

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Tese de Doutorado

FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA EM
ALGODEIRO HERBÁCEO
Cv.BRS 286

RENÊ MEDEIROS DE SOUZA

Campina Grande
Paraíba

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

**FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA EM ALGODEIRO HERBÁCEO
Cv.BRS 286**

RENÊ MEDEIROS DE SOUZA

**CAMPINA GRANDE – PB
OUTUBRO/2012**

RENÊ MEDEIROS DE SOUZA

Dr. em Engenharia Agrícola

FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA EM ALGODEIRO HERBÁCEO

Cv. BRS 286

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

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO

ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADORES

Dr. JUAREZ PAZ PEDROZA – UAEEA/UFCG

Dr. NAPOLEÃO ESBERARD DE M. BELTRÃO – CNPA/EMBRAPA

CAMPINA GRANDE – PB

OUTUBRO/2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S729f Souza, Renê Medeiros de.
Fertilização orgânica em algodoeiro herbáceo, Cv. BRS 286/ Renê Medeiros de Souza. – Campina Grande, 2012.
82f.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
Orientadores: Prof. Dr. Juarez Paz Pedroza, Prof. Dr. Napoleão Esberard de M. Beltrão.

Referências.

1. Algodão. 2. Torta de Mamona. 3. Composto Orgânico.
I. Título.

CDU 633.511(043)

DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

RENÊ MEDEIROS DE SOUZA

FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA EM ALGODOEIRO HERBÁCEO,
Cv. BRS 286

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Dr. Juarez Paz Pedroza

Orientador (UAEA/CTRN/UFCG)

Aprovada

Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão

Orientador (EMBRAPA ALGODÃO)

APROVADO

Dr. Wagner Walker de Albuquerque Alves

Examinador (ULBRA/CEULGI/RO)

Aprovado

Dr. Alberto Soares de Melo

Examinador (DCA/UEPB)

Aprovado

Dr. João Miguel de Moraes Neto

Examinador (UAEA/CTRN/UFCG)

APROVADO

Dr.ª Vera Lúcia Antunes de Lima

Examinadora (UAEA/CTRN/UFCG)

APROVADO

OUTUBRO – 2012

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele nada é possível.

A meu pai, Francisco de Souza Filho, e a minha mãe, Luzia da Costa Medeiros Souza, pelo amor, educação, carinho, atenção e dedicação durante a minha vida.

A minha esposa, Rafaela Mayara e filho, Daniel Medeiros, pelo afeto e paciência que sempre me dedicaram.

Aos Irmãos, "Francisco Neto e Ladmilla Medeiros", aos sobrinhos "Gabriela Maria e Jálfo César" e à afilhada, "Lara Medeiros", a minha sogra "Sandra Rosa" e cunhadas "Gabriela Maira, Barbara Joana e Aline Delgado" pelo carinho.

Ao Professor Dr. Juarez Paz Pedroza, mais que um orientador, um grande amigo.

Ao Dr. Napoleão E. M. Beltrão, pessoa brilhante, um dos responsáveis por este desafio, pelo incentivo, sugestões, confiança, orientações, ensinamentos e amizade.

Ao Dr. Wagner Walker e Dr. José Dantas Neto pela paciência, sugestões e auxílio na orientação desde da minha graduação, sem vocês não estaria nesta jornada.

Aos colegas sempre presentes Eloy, Neto, Sebastião, Jerônimo, Jamacy, Kátine, Kelianne, Leda, Diva, Jorge, Newton, Rogério, Everardo, Beto, Irenaldo, Francisco Claus, Ulisses Crispim, Leandro, Jandson, Flávia, Franklin, Aluska, Wesley, Maria e Félix; enfim, a todos aqueles que se fizeram presentes diretamente ou indiretamente neste trabalho.

Aos ilustres donos do hotel 5 estrelas que frequentei por diversas vezes durante este trabalho: Seu Zé, Dona Neide, Hortência, Tercio e Thamiris.

Aos professores Alberto Soares, João Miguel, Antonio Leal, Vera Antunes, Josivanda, Sôhad, Baracubi, Jorge, Carlos Azevedo, Pedro Dantas, Hugo Orlando, Hans Raj e Ronaldo Nascimento.

Aos Funcionários Cardoso, Doutor, Aldaniza e Gilson; enfim, a todos os funcionários técnico-administrativos do Departamento de Engenharia Agrícola da UFCG.

Ao colega Erick Aguiar, pelas horas de trabalho, esforço e dedicação na condução deste experimento.

À Empresa Algodão, pela disponibilização do espaço, equipamentos, laboratórios etc.

*Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes
coisas do homem foram conquistadas do que
parecia impossível."*



Charles Chaplin

ÍNDICE

RESUMO	XIV
ABSTRACT	XV
1.0 INTRODUÇÃO	01
2.0 OBJETIVOS	03
2.1 Objetivo geral.....	03
2.2 Objetivos específicos.....	03
3.0 REVISÃO DE LITERATURA	04
3.1 Algodão.....	04
3.1.1 Morfologia.....	06
3.1.2 Escala do algodão.....	07
3.1.3 Usos.....	09
3.2 <i>Cultivar</i> BRS 286.....	10
3.3 Padrões de qualidade do algodão.....	11
3.3.1 Micronaire.....	12
3.3.2 Grau de maturidade	12
3.3.3 Comprimento da fibra.....	13
3.3.4 Índice de uniformidade.....	13
3.3.5 Índice de fibras curtas.....	14
3.3.6 Resistência da fibra.....	14
3.3.7 Alongamento da fibra.....	15
3.3.8 Índice de fiabilidade.....	15
3.3.9 Reflectância.....	16
3.3.10 Grau de amarelecimento.....	17
3.4 Importância do nitrogênio na cultura do algodão.....	17
3.5 Adubação orgânica.....	18
3.5.1 Composto orgânico.....	19

3.5.2	Torta de mamona.....	20
4.0	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1	Localização do experimento.....	23
4.2	Tratamento e delineamento estatístico.....	24
4.3	Distribuição das unidades experimentais e sistema de irrigação.....	24
4.4	Característica da água.....	26
4.5	Característica do solo.....	26
4.6	Composto orgânico.....	27
4.7	Torta de mamona.....	27
4.8	Preenchimento dos vasos e semeadura.....	28
4.9	Irrigação.....	29
4.10	Variáveis analisadas.....	30
4.10.1	Análise de crescimento.....	30
4.10.2	Características agronômicas.....	31
4.10.3	Característica intrínseca da fibra.....	32
4.11	Análise estatística.....	33
5.0	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
5.1	Número de folhas (NF).....	34
5.2	Altura de planta (AP).....	38
5.3	Diâmetro do caule.....	41
5.4	Área foliar.....	45
5.5	Taxa de crescimento absoluto.....	48
5.6	Taxa de crescimento relativo.....	52
5.7	Fitomassa seca da folha, do caule, da parte aérea, teor da água na parte aérea e comprimento da raiz principal.....	56
5.8	Peso do algodão em caroço, da pluma, percentagem de fibra, peso médio de um capulho e comprimento da fibra.....	61
5.9	Uniformidade, resistência, alongamento a ruptura e índice de fiabilidade.....	63

5.10 Índice de fibras curtas, índice de micronaire, maturidade, reflectância e grau de amarelecimento.....	65
6.0 CONCLUSÕES	68
7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
8.0 FOTOS DO EXPERIMENTO	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Estádio vegetativo do algodoeiro (MARUR & RUANO, 2003).....	07
Figura 02. A – Início da fase reprodutiva da planta do algodão; B – Fase reprodutiva mais adiantada do algodoeiro (MARUR & RUANO, 2003).....	08
Figura 03. A – Fase F1 do estágio de desenvolvimento do algodoeiro; B – Fase F3 de desenvolvimento do algodoeiro (MARUR & RUANO, 2003).....	08
Figura 04. A – Fase C1 do estágio de desenvolvimento do algodoeiro; B – Fase C5 do estágio de desenvolvimento do algodoeiro (MARUR & RUANO, 2003).....	09
Figura 05. Índice de micronaire (Fonseca & Santana, 2002).....	12
Figura 06. Grau de maturidade (Fonseca & Santana, 2002).....	13
Figura 07. Comprimento da fibra (Fonseca & Santana, 2002).....	13
Figura 08. Índice de uniformidade (Fonseca & Santana, 2002).....	14
Figura 09. Índice de fibras curtas (Fonseca & Santana, 2002).....	14
Figura 10. Resistência da fibra (Fonseca & Santana, 2002).....	15
Figura 11. Alongamento da fibra (Fonseca & Santana, 2002).....	15
Figura 12. Índice de fiabilidade (Fonseca & Santana, 2002).....	16
Figura 13. Diagrama de cor (Fonseca & Santana, 2002).....	16
Figura 14. Casa de vegetação pertencente ao CNPA/EMBRAPA, onde foi desenvolvido o experimento.....	23
Figura 15. Distribuição das unidades experimentais e sistema de irrigação utilizado no experimento.....	25
Figura 16. Solo Incubado para correção da acidez.....	27
Figura 17. Detalhe do vaso pintado na cor prata fosco e distribuição dos materiais dentro do vaso a ser utilizado no plantio do algodoeiro cultivar BRS 286.....	28
Figura 18. Distribuição das plantas nos vasos.....	29
Figura 19. Sistema de irrigação localizado.....	30
Figura 20. Número de folhas aos 25 (A), 50 (B) e 75 (C) DAS das plântulas de algodoeiro em função da interação entre composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM).....	36
Figura 21. Número de folhas das plântulas de algodoeiro em função do tempo para aplicação de doses crescentes de torta de mamona (TM) “A” e composto orgânico (CO) “B” isoladamente.....	37
Figura 22. Altura de Planta (AP) aos 25 (A) e 50 (B) DAS das plântulas de	

algodoeiro em função da interação entre composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM).....	39
Figura 23. Altura das plântulas de algodoeiro em função do tempo para a aplicação de doses crescentes de torta de mamona (TM) “A” e composto orgânico (CO) “B” isoladamente.....	40
Figura 24. Diâmetro caulinar aos 25, 75 e 125 DAS das plântulas de algodoeiro em função da interação entre composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM).....	43
Figura 25. Diâmetro caulinar das plântulas de algodoeiro em função do tempo para aplicação de doses crescentes de torta de mamona (TM) “A” e composto orgânico (CO) “B” isoladamente.....	44
Figura 26. Área foliar (AF) aos 25 e 75 DAS das plântulas de algodoeiro em função da interação entre composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM).....	46
Figura 27. Área foliar aos 25, 50, 75, 100 e 125 DAS das plântulas de algodoeiro em função do tempo para a aplicação do composto orgânico (CO) “A” e da torta de mamona (TM) “B” isoladamente.....	47
Figura 28. Taxa de crescimento absoluto para altura de plantas (TCAAP) do algodoeiro em função do tempo para aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e contraste do fatorial vs testemunha (C)	49
Figura 29. Taxa de crescimento absoluto para o diâmetro caulinar (TCADC) das plântulas de algodoeiro em função do tempo para aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e contraste do fatorial vs testemunha (C).....	50
Figura 30. Taxa de crescimento absoluto para o índice de área foliar (TCAAF) das plântulas de algodoeiro em função do tempo para aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e contraste do fatorial vs testemunha (C).....	52
Figura 31. Taxa de crescimento relativo para a altura de planta (TCRAP) do algodoeiro em função do tempo para aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e contraste do fatorial vs testemunha (C).....	53
Figura 32. Figura 23. Taxa de crescimento relativo para o diâmetro caulinar (TCRDC) das plântulas de algodoeiro em função do tempo para aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e contraste do fatorial vs testemunha (C).....	55
Figura 33. Taxa de crescimento relativo para a área foliar (TCRAF) das plântulas	

