Características da fibra e do fio do algodão: análise e interpretação dos resultados. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. v. 2, p. 859-880.

SEAGRI. **Cultura: algodão**. 2006. Disponível em <<http://www.seagri.ba.gov.br/Algodao.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2009.

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**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 650-655, 2004.

SEVERINO, L. S. **O que sabemos sobre a torta da mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 31 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 134).

SILVA, N.M; CARVALHO, L.H; CIA, E; FUZZATO,M.G; CHIAVEGATO, E.J; ALLEONI, L.R.F. Seja doutor do seu algodoeiro. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 69, mar. 1995.

SILVA, M. N. B.; BELTRÃO, N. E. M; CARDOSO, G. D. Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.2, p.222-228, 2005.

SILVA, S. M. S.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S. Produtividade da cultivar BRS energia em função da lâmina de irrigação e populações de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3., 2008, Salvador. **Energia e ricinoquímica**: resumos. Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008. p. 139.

SAVY FILHO, A. **Mamona (*Ricinus communis*)**: desenvolvimento de tecnologia de produção. Campinas: Instituto Agronômico: Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras, 2007. 15 p.

SOUZA, M. C. M. Produção de algodão orgânico colorido: possibilidades e limitações. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 30, n. 6, p. 91-98, jul. 2000.

TEWOLDE, H.; FERNANDEZ, C. J. Fiber quality response of pima cotton to nitrogen and phosphorus deficiency. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 26, n. 1, p. 223-235, 2003.

TEWOLDE, H.; SISTANI, K. R.; ROWE, D. E.; ADELI, A.; BOYKIN, D. L. Nitrogen extraction by cotton fertilized with broiler litter. **Crop Science**, Madison, v. 47, p. 1131-1142, 2007.

TEWOLDE, H.; SHANKLE, M. R.; ADELI, A.; SISTANI, K. R.; ROWE, D. E. Macronutrient concentration in plant parts of cotton fertilized with broiler litter in a marginal upland soil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 105, p. 1-11, 2009.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual de interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

VAL, H. C.; MARINHO, J. F.; FURLANI, S. S.; HIRAKI, S. S.; NEVES, D. C.; FERRARI, J. V.; SARDELLI, J. A. P. Características tecnológicas da fibra do algodoeiro com a utilização de diferentes culturas de inverno e aplicação de nitrogênio em pré-semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Sustentabilidade da cotonicultura**

brasileira e expansão dos mercados: anais. Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 2008-2012.

VALOR ECONÔMICO REVISTA. Avanço da Petrobras em biodiesel põe em alerta a concorrência.

Disponível em <http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/avanco-petrobras-biodiesel-alerta-concorrencia-14-02-08.htm> > Acesso em 18 de Dezembro de 2009.

VAZ, U. L.; LEAL, M. A. A. Enriquecimento de composto orgânico com torta de mamona visando sua utilização como substrato para produção de mudas de alface. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, 3.; CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., São Lourenço, 2009. **Ecologia e o futuro da biosfera**. São Paulo: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2009.

YAMADA, T.; MALAVOLTA, E.; MARTINS, O. C.; ZANCANARO, L.; CASALE, H.; BAPTISTA, I. **Teores foliares de nutrientes observados em áreas de alta produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1999.

ZUCHI, J.; BEVILAQUA, G. A. P.; GALHO, A.; MARQUES, R. L. L.; SILVA, S. D. A. Efeito da torta de mamona sobre os componentes de rendimento de triticales. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 2, p. 1075-1078, 2007.