de algodoeiro em função do tempo para aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e contraste do fatorial vs testemunha (C).....	56
Figura 34. Fitomassa seca das folhas (FSF) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente.	57
Figura 35. Fitomassa seca do caule (FSC) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente “A” e fatorial “B”.....	58
Figura 36. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente.....	59
Figura 37. Teor de água na parte aérea (TAPA) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente “A” e o fatorial “B”.....	60
Figura 38. Comprimento da raiz principal (CRP) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente.....	61
Figura 39. Peso do algodão em caroço (PAC) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente.....	62
Figura 40. Peso da pluma por planta (PPLUMA) “A” e percentagem de fibra (%Fibra) “B” das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente.....	63
Figura 41. Resistência (STR) da fibra de algodão em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente.....	65
Figura 42. Índice de micronaire (MIC) “A” e maturidade (MAT) “B”. Reflectância (Rd) “C” grau de amarelecimento (+b) “D” da fibra do algodão em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Dados de temperatura e umidade relativa dentro da casa de vegetação...	24
Tabela 02. Doses de Nitrogênio e suas respectivas doses em forma de Torta de Mamona (TM) e Composto Orgânico (CO) incorporadas ao solo para o cultivo do algodoeiro cultivar BRS 286.....	24
Tabela 03. Característica química da água utilizada na irrigação do algodoeiro cultivar BRS 286.....	26
Tabela 04. Fertilidade do solo utilizado no cultivo do algodoeiro cultivar BRS 286.	26
Tabela 05. Análise química do composto orgânico utilizado na adubação do algodoeiro cultivar BRS 286.....	27
Tabela 06. Composição química da torta de mamona a ser utilizada na adubação do algodoeiro cultivar BRS 286.....	28
Tabela 07. Resumo das análises de variância do número de folhas aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a semeadura (DAS) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande, 2012.....	34
Tabela 08. Resumo das análises de variância do altura de planta (AP) aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a semeadura (DAS) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande, 2012.....	39
Tabela 09. Resumo das análises de variância do diâmetro caulinar (DC) aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a semeadura (DAS) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande, 2012.....	41
Tabela 10. Resumo das análises de variância da Área Foliar (AF) aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a semeadura (DAS) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande, 2012.....	45
Tabela 11. Resumo das análises de variância da fitomassa seca das folhas (FSF), do caule (FSC), da parte aérea (FSPA), teor de água da parte aérea (TAPA) e comprimento da raiz principal (CRP) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande, 2012.....	57

Tabela 12. Resumo das análises de variância do peso do algodão em caroço (PAC), peso da pluma (PPLUMA), percentagem de fibra (%F), peso médio de um capulho (P1CAP) e comprimento da fibra (UHM) das plumas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande, 2012.....	62
Tabela 13. Resumo das análises de variância da uniformidade (UNF), resistência (STR), alongamento a ruptura (ELG) e índice de fiabilidade (CSP) da fibra do algodão em função de doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande/PB, 2012.....	64
Tabela 14. Resumo das análises de variância do índice de fibras curtas (SFI), índice de micronaire (MIC), maturidade (MAT), reflectância (Rd) e grau de amarelecimento (+b) da fibra do algodão em função das doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande/PB, 2012.....	65

FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA EM ALGODEIRO HERBÁCEO, Cv. BRS 286

RESUMO

A adubação orgânica emerge como parte fundamental no processo de redução do custo de produção e minimização dos impactos ambientais. Desta forma objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar a influência desse tipo de fonte nutricional, sobre o crescimento e a produção por planta e qualidade da fibra do algodoeiro cultivar BRS 286. A pesquisa foi realizada em casa de vegetação pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA), localizado no município de Campina Grande, PB, durante o período de 3 de abril a 6 de agosto de 2012. O trabalho consistiu no estudo do efeito de dois adubos, o primeiro, Composto Orgânico (0, 360, 720 e 1440 g.vaso⁻¹), produzido e comercializado na cidade de Monsenhor Tabosa, no Ceará, e o segundo, a Torta de Mamona (0, 90, 180 e 360 g.vaso⁻¹), além de uma testemunha com adubação química (NPK) feita de acordo com a recomendação da cultura. As quantidades dos adubos orgânicos (CO e TM) aplicados foram calculadas com base nas seguintes doses de Nitrogênio: 0, 80, 160 e 320 kg.ha⁻¹. Utilizou-se o delineamento experimental em esquema fatorial (4 x 4) + 1, sendo quatro doses de CO, quatro doses de TM e uma testemunha de NPK; totalizando 17 tratamentos com 4 repetições, perfazendo 68 unidades experimentais. As plantas foram semeadas em vasos de 60 litros e irrigadas diariamente através de sistema de irrigação por gotejamento, deixando-se o solo sempre próximo à capacidade de campo. As doses estudadas do composto orgânico não favoreceram o cultivo do algodoeiro. O aumento das doses de torta de mamona em base de nitrogênio beneficiou o crescimento das plantas de algodão sendo a dose ótima aproximada de 250 kg de N.ha⁻¹ em TM. Ao final do experimento a interação da dose de 320 kg.ha⁻¹ em TM com aproximadamente 220 kg.ha⁻¹ em CO, mostrou-se eficiente no crescimento do algodoeiro. Praticamente não se percebeu diferença entre os tratamentos e a testemunha nem diminuição da qualidade da pluma do algodoeiro cv. BRS 286 devido às fontes de nitrogênio utilizadas.

Palavras chave: *Gossypium hirsutum*, torta de mamona, composto orgânico

ORGANIC FERTILIZATION IN HERBACEOUS COTTON PLANT, Cv. BRS 286

ABSTRACT

The organic fertilization emerges as a fundamental part in the process of reducing the production cost and environmental impacts decreasing. Thus, the objective of this research was to evaluate the influence of this source kind of nutrients on the growth and yield per plant of the cultivar BRS 286 cotton plant. This research was conducted at greenhouse conditions belonged of the National Center of Cotton Research (CNPA), which is located in Campina Grande, Paraíba State, during the period from April the 3rd to August the 6th of 2012. This work consisted on the study of the effect of two organic fertilizers, the first one Organic Compound (0, 360, 720 and 1440 g.pot⁻¹), produced and marketed in the town of Monsenhor Tabosa, Ceará State, and second, the Castor bean Pie (0, 90, 180 and 360 g.pot⁻¹), and a control with chemical fertilizer (NPK), done according to the plant recommendation. The quantities of organic fertilizers (CO and TM) applied were calculated using the following doses of nitrogen: 0, 80, 160 and 320 kg.ha⁻¹. The plants were sown in pots of 60 liters and daily irrigated by drip irrigation system, always leaving the soil near its field capacity. The data were subjected to the variance analysis, F Test at 5 and 1% probability, the comparison between the witness and the factorial was made by orthogonal contrasts, but for the treatments were adjusted regression equations for those with significant effect. The organic compound studied doses did not favor the cultivation of cotton plant. Increased doses of castor bean pie based on nitrogen benefited the growth of cotton plants, and approximate the optimal dose of 250kg N.ha⁻¹ in TM. At the end of the experiment, the interaction of the dose of 320 kg.ha⁻¹ in TM with approximately 220 kg.ha⁻¹ in CO, was efficient on cotton growth. Practically no difference was realized for the treatments and control nor decrease the quality of BRS 286 cotton lint because of the used nitrogen sources.

Keywords: *Gossypium hirsutum*, castor bean pie, organic compound

1.0 INTRODUÇÃO

Em diversos países o cultivo do algodão é a principal fonte de fibras para a indústria têxtil. O algodoeiro também fornece matéria prima (sementes) para extração de óleo, para a indústria alimentícia e automotiva (biodiesel), além de torta para alimentação animal, a qual, por sua vez, se destaca como a segunda fonte de suplemento proteico para alimentação animal no mundo.

A tolerância à seca relativamente alta, é um diferencial do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). Isto advém de seus ajustes fisiológicos e de sua capacidade de crescimento e plasticidade radicular (SILVA et al., 2009). No entanto, os elevados custos de produção na cotonicultura, em especial dos fertilizantes, têm levado a diminuição da margem de lucro da atividade e até a prejuízos (BALDI, 2008).

Desta forma, a produção do algodão orgânico desponta como alternativa, já que o custo de produção é pelo menos 50% mais barato que o convencional e não coloca em risco a vida nem a saúde dos produtores. O produto tem um preço 25% mais alto no mercado com relação ao convencional e o mercado consumidor é bastante amplo, com índice de produtividade praticamente igual ao convencional.

Dentro deste contexto a região semiárida se destaca, como possuidora de condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo do algodão agroecológico. Além disto, as características das propriedades da região ocupadas basicamente por agricultores familiares que cultivam roçados diversificadas e possuem a mão-de-obra familiar como fonte de trabalho, favorecem o cultivo do algodoeiro em bases ecológicas, Beltrão et al. (2009).

De acordo com Bulluck et al. (2002) citados por Silva et al. (2005), os compostos orgânicos usados como melhoradores alternativos de fertilidade do solo podem resultar em incremento da matéria orgânica e atividade biológica do solo. Conforme os estudos desses autores, condicionadores orgânicos de solo, como o esterco bovino e o composto de caroço de algodão, podem ser superiores aos fertilizantes sintéticos por melhorar os atributos biológicos, físicos e químicos do solo, incrementando a produtividade das plantas.

A matéria orgânica é o maior fator de equilíbrio dos solos; sua composição física e biológica exerce papel crucial na nutrição das culturas promovendo o desenvolvimento da planta e melhor absorção de nutrientes fornecidos via fertilização.

Além disso, o uso de adubos orgânicos como composto orgânico e esterco de aves, proporciona melhoria na retenção de umidade, e na agregação e ainda aumenta a atividade microbiana do solo (MARCHI et al., 2008), apresentando também custos inferiores aos da adubação mineral (TAVARES et al., 2007). Dentre os adubos orgânicos utilizados no Brasil a torta de mamona é uma alternativa viável para substituir ou reduzir o uso dos adubos minerais de vez que é uma excelente fonte de nitrogênio, potássio, fósforo e micronutrientes.

Devido ao acréscimo de resíduos orgânicos provenientes de atividades diversas, há necessidade de se estudar seus efeitos sobre o sistema solo-planta (MELLO & VITTI, 2002). Assim, o manejo eficiente da adubação ou sua substituição total por insumos de baixo valor agregado, tal como a adubação orgânica, é essencial para o aumento da produtividade, redução de custo por tonelada de algodão produzido e viabilização dos sistemas de produção vigentes.

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar o crescimento, a produção por planta e as características têxteis do algodoeiro herbáceo (*cultivar* BRS286), em função das doses de adubação orgânica (composto orgânico, torta de mamona e a mistura do composto com a torta), em condições de casa de vegetação.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar a dose do Composto Orgânico que promova o maior crescimento, qualidade da pluma e produção por planta do algodoeiro *cultivar* BRS 286;
- Identificar a dose de Torta de Mamona que promova o maior crescimento, qualidade da pluma e produção por planta do algodoeiro *cultivar* BRS 286;
- Identificar a melhor mistura entre o Composto Orgânico e a Torta de Mamona que promova o maior crescimento, qualidade da pluma e produção por planta do algodoeiro *cultivar* BRS 286;
- Verificar o crescimento, a qualidade da pluma e a produção por planta do algodoeiro *cultivar* BRS 286 pelos contrastes entre a adubação orgânica e a adubação mineral.

3.0 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Algodão

O algodoeiro tem sua origem na Antiguidade, por volta de 8 mil anos A.C. Tecidos de algodão já eram utilizados na Índia há cerca de 3 mil anos A.C., o que tornou o país conhecido como centro de origem do algodoeiro. O algodoeiro americano é originário do México e do Peru e há indícios de que os indígenas também o cultivavam na época da chegada dos portugueses ao Brasil. No entanto, somente após a revolução industrial no século XVIII o algodão se tornou a principal fibra têxtil do mundo e o maior produto das Américas.

O Nordeste brasileiro foi, durante muito tempo, grande produtor de algodão: cultivado principalmente no Estado do Maranhão, a produção brasileira sofreu um período de decadência com a entrada dos Estados Unidos da América no mercado mundial mas voltou a crescer em virtude da Guerra da Secessão, em 1860, a qual paralisou as exportações norte-americanas.

A partir da década de 80, segundo Millen (2004), a cotonicultura começa a passar por transformações apesar dos problemas internos ocasionados pela praga do bicudo do algodoeiro, que destruiu grandes áreas da cultura. A alta dos preços no mercado internacional, motiva o Brasil a retomar a produção, e o leva a conseguir a autossuficiência, obtendo ainda excedentes para a exportação. Contudo, em razão das políticas de exportação e importação adotadas pelo Governo Federal aliadas aos problemas de infestação de pragas e a perda de competitividade frente à pluma importada, o cultivo do algodoeiro sofreu decréscimo expressivo em área e produção, levando o país a passar da condição de exportador para importador da fibra (NOGUEIRA JÚNIOR & BARBOSA, 2005) e o tornando o segundo maior importador mundial, chegando a adquirir 501,2 mil toneladas de pluma em 1993 (MILLEN, 2004).

A crise no setor algodoeiro provocou o abandono da cultura pelos pequenos agricultores e a migração para as regiões do Centro-Oeste e Oeste da Bahia, tornando-as os principais eixos produtivos do País e atraindo produtores capitalizados, dotados de informações e dispostos a investir em tecnologias nessas áreas, delineando um novo perfil para a cultura. A cotonicultura empresarial desenvolvida no cerrado do Centro-Oeste sobrepujou a cotonicultura familiar e passou a ser o tipo de algodão predominante

no Brasil, com qualidades extrínseca e intrínseca semelhantes à dos melhores algodões importados dos Estados Unidos e Austrália (LIMA & FREITAS, 2005).

Atualmente, o produtor de algodão apresenta perfil empresarial, com área cultivada média superior a 500 ha; utiliza técnicas agronômicas e insumos modernos; pratica a mecanização total da lavoura e processa sua produção em algodoeiras próprias ou arrendadas, eliminando etapas de intermediação ao comercializar diretamente junto às indústrias têxteis; apresenta alto nível de organização exercitada nas fases de geração e transferência de tecnologia, aquisição de insumos e serviços e comercialização interna ou através dos consórcios exportadores (LIMA & FREITAS, 2005).

O Brasil ocupa o quinto lugar na produção mundial de algodão, atrás apenas da China, Índia, Estados Unidos e Paquistão e é o quarto maior exportador da fibra. Os maiores produtores brasileiros são os Estados do Mato Grosso, Bahia, Goiás e Mato Grosso do Sul (BAYER, 2008). Sua produtividade é a terceira maior do mundo, sendo superado apenas pela Austrália e pela Turquia, dentre os grandes produtores que produzem de 90 a 100 % do algodão em áreas irrigadas. O destaque brasileiro se deve à produtividade obtida na região dos Cerrados (superior a 1.300 kg ha⁻¹ de pluma) que é a maior do mundo, em condições de sequeiro (KOURI & SANTOS, 2007).

Pesquisas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), registraram que a produção nacional de algodão foi, em março de 2012, de 5.133.878 toneladas, o que revela um aumento de 1,5% da produção em relação ao mesmo período do ano em 2011, apesar da redução da área de cultivo em 1,0%. Este crescimento é devido à maior ocorrência de chuvas em relação ao mês de fevereiro, na região Centro Oeste, a maior área produtora interna. Diante dos dados há uma expectativa otimista de finalizar a safra com um rendimento médio nacional de 3.702 kg ha⁻¹, superior 0,2% à prevista naquele mês (IBGE, 2012).

No Estado do Mato Grosso, maior produtor do País, calcula-se finalizar a colheita, este ano, com uma produção de 2.588.996 toneladas; isto numa área de 690.948 ha que, mesmo tendo tido uma redução de 1.918 ha em relação ao dado anterior (Fevereiro), apresenta um aumento de 0,9% na produção (IBGE, 2012).

Para a região Nordeste espera-se produzir em 2012, 34,1% da produção nacional. Deste total, a Bahia, o segundo maior produtor de algodão herbáceo, apesar de manter a previsão de queda no rendimento médio (0,8%), comparado ao anunciado em fevereiro, espera produzir 31,2% de toda a produção nacional (1.600.656 t) nesta safra.

O Estado conta ainda com uma diminuição de 0,3% na previsão mensal de produção, mesmo tendo aumentado 0,6% na área, em relação a fevereiro (IBGE, 2012).

3.1.1 Morfologia

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) é uma planta ereta, anual ou perene: suas folhas são pecioladas, geralmente cordiformes, de consistência coriácea ou não e inteiras ou recortadas (3 a 9 lóbulos) (SEAGRI, 2012).

A raiz do algodoeiro é cônica, pivotante, profunda, e apresenta um pequeno número de raízes secundárias grossas e superficiais; seu 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) (SEAGRI, 2012).

As flores dessa planta são hermafroditas, axilares, isoladas ou não, apresentando coloração creme nas recém-abertas (que passa a rósea e purpúreo), com ou sem mancha purpúrea na base interna. O período de abertura é de 3 a 6 dias, entre as 9 e 10 horas da manhã (SEAGRI, 2012).

As sementes são revestidas de pelos mais ou menos longos, podendo apresentar coloração variável (creme, branco, avermelhado, azul ou verde), são denominados fibras (os de maior comprimento) e linter (os de menor comprimento) (SEAGRI, 2012).

Após a fecundação da flor do algodoeiro a fibra de algodão se desenvolve na epiderme (parede mais externa) da semente. Cada fibra é formada por uma célula simples dessa epiderme que se alonga (1mm dia^{-1}) até o tamanho final (segundo a cultivar e as condições edafoclimáticas). Cada semente (*G. hirsutum*) pode conter de 7.000 a 15.000 fibras individuais. O crescimento pode variar de 50 a 75 dias (da fecundação à abertura das maçãs). Da sua superfície à parte mais interna a fibra pode conter ceras, gomas, óleos, cutícula, celulose, proteínas, glicose, ácidos málico, cítrico, outros. Para produzir o fio de algodão a fibra deve apresentar o comprimento necessário, uniformidade, resistência, finura e pureza (limpeza) (SEAGRI, 2012).

Os frutos, também chamados "maçãs" (quando verdes), e "capulhos" (pós-abertura), são cápsulas de deiscência longitudinal com 3 a 5 lojas cada uma, encerrando de 6 a 10 sementes (SEAGRI, 2012).

3.1.2 Escala do algodão

Os estádios de crescimento e desenvolvimento do algodoeiro, de acordo Marur & Ruano (2003), são caracterizados em função das suas fases fonológicas, ou seja, vegetativa (V), formação de botões florais (B), abertura da flor (F) e abertura do capulho (C).

O estágio vegetativo compreendido desde a emergência das plantas até o período em que a primeira folha verdadeira atinge 2,5 cm de nervura principal, é denominado V_0 . O estágio V_1 será determinado a partir do limite anterior, até que a segunda folha verdadeira tenha a sua nervura principal com comprimento de 2,5 centímetros. Assim, sucessivamente, aplicando-se o mesmo critério, a planta avançará para os estádios V_2 , V_3 , V_4 e V_5 etc como se visualiza na Figura 01 (MARUR & RUANO, 2003).

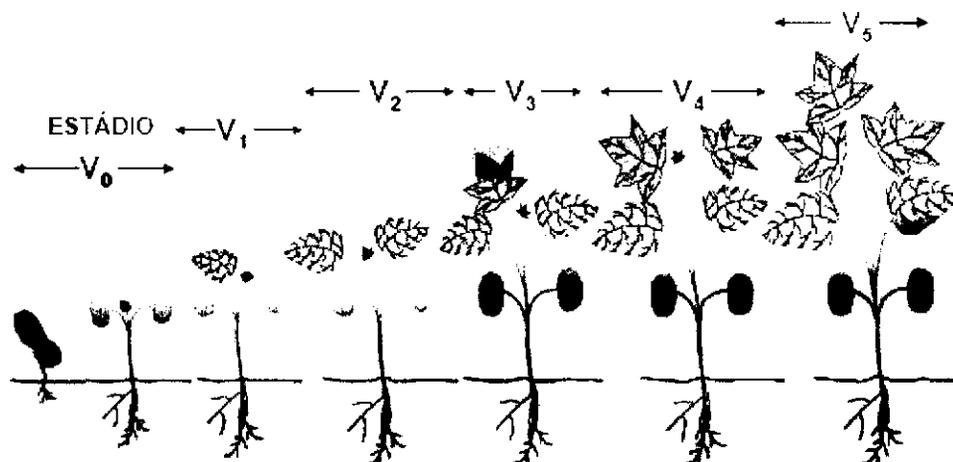


Figura 01. Estádio vegetativo do algodoeiro (MARUR & RUANO, 2003)

No momento em que o primeiro botão floral estiver visível (início da fase reprodutiva), o estágio passará a ser B_1 (Figura 2A). A planta alcançará o estágio B_3 , quando o primeiro botão floral do terceiro ramo reprodutivo estiver visível (Figura 2A); nesta ocasião será formado o segundo botão floral no primeiro ramo frutífero. Por conseguinte e à medida em que o primeiro botão floral de um novo ramo frutífero estiver visível, o estágio passará a ser B_n (Figura 2B) (MARUR & RUANO, 2003).

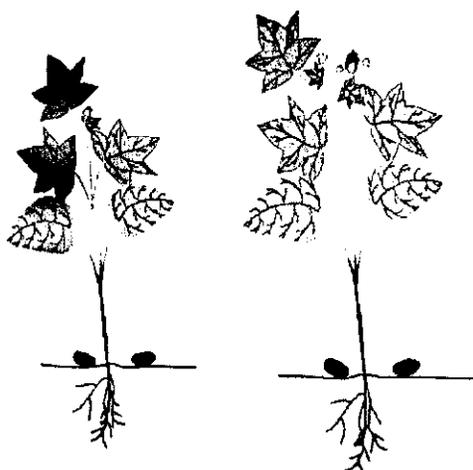
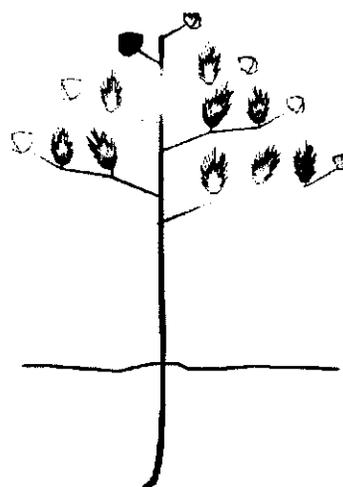
A**B**

Figura 2. A – Início da fase reprodutiva da planta do algodão; B – Fase reprodutiva mais adiantada do algodoeiro (MARUR & RUANO, 2003)

Com o primeiro botão floral do primeiro ramo frutífero transformando-se em flor, o estágio de desenvolvimento passará a ser F1 (Figura. 3A). O estágio de desenvolvimento será F3 na abertura da primeira flor do terceiro ramo frutífero (Figura 3B). Consecutivamente, sempre que ocorrer a abertura da primeira flor do ramo frutífero de número n , o estágio passará a ser Fn (MARUR & RUANO, 2003).

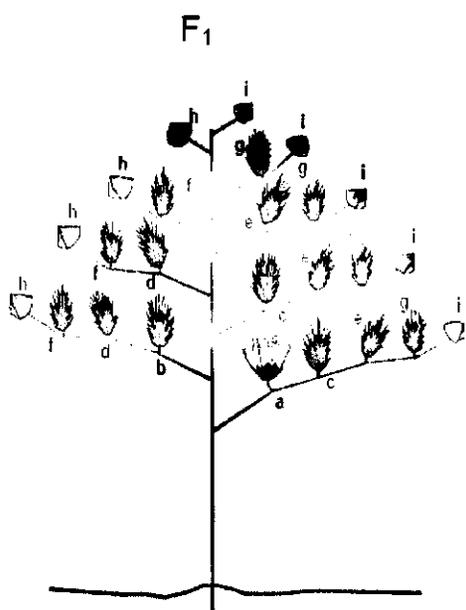
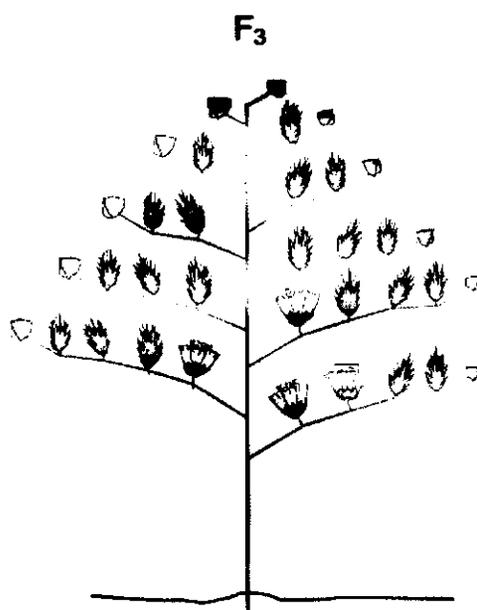
A**B**

Figura 3. A – Fase F1 do estágio de desenvolvimento do algodoeiro; B – Fase F3 de desenvolvimento do algodoeiro (MARUR & RUANO, 2003)

Quando o primeiro fruto do primeiro ramo se transformar em capulho, o estágio de desenvolvimento será C1 (Figura 4A). No momento em que primeira bola do quinto ramo se transformar em capulho, o estágio de desenvolvimento será C5 (Figura 4B); sucessivamente, o estágio será Cn quando ocorrer a abertura da primeira bola do ramo frutífero de número *n*.

A

B

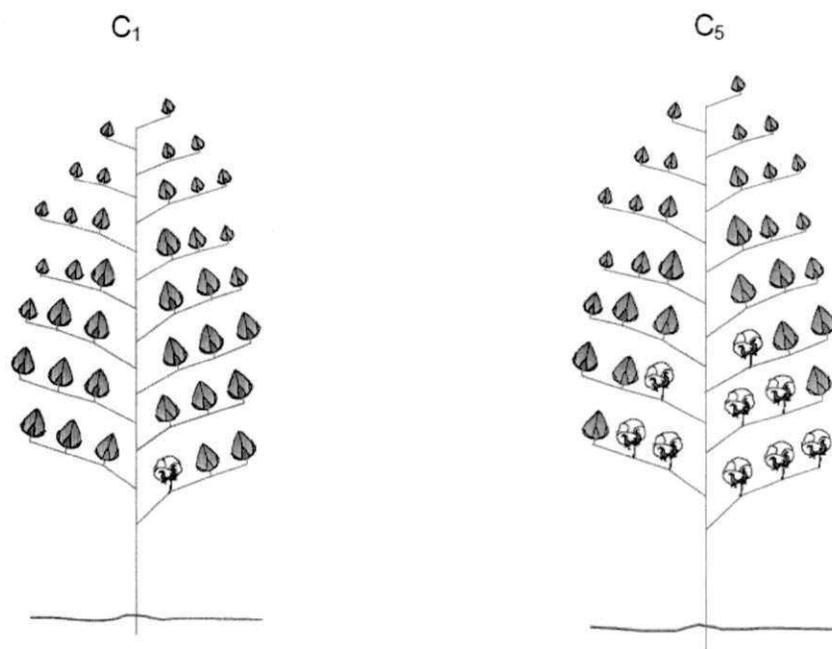


Figura 4. A – Fase C1 do estágio de desenvolvimento do algodoeiro; B – Fase C5 do estágio de desenvolvimento do algodoeiro (MARUR & RUANO, 2003)

3.1.3 Usos

O algodoeiro é uma das plantas mais importantes para a humanidade. De acordo com Beltrão (1999), nos próximos vinte anos haverá um aumento na utilização do algodão em mais de 40%.

O algodão é uma fibra natural que se diferencia das outras fibras principalmente por sua exclusiva estrutura interna. Com o advento da Revolução Industrial no início do século XIX o uso do algodão como matéria-prima superou as demais fibras naturais, tais como linho, seda e lã, entre outras (KECHAGIA et al., 2004).

O principal produto do algodoeiro é seu fruto, composto de sementes (52%), fibras (40%) e demais estruturas botânicas (8%). As sementes contêm aproximadamente 15% de óleo, 3% de fibras, 40% de proteínas e 42% de tegumentos; no entanto, o

principal produto econômico do algodoeiro são as fibras, compostas por camadas de celulose (BUAINAIN et al., 2007) com mais 400 aplicações industriais (BELTRÃO, 1999).

Dentre as oleaginosas utilizadas para a produção de biodiesel, tais como soja e mamona, o caroço de algodão apresenta maiores vantagens, por ser acessível e resultar de um subproduto. Contudo, o baixo teor de óleo do caroço de algodão é um fator limitante, o que desestimula a produção de biodiesel. Por este motivo, a indústria brasileira prioriza a soja como matéria-prima, em razão da maior disponibilidade deste grão, o que pode ser constatado ao se observar a safra de 2007/2008, na qual o Brasil produziu 60 milhões de toneladas de soja enquanto foram produzidas apenas 2,4 milhões de toneladas de caroço de algodão.

A torta resultante da semente após a extração do óleo do caroço do algodão de forma mecânica, é uma das fontes proteicas para bovinos e tem sido utilizada na adubação orgânica, geração de energia e alimentação animal. Considerando a alimentação animal como o elo entre a produção de biodiesel e a pecuária, a utilização deste subproduto na alimentação de ruminantes visa aumentar a produtividade (ABDALLA et al., 2008).

O farelo ou torta de algodão utilizado em rações para ruminantes tem substituindo o farelo de soja, parcial ou totalmente. Ribeiro et al. (2007) apontaram uma redução no ganho de peso na terminação de bovinos alimentados com farelo de algodão; entretanto, a fonte proteica (farelo de soja ou farelo de algodão) não afetou a qualidade da carcaça. De acordo com Pina et al. (2006), o farelo de algodão com 38% de Proteína Bruta pode ser empregado na alimentação de vacas leiteiras de alta produção (25 Kg/dia), quando utilizada a silagem de milho como volumoso na proporção de 60% da dieta.

3.2 Cultivar BRS 286

A cultivar BRS 286 se origina do cruzamento entre as variedades CNPA ITA 90 e CNPA 7H. A partir da população segregante avaliada na safra 2001/2002 selecionou-se, pelo método genealógico, a linhagem CNPA BA 2002-03. A respectiva linhagem foi avaliada durante cinco safras consecutivas, em condições de cerrado, e posteriormente colocada em disponibilidade como variedade comercial (EMBRAPA, 2008).

As plantas da *cultivar* BRS 286 apresentam pilosidade nas folhas e nos ramos, folhas de tamanho médio com três lobos, brácteas com sete a doze dentes; o caule é de coloração arroxeada; inserção do primeiro ramo frutífero geralmente no quinto nó, ramos com distribuição oblíqua, maçã com formato ovalado, predominando quatro lojas por maçã, capulhos com retenção mediana na cápsula e linter com fibra de coloração branca (EMBRAPA, 2008).

A performance da *cultivar* BRS 286 é de produtividade média de 325 arrobas por hectare de algodão em caroço, com rendimento de pluma de até 41%. As fibras e fios deste material são de alta qualidade, o que confere mais valor à tecnologia; nas lavouras a BRS 286 se caracteriza pelo baixo porte das plantas e por exigir menores doses de reguladores de crescimento (EM CAMPO, 2010).

Além da excelente produtividade a *cultivar* BRS 286 possui níveis adequados de resistência às principais doenças de ocorrência em condições de cerrado e semiárido do Estado da Bahia, sendo resistente à mancha angular, mosaico da nervura e mosaico comum; moderadamente resistente a ramulariose e mediantemente susceptível a ramulose e ao complexo *Fusarium oxysporum f. SP. Vasinfectum* – *Meloidogyne incógnita* ou *Rotylenchulus reniforme* e de *Colletotrichum gossypi var. cephalosporioides* (agente causador de ramulose) (EMBRAPA, 2008).

3.3 Padrões de qualidade do algodão

O termo “classificação do algodão” refere-se à aplicação de procedimentos padronizados e desenvolvidos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América do Norte – USDA, para avaliar as qualidades físicas do algodão que afetam a qualidade do produto acabado e/ou a eficiência do setor industrial (BOLSA DE MERCADORIAS & FUTURO, s.d).

Atualmente, as características intrínsecas e extrínsecas da fibra são determinadas pelo sistema HVI (High Volume Instruments), informando uma enorme gama de resultados, inclusive sua classificação comercial (EMBRAPA ALGODÃO, 2006).

O sistema HVI mede as principais características físicas definidas pelo USDA, tanto para o mercado de algodão quanto para o melhoramento genético. Dentre as medições realizadas por este equipamento se destacam: índice micronaire, comprimento, uniformidade de comprimento, índice de fibras curtas, índice de

fiabilidade (CSP), resistência, alongamento, reflectância e grau de amarelo, assim como impurezas. Há ainda o módulo NIR (Near Infrared), utilizado na avaliação da maturidade e do teor de açúcar reduzido presente no algodão. Todas essas características são importantes na pesquisa do algodão, no desenvolvimento de misturas de fibras na indústria e na verificação de que a fibra, uma vez adquirida, realmente corresponde às especificações (Fonseca & Santana, 2002).

O sistema HVI é capaz de realizar uma grande quantidade de ensaios em fibras de algodão com demanda mínima de tempo, especialmente quando comparado aos métodos tradicionais, tais como o do estelômetro (resistência e alongamento à ruptura), o do aparelho Pressley (resistência) e o do fibrógrafo (comprimento e uniformidade) (Fonseca & Santana, 2002).

3.3.1 Micronaire

O Micronaire é um índice através do qual se verifica o comportamento e resistência ao ar de uma massa fibrosa definida em fluxo de ar a uma pressão constante. A escala (Figura 05) não é linear mas os valores podem converter-se aproximadamente com base na fórmula seguinte (ASTM D 2480-82)

$$\text{MIC} \times 39,37 = \text{militex}$$

Fibras de baixo micronaire normalmente causam “neps” no fio e no tecido acabado, tal como variações no tingimento.

MIC	INTERPRETAÇÃO
Menos de 3,0	Muito fina
De 3,0 a 3,9	Fina
De 4,0 a 4,9	Regular
De 5,0 a 5,9	Grossa
6,0 ou mais	Muito grossa

Figura 05 – Índice de micronaire (Fonseca & Santana, 2002)

3.3.2 Grau de maturidade

O grau de maturidade (Figura 06) é a comparação da maturidade da amostra ensaiada em relação a uma fibra totalmente madura (Fonseca & Santana, 2002).

GRAU	INTERPRETAÇÃO
1,00	Algodão U.S. Upland muito maduro
0,95-1,00	Superior ao médio
0,85-0,95	Maduro
0,80-0,85	Inferior ao médio
0,70-0,80	Imaturo
Abaixo de 0,70	Inadequado

Figura 06 – Grau de maturidade (Fonseca & Santana, 2002)

3.3.3 Comprimento da fibra

A medição do comprimento das fibras (Figura 07) é de grande importância no que diz respeito à avaliação das características que determinarão sua transformação em fio, assim como suas propriedades finais enquanto fio e, até mesmo, enquanto tecido acabado (ARAUJO e CASTRO, 1984).

Outra informação relevante é que, quanto maior o comprimento efetivo do algodão melhor será sua classificação comercial (PITA, 1996).

Mantidas as demais características, fios mais finos podem ser produzidos a partir de fibras mais longas, já que necessitam de um número menor de torções para se obter fios de boa resistência (SHIRLEY INSTITUTE, 1961).

Em mm	INTERPRETAÇÃO
25,15	Curto
De 25,16 a 27,94	Regular
De 27,94 a 32	Longo
32	Muito longo

Figura 07 – Comprimento da fibra (Fonseca & Santana, 2002)

3.3.4 Índice de uniformidade

O índice de uniformidade (Figura 08) corresponde à relação de valores médios Mean Length e Upper Half Mean Length (ZELLWEGER- USTER, 1995). É uma indicação da dispersão de comprimento das fibras dentro da totalidade da amostra. Se todas as fibras tivessem o mesmo comprimento, o UI teria o valor 1 ou 100%. Quanto maior este índice menores serão as perdas nos processos de fiação (Fonseca & Santana, 2002).

$$UI(\%) = (ML / UHM) \times 100.$$

LIMITES	INTERPRETAÇÃO
Inferior a 77	Muito baixo, muito irregular
De 77 a 79	Baixo
De 80 a 82	Regular
De 83 a 85	Elevado
Maior que 85	Muito elevado, muito homogêneo

Figura 08 – Índice de uniformidade (Fonseca & Santana, 2002)

3.3.5 Índice de fibras curtas

O índice de fibras curtas (Figura 09) é a proporção percentual de fibras curtas (em peso) das fibras contidas na amostra com comprimento inferior a 12,5mm. Este item é calculado a partir de outras cinco características utilizando-se a seguinte equação (Fonseca & Santana, 2002):

$$SFI = -412,70 + 2,90 STR - 9,32 MIC + 1,94 LEN + 4,80 UI + 0,65 RD.$$

LIMITES	INTERPRETAÇÃO
Abaixo de 6	Muito baixo
De 6 a 9	Baixo
De 10 a 13	Regular
De 14 a 17	Elevado
Acima de 17	Muito elevado

Figura 09 – Índice de fibras curtas (Fonseca & Santana, 2002)

3.3.6 Resistência da fibra

Trata-se da resistência específica à ruptura de um feixe fibroso, calculando-se a finura das fibras individuais (tex) a partir do valor micronaire. Os valores são obtidos a uma taxa de deformação constante (CRE- Constant Rate of Extension).

Para facilitar a visualização da resistência da fibra (Figura 10) do algodão, deve-se considerar esta fibra como estruturada, de forma semelhante a uma corrente. Em alguns pontos haverá, ao longo desta corrente, elos fracos; é precisamente nesses pontos que a fibra se romperá. A distância entre as garras do HVI é de 3,2mm pois, independentemente da variabilidade genética da fibra, haverá ao menos um ponto fraco neste intervalo (ZELLWEGER-USTER, 1995).

LIMITES (G/TEX)	INTERPRETAÇÃO
Inferior a 20	Muito baixa
21-23	Baixa
24-26	Média
27-29	Elevada
Mais de 30	Muito elevada

Figura 10 – Resistência da fibra (Fonseca & Santana, 2002)

3.3.7 Alongamento da fibra

O alongamento (Figura 11) permite avaliar-se o comportamento elástico de um material têxtil quando submetido a um esforço de tração, proporcionando uma idéia sobre a fiabilidade esperada e sobre as possibilidades de tratamento posteriores. No sistema HVI o valor inicial de referência para alongamento é 1/8 de polegada, o que significa que 1/8 de polegada corresponde a 100% do comprimento. Por conseguinte, 0,00125 polegadas ou 0,032 mm correspondem a 1%. Em outros termos, um alongamento de 1% refere-se a um alongamento da amostra de 0,032 mm. No sistema HVI as fibras ensaiadas se alongam até que sejam rompidas, o que permite registrar a curva carga x alongamento. O comportamento de alongamento pode ser deduzido com base na forma da curva (Fonseca & Santana, 2002).

DILATAÇÃO (%)	INTERPRETAÇÃO
Menos de 5,0	Muito frágil
5,0-5,9	Frágil
5,9-6,7	Regular
6,8-7,6	Elevada
Mais de 7,6	Muito elevada

Figura 11 – Alongamento da fibra (Fonseca & Santana, 2002)

3.3.8 Índice de fiabilidade

O índice de fiabilidade (Figura 12) é uma característica de resistência dos fios – em particular dos fios de rotor (open- end)– que depende essencialmente da tenacidade individual das fibras. Por meio do cálculo de uma regressão múltipla pode-se tirar conclusões sobre a resistência máxima esperada (Fonseca & Santana, 2002).

CSP	INTERPRETAÇÃO
< 1750	Muito baixo
1750 a 2000	Baixo
2000 a 2250	Média
2250 a 2500	Alto
> 2500	Muito alto

Figura 12 – Índice de Fiabilidade (Fonseca & Santana, 2002)

3.3.9 Reflectância

Este valor está ligado ao conteúdo de cinza da amostra a ser analisada e se refere ao grau de reflexão (Rd) da luz que é refletida pela amostra. O valor Rd pode ser lido no diagrama de cor (Figura 13). Quanto mais branco for o algodão maior será seu grau de reflexão (Fonseca & Santana, 2002).

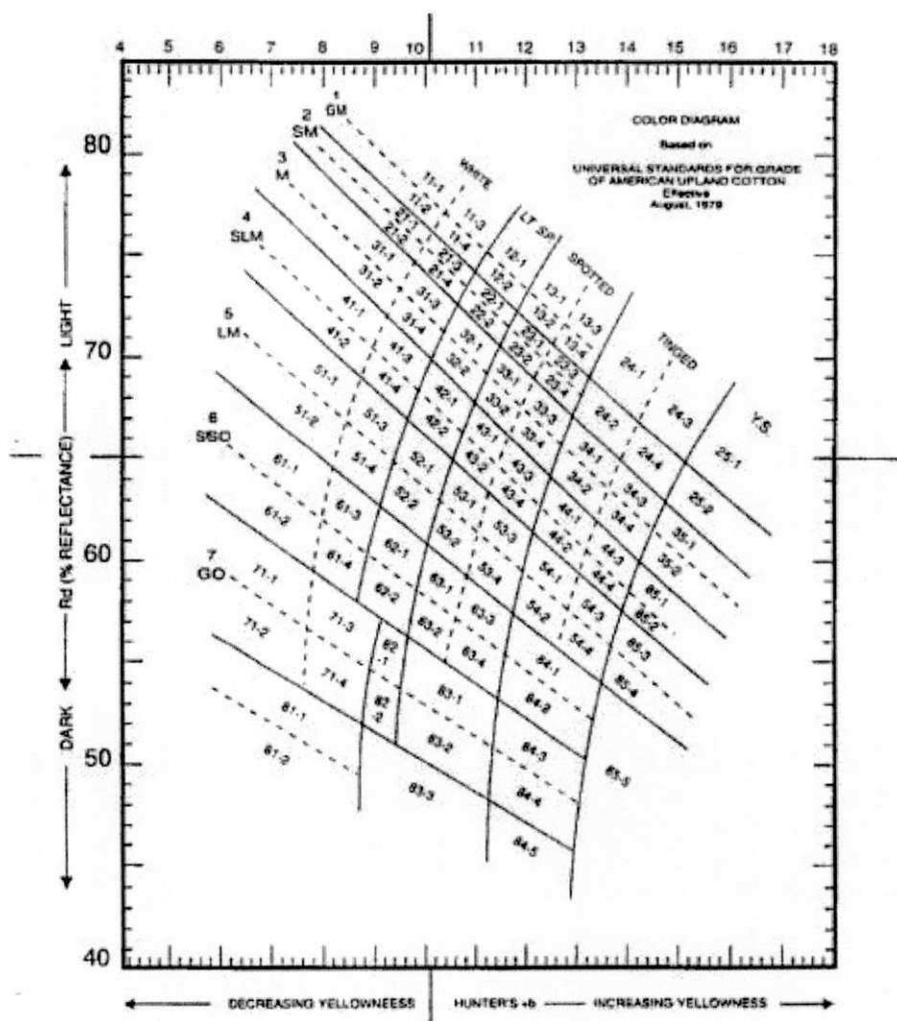


Figura 13 – Diagrama de Cor (Fonseca & Santana, 2002)

3.3.10 Grau de amarelecimento

O grau de amarelamento da amostra é determinado com a ajuda de um filtro amarelo e é este valor que se coloca na abscissa do diagrama de cor. As interseções das coordenadas R_d e $+b$ permitem definir os assim chamados ColorGrades (Fonseca & Santana, 2002).

3.4 Importância do nitrogênio na cultura do algodão

A cotonicultura é, entre as culturas anuais, a que possibilita as maiores taxas de retorno ao produtor agrícola; no entanto, oferece maiores riscos e exige alto nível tecnológico e investimento para sua implantação (AGRIANUAL, 2005). Desde a década de 60 pesquisas referentes aos aspectos nutricionais da cultura do algodão vêm sendo realizadas com o intuito de subsidiar a cotonicultura com informações relevantes sobre nutrição. Dentre os nutrientes necessários para o desenvolvimento da cultura do algodão se destacam o nitrogênio e o potássio, seguidos de cálcio, magnésio, fósforo e enxofre (CARVALHO & FERREIRA, 2006; STAUT & KURIHARA, 2001)

O Nitrogênio (N) é o principal fator limitante à produtividade do algodoeiro, em áreas irrigadas ou cultivo de sequeiro; entretanto, as aplicações excessivas podem reduzir a qualidade (HUTMACHER et al., 2004). Segundo Staut & Kurihara (2001), este mineral, quando em doses adequadas, é fundamental para o desenvolvimento da planta, principalmente dos órgãos vegetativos; além de estimular o crescimento e o florescimento, regulariza o ciclo da planta, aumenta a produtividade e melhora o comprimento e a resistência da fibra.

De acordo com Rosolem (2001), a adubação nitrogenada em cobertura deve ser realizada até 55-60 dias após a emergência das plantas de cultivares de ciclo tardio dividida em, no máximo, duas aplicações. Aplicações mais tardias além de não resultar em maior produtividade, podem induzir maior crescimento vegetativo e alongar o ciclo da planta.

3.5 Adubação orgânica

A utilização de fertilizantes e corretivos é responsável por 30% do custo com insumos e cerca de 15% do custo total de produção da cultura do algodão (CARVALHO & FERREIRA, 2006).

Por outro lado, a utilização de grandes quantidades de insumos, tem aumentado a produtividade das culturas; e de outro, pode ter efeitos danosos ao meio ambiente (MOTOMIYA et al., 2009). Dentro deste contexto a adubação orgânica surge como alternativa de mitigação aos impactos gerados pela agricultura convencional, ainda mais, por este tipo de adubo ser composto, na maioria das vezes de resíduos gerados na própria unidade rural ou nas proximidades. Porém sua eficiência depende da origem do material, do nível de decomposição, da dose empregada e até da forma de colocação do adubo (SILVA et al., 2005).

Considerados fertilizantes de baixo teor de nutrientes, os adubos orgânicos contêm apenas dez ou vinte por cento dos nutrientes encontrados nos fertilizantes químicos existentes. No entanto, têm efeito de amplo espectro agindo nos mecanismos físicos e biológicos do solo (YAMADA, 1995) e proporcionando a redução da população de patógenos, aumento da matéria orgânica do solo e da capacidade de troca de cátions, além de diminuição da densidade do solo (BULLUCK et al., 2002)

A matéria orgânica exerce papel crucial na nutrição das culturas, promovendo o desenvolvimento da planta e melhor absorção de nutrientes fornecidos via fertilização. Além disto, o uso de adubos orgânicos, como composto orgânico e esterco de aves, proporciona melhoria na retenção de umidade, na agregação, na porosidade e aumenta a atividade microbiana do solo (MARCHI et al., 2008) além de apresentar custos inferiores aos da adubação mineral (TAVARES et al., 2007).

Em Havana o governo cubano incentivou o reaproveitamento dos resíduos orgânicos produzidos na cidade para produção de “composto” e húmus de minhoca; para se ter uma idéia, durante o ano de 2000 Havana produziu e aplicou cerca de 70.000 toneladas de composto; ainda que pareça um número elevado, é modesto se o compararmos com o total de resíduos orgânicos gerados pela população ou com a demanda por adubo existente (NOVO & GUNTHER, 2003).

3.5.1 Composto orgânico

Segundo Kiehl (1979 e 2002), o nome composto vem do inglês “compost”, e significa fertilizante orgânico preparado a partir de restos vegetais e animais, por meio de um processo denominado compostagem, sendo a compostagem um processo de transformação de resíduos orgânicos em adubo humificado.

A compostagem é um aperfeiçoamento do curtimento natural. Ao esterco pode-se adicionar palhas e outros tipos de resíduos vegetais, terra e esterco já compostado. A fermentação do material é homogeneizada pelo revolvimento da pilha de composto, durante o processo. Pode-se adicionar, também, fosfatos de reação ácida, para reter a amônia e enriquecer o produto final com fósforo (KHATOUNIAN, 2001).

De acordo com Peixoto (1988), a compostagem é uma prática aplicada há alguns séculos no Oriente, principalmente na China. Esta técnica foi conhecida no Ocidente, provavelmente a partir de observações feitas pelo professor F. H. King, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em 1909, e pelos experimentos de Sir Albert Howard, considerado pai da compostagem.

Quando o composto orgânico apresenta relação C/N alta (baixo teor de nitrogênio ou alto teor de carbono), os micro-organismos utilizarão, para decompor esse resíduo, o nitrogênio do solo, competindo com as plantas e lhes causando deficiência de nitrogênio, o que ocorre também com resíduos ricos em celulose, que necessitam de grande população de micro-organismos específicos para a decomposição. Por outro lado, se o composto apresentar relação C/N muito baixa (rico em nitrogênio), haverá rápida perda de nitrogênio, sobretudo por volatilização, fazendo com que a planta não o aproveite adequadamente. O ideal é que o composto estabilizado tenha uma relação C/N igual ou menor que 18, podendo ser aplicado ao solo sem qualquer dano às plantas, aumentando a eficiência do uso de nutrientes (PEIXOTO, 2000; KIEHL, 1985).

Segundo Amorim et al. (2005), as estações do ano exercem influência no desenvolvimento dos processos de compostagem, ocorrendo maiores prejuízos de carbono e nitrogênio durante o verão e outono, comparadas com inverno e primavera, tal como redução nos teores de massa seca e volume ocupado pelas leiras.

Souza et al. (2005), concluíram avaliando características químicas de folhas de alface cultivadas sob efeito residual da adubação com composto orgânico, que o aumento das doses de composto orgânico elevou os teores de proteína bruta, fósforo,

potássio e magnésio, e não houve interação entre as doses de composto orgânico e a presença do adubo mineral, para as características avaliadas. No experimento de Yuri et al. (2004) constatou-se que o uso de 56,1 t.ha⁻¹ de composto orgânico permitiu um incremento de 21% no rendimento comercial de alface americana, comparado com a testemunha.

Estudando as alterações em propriedades de solo adubado com doses de composto orgânico, no cultivo de bananeira, Damatto Junior et al. (2006) verificaram melhorias do solo, como manutenção do pH dentro de uma faixa adequada, elevação nos teores da matéria orgânica, do fósforo e do cálcio, bem como da soma de bases, CTC e saturação de bases, obtendo-se produtividade de 26,24 t.ha⁻¹, que pode ser considerada acima da média nacional (13,56 t.ha⁻¹), segundo dados da FAO, porém não houve diferença significativa nos parâmetros de produção avaliados.

Recentemente, resultados foram obtidos com cultivos de algodão colorido em sistema de produção usando-se adubação orgânica e comprovando que a presença do esterco bovino incrementa a produtividade do algodão e que quando houve regularidade de precipitação de chuvas, a aplicação do esterco com 30 t ha⁻¹ proporcionou o máximo de produtividade, sem que comprometesse a qualidade tecnológica da fibra produto principal desta cultura (SILVA, 2005).

Pedroza et al. (2005) obtiveram, estudando doses de bio sólido (0, 150, 250, 350, 450 e 550 kg ha⁻¹ de N) no cultivo do algodoeiro herbáceo, *cultivar* BRS 187 8H, respostas favoráveis, desde que este composto orgânico seja incorporado ao solo em doses adequadas. Esses autores ainda destacam que doses acima de 450 kg ha⁻¹ de N em forma de lodo de esgoto, causam decréscimo nas variáveis de crescimento e na produção do algodoeiro.

3.5.2 Torta de mamona

A mamona (*Ricinus communis* L) é uma planta de origem africana que se adaptou no Brasil de forma ampla, encontrada de norte a sul do país. A cultura deve ser implantada em áreas com altitude variando de 300 m a 1500 m, pluviosidade de 500 mm a 1000 mm por ano e temperatura de 20° a 30° C (ideal 23° - é uma planta exigente em luminosidade) e umidade relativa do ar abaixo de 80% (ideal em torno de 65%) (BELTRÃO et al. 2006).

A região Nordeste é responsável por 95% da área plantada com a cultura interna e por mais de 94% da produção nacional de bagas. O estado da Bahia tem sido historicamente o maior produtor, com mais de 70% da produção regional (IBGE, 2012).

A torta da mamona é o resultado do esmagamento da semente de mamona, para extração de óleo, obtendo no final do processo um resíduo. O adequado aproveitamento desse produto permite o aumento das receitas da cadeia produtiva e conseqüentemente a sua rentabilidade (Lima et al., 2008). Para cada tonelada de semente de mamona processada são gerados 620 kg de casca (SEVERINO et al., 2005).

Uma torta de boa qualidade é a obtida pelo processo de extração dupla, isto é, submete-se a mamona à prensa e posteriormente a tratamento por solventes. A torta assim obtida tem baixo teor de óleo residual (1.5%). Nestas condições a torta de mamona apresenta porcentagem elevadíssima de matéria orgânica e riqueza dos macroelementos (CRIAR E PLANTAR, 2012).

O alto teor de proteína presente na torta de mamona, a torna atraente como alternativa para alimentação animal, porém a presença de substâncias tóxicas de difícil eliminação tem inviabilizado esta alternativa. Devido à inexistência de um método seguro para sua destoxicação, a torta tem sido utilizada predominantemente como adubo orgânico (COSTA et al., 2006).

A torta de mamona apresenta boas características para uso como adubo orgânico, devido principalmente ao alto teor de nitrogênio. Lima et al. (2008) concluíram estudando, doses crescentes de torta de mamona (0,5 - 1,0 - 1,5 e 2,0 t ha⁻¹) em experimento feito com mamoneira em ambiente protegido, que a torta de mamona propiciou aumento significativo em todas as características de crescimento, de forma proporcional às doses fornecidas.

Por outro lado, Costa et al. (2009) observaram que a utilização da torta de mamona como adubo orgânico influenciou, de forma positiva, nos teores de macronutrientes presentes nas folhas de mamona, em especial para os elementos fósforo, óxido de fósforo, potássio e óxido de potássio. O mesmo estudo também comprovou que a torta de mamona como adubo orgânico é um elemento importante no desenvolvimento, crescimento, produtividade e teor de óleo da mamoneira; outros efeitos satisfatórios também foram observados por Costa et al. (2011), tais como: teor de clorofila das folhas e número de dias para a floração do primeiro cacho.

Doses crescentes de torta de mamona (0, 2, 4, 6, 8 e 10% v/v) no solo tiveram efeito positivo sobre a altura, diâmetro caulinar, área foliar, matéria seca da parte aérea, número de folhas e germinação da mamoneira (NASCIMENTO et al. 2008).

Severino et al. (2004) mencionam que uma das vantagens do uso deste resíduo em relação à aplicação de fertilizantes químicos é a liberação gradual dos nutrientes à medida em que são demandados para o crescimento da planta.

Apesar de alguns trabalhos enfatizarem o uso de adubação orgânica em algodoeiro (MEDEIROS, 1991; BELTRÃO et al., 2001), os insumos orgânicos geralmente têm sido manejados de forma empírica, portanto, com a aplicação regionalizada de insumos, de acordo com as necessidades específicas dentro de uma lavoura, permite a otimização na utilização de insumos sem prejuízos à produtividade mas respeitando o equilíbrio ambiental (SILVA et al., 2005).

A adoção de técnicas racionais de uso de insumos vai além do propósito de se obter lucro ou evitar prejuízos, haja vista que possibilita um controle da quantidade de insumos que estão sendo lançados no meio ambiente. Aplicação de doses mais precisas de fertilizantes, por exemplo, permite que a planta tenha, à sua disposição, a quantidade de que ela realmente necessita, sem excessos ou faltas, e que esta, então, possa expressar ao máximo seu potencial produtivo (MOTOMIYA et al., 2009).

As pesquisas sobre fontes, doses e modos de aplicação de adubos orgânicos empregados no cultivo orgânico do algodão são ainda muito escassa ou praticamente inexistem, poucos são os trabalhos realizados por instituições de ensino e pesquisas no Brasil (BELTRÃO et al., 2010).

4.0 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em ambiente protegido do tipo casa de vegetação (Figura 14), pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizado no município de Campina Grande, Paraíba, com coordenadas geográficas do local 7° 13' 11" de latitude sul e 35° 53' 31" de longitude oeste, possuindo ainda uma altitude aproximada de 550 m. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o município apresenta: precipitação média total anual de 802,7 mm; temperatura máxima (27,5 °C) e mínima (19,2 °C) e umidade relativa do ar de 83% (ALVES et al., 2009). O município está localizado na Microrregião Campina Grande e na mesorregião Agreste Paraibano; sua área é de 620,628 km², representando 1,0996% do Estado, 0,0399% da Região e 0,0073% de todo o território brasileiro (IBGE, 2012). A pesquisa foi realizada no período de 3 de abril a 6 de agosto de 2012.

O clima da região, conforme a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil (COELHO & SONCIN, 1982), é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, subúmido, com período chuvoso de março a julho e o mais seco de outubro a dezembro.

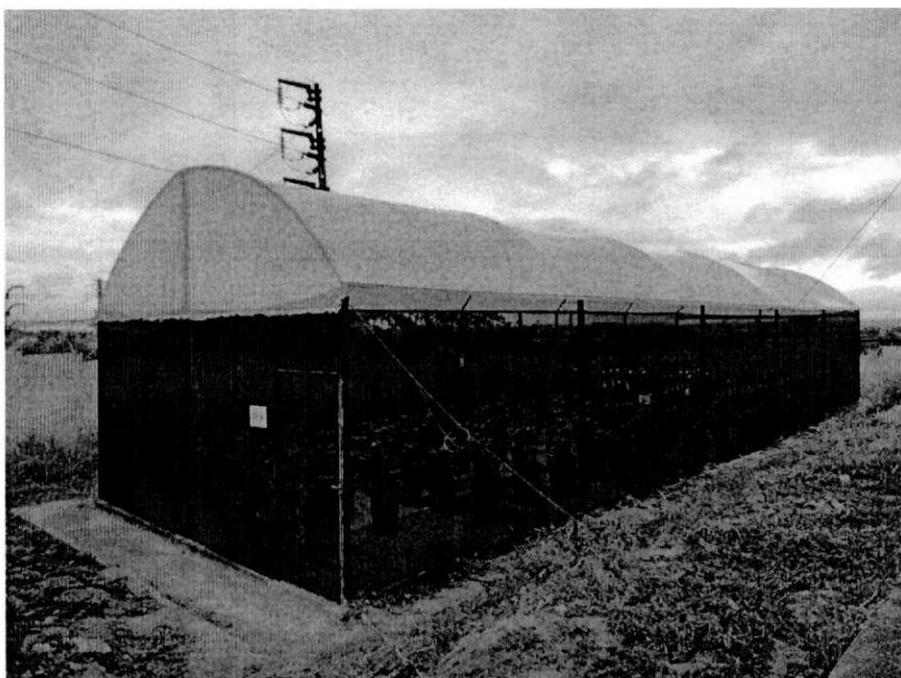


Figura 14. Casa de vegetação pertencente ao CNPA/EMBRAPA, onde foi desenvolvido o experimento, Campina Grande, PB, 2012

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação foram registrados a cada 3 h, por uma miniestação HOBO® Temperature Data Logger modelo U12, cujos dados médios mensais são apresentados na Tabela 01.

Tabela 01. Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação

Meses	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
Abril	26,93	75,13
Mai	25,64	78,73
Junho	24,27	78,17
Julho	24,32	76,19

4.2 Tratamentos e delineamento estatístico

A cultivar de algodão BRS 286 foi estudada quanto ao efeito de quatro doses de Composto Orgânico (CO), produzido e comercializado na cidade de Monsenhor Tabosa, CE, associado a quatro doses de Torta de Mamona (TM) e uma testemunha com adubação química (N= 22 gramas de Ureia fracionado em cobertura e fundação, P= 20 gramas de Superfosfato Super Triplo em fundação e K= 12 gramas de KCL fracionado em fundação e cobertura). O delineamento experimental utilizado foi o de inteiramente casualizado em esquema fatorial (4 x 4) + 1, totalizando 17 tratamentos com quatro repetições cada perfazendo 68 unidades experimentais.

As dosagens de CO e TM foram tomadas com base na percentagem de Nitrogênio presentes em ambos os adubos e calculadas para as seguintes doses de Nitrogênio 0, 80, 160 e 320 kg N.ha⁻¹ (Tabela 02).

Tabela 02. Doses de Nitrogênio e suas respectivas doses em forma de Torta de Mamona (TM) e Composto Orgânico (CO) incorporadas ao solo para o cultivo do algodoeiro cultivar BRS 286

Dose (Kg N.ha ⁻¹)	Torta de Mamona (g.vaso ⁻¹)	Composto Orgânico (g.vaso ⁻¹)
0	0	0
80	90	360
160	180	720
320	360	1440

4.3 Distribuição das unidades experimentais e sistema de irrigação

A Figura 15 detalha o croqui do experimento feito através de sorteio prévio; o espaçamento utilizado foi de 0,7 m entre fileiras e de 0,7 m entre colunas. A mesma também destaca o sistema de irrigação utilizado na pesquisa.

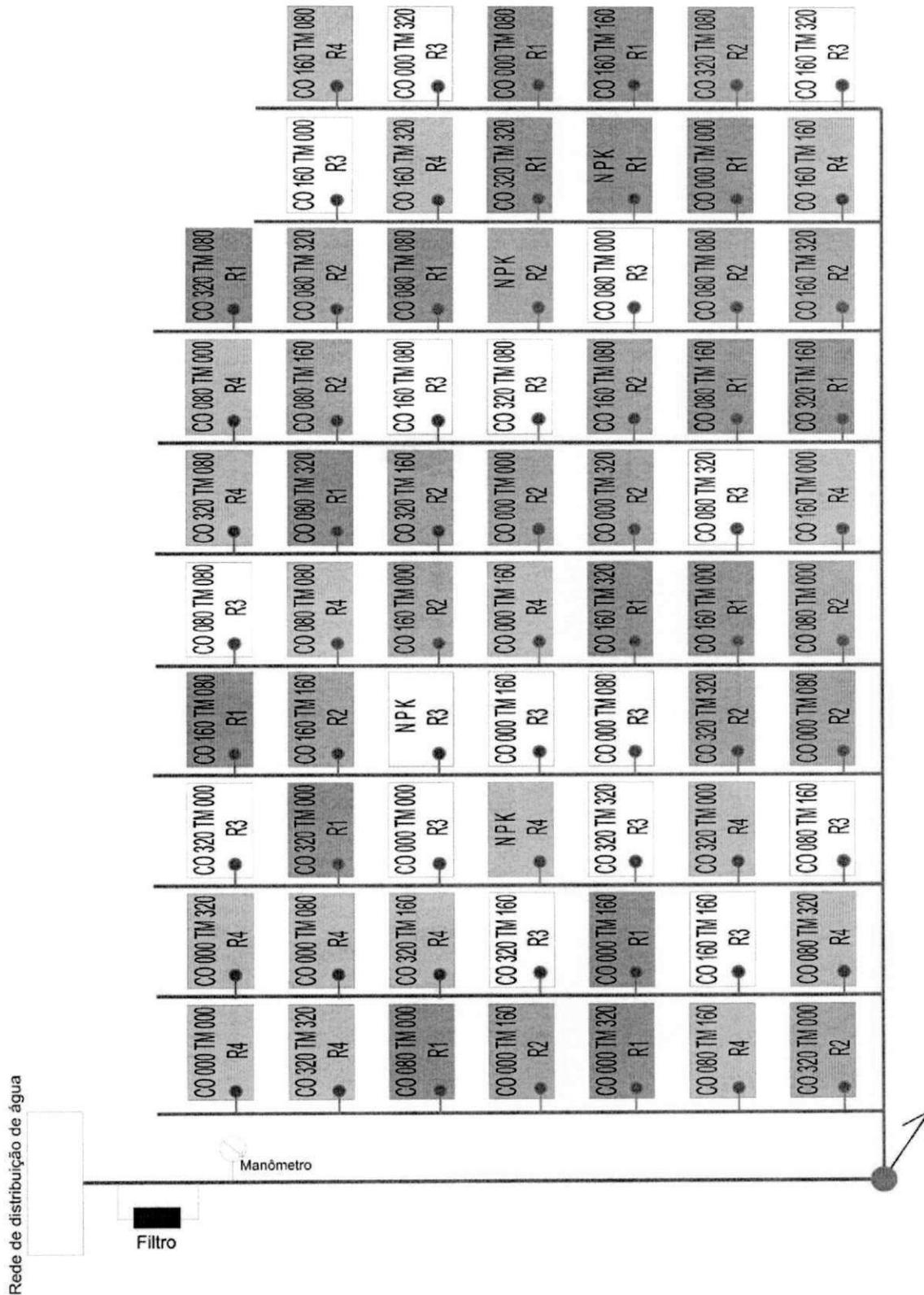


Figura 15. Distribuição das unidades experimentais e sistema de irrigação utilizado no experimento

4.4 Característica da água

A água de irrigação utilizada no experimento foi proveniente da rede de distribuição da cidade de Campina Grande, e passou por análises químicas, realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) seguindo as metodologia proposta pela Embrapa (1997) e estão mostradas na Tabela 03.

Tabela 03. Característica química da água utilizada na irrigação do algodoeiro cultivar BRS 286

Água	pH	CEa dS.m ⁻¹	P	K	N	Na	Ca	Mg	Cl	SO4	CO3	HCO3	RAS (mmol.L ⁻¹) ^{0,5}
Abastecimento	7,5	0,38	A	5,47	a	35,65	20	15,8	340,5	95,71	a	140	1,45

a – ausente ; Fonte: SOUZA et al. (2010)

4.5 Característica do solo

O solo utilizado foi coletado da camada superficial (0 – 20 cm), nas imediações do Município de Lagoa Seca, PB, o qual foi secado ao ar, destorroado e homogeneizado, para então ser colocado nos vasos. Antes do início do experimento uma amostra de solo foi coletada e analisada quanto à sua fertilidade no Laboratório de Solos do CNPA/EMBRAPA (Tabela 04), segundo metodologia descrita pela Embrapa (1997).

Tabela 04. Fertilidade do solo utilizado no cultivo do algodoeiro cultivar BRS 286

Solo	pH H ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Sb	H+Al	T	V	Al ⁺³	P	N	M.O.
		Complexo Sortivo (mmol _c .dm ⁻³)							%	mmol _c .dm ⁻³	mg.dm ⁻³	g.Kg ⁻¹	g.Kg ⁻¹
	1:2,5												
	4,7	5,4	1,1	0,4	1,3	8,2	22,3	30,5	26,9	4,0	5,3	-	6,8

Após avaliação prévia da Tabela 04, verificou-se um solo bastante ácido e uma percentagem de saturação das bases baixa. Desta forma, o solo passou por correção através de calagem, o qual foi incubado (Figura 16) por 30 dias para elevação do pH, redução da solubilidade do alumínio, aumento de cálcio e magnésio trocáveis e a porcentagem de saturação de bases (Brady 1989). A dose de calcário utilizada foi de 22

g de calcário dolomítico PRNT 93% por vaso distribuído uniformemente em todo o conteúdo de solo.



Figura 16. Solo Incubado para correção da acidez

4.6 Composto orgânico

O composto orgânico usado no experimento é produzido e comercializado na Cidade de Monsenhor Tabosa, Ceará; por sua vez, é um misto de vários materiais de origem orgânica. A análise química do material foi realizada no Laboratório de Solos do CNPA/EMBRAPA, seguindo metodologia descrita pela Embrapa (1997) (Tabela 05).

Tabela 05. Análise química do composto orgânico utilizado na adubação do algodoeiro cultivar BRS 286

Composto Orgânico												
%U	%N	%P	%P ₂ O ₅	%K	%K ₂ O	%Ca	%CaO	%Mg	%MgO	%S	%M.Org	%M.N
36,52	1,10	1,71	3,92	1,06	1,27	7,17	10,04	0,60	1,04	0,32	24,33	39,15

4.7 Torta de mamona

A Torta de Mamona utilizada no experimento foi adquirida no município de Pocinhos, PB; a composição química da torta consta na Tabela 06.

Tabela 06. Composição química da torta de mamona a ser utilizada na adubação do algodoeiro cultivar BRS 286

Torta de Mamona						
%U	%O	%Pr	%Cz	%N	%P	%K
8,13	13,30	27,47	12,13	4,40	3,00	0,96

Fonte: Costa et al. (2004), trabalho publicado no I Congresso Brasileiro de Mamona. Análises feitas no Laboratório de Química da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2004

4.8 Preenchimento dos vasos e semeadura

Todos os vasos de polietileno com capacidade de 60 L foram pintados com esmalte sintético na cor prata fosco com o objetivo de amenizar os efeitos da radiação solar (BELTRÃO et al, 2002). A parte inferior dos vasos recebeu 5 furos para facilitar a drenagem; colocou-se uma camada de 2 cm de brita 0.1 na parte inferior interna dos vasos; em seguida, uma tela e por fim foram preenchidos com o solo e suas respectivas doses do composto orgânico e torta de mamona, como mostra a Figura 17.

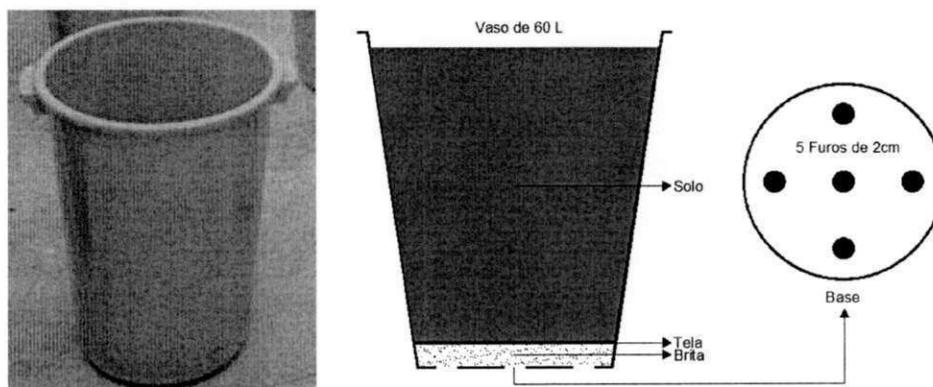


Figura 17 – Detalhe do vaso pintado na cor prata fosco e a distribuição dos materiais dentro do vaso a ser utilizado no plantio do algodoeiro cultivar BRS 286

Para o plantio foram utilizadas sementes de algodoeiro previamente tratadas com fungicida carboxin-tiran (Vitavax-tiran 200 SC), da *cultivar* BRS 286, da fibra de cor branca, cedidas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPQ).

A semeadura foi realizada no dia 3 de abril, a uma profundidade de 2 cm, colocando-se cinco sementes por vaso (Figura 18). A primeira germinação ocorreu entre o 5º e 7º dias após a semeadura (DAS); o primeiro desbaste foi realizado 15 DAS, deixando-se duas plântulas por vaso, sendo escolhidas as de tamanho uniforme e mais

vigorosas; aos 25 DAS realizou-se o segundo desbaste ficando uma planta.vaso⁻¹, evitando-se desta forma, a competição entre plantas. A colheita ocorreu aos 125 DAS, as plantas foram colhidas no dia 06 de agosto de 2012.

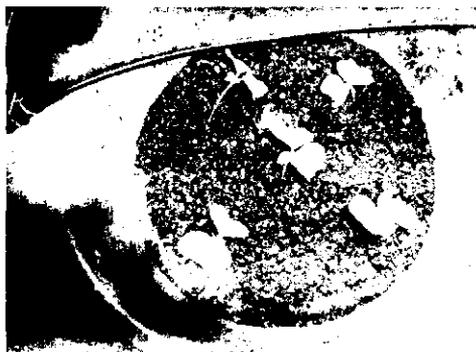


Figura 18. Distribuição das plantas de algodão da cultivar BRS 286 nas unidades experimentais

A cultura foi mantida livre de plantas daninhas no decorrer do experimento, eliminando-se manualmente as que por ventura apareceram. Foram feitas pulverizações pontuais quando necessário e de acordo com o diagnóstico de momento, dentre os insetos se destacou a presença de moscas brancas e pulgões.

4.9 Irrigação

Os vasos foram irrigados com água de abastecimento, obedecendo-se a um turno de rega diário, através de sistema de irrigação localizado por gotejamento, com uma linha principal, uma de derivação, dez linhas laterais e 68 gotejadores (Figura 28) autocompensantes GA-4 da marca AGROJET GA-4 (4 L.h⁻¹ a uma pressão de serviço maior ou igual a 10 mca); objetivou-se manter os solos contidos nos vasos próximos à capacidade de campo; para tanto, todos os dias, antes da irrigação, selecionavam-se quatro vasos aleatórios e, com o auxílio de uma proveta graduada, fazia-se a irrigação até que os vasos ficassem na eminência de drenagem; feito isto, fazia-se a média de lâminas aplicadas nos quatro vasos e se aplicava, nos demais, através da irrigação localizada (Figura 19).



Figura 19. Sistema de irrigação localizado utilizado no experimento

4.10 Variáveis analisadas

4.10.1 Análise de crescimento

A partir do 25º dia após a semeadura (DAS), se iniciaram as avaliações das variáveis número de folhas (NF) (unidade), altura de planta (AP) (cm), diâmetro do caule (DC) (mm) e área foliar (AF) repetidas em intervalos de 25 dias, durante todo o período do experimento. A AP foi determinada mensurando-se a distância entre o colo da planta e a inserção da folha mais nova utilizando-se, para isto, a régua graduada; já o DC foi medido com paquímetro digital a 2 cm do solo. Consideraram-se, para efeito de contagem do NF, aquelas que tinham comprimento maiores ou iguais a 3 cm e que estavam sadias e com coloração verde (fotossinteticamente ativas). A $AF.planta^{-1}$ foi calculado(a) através do somatório da $AF.folha^{-1}$; para isto, utilizou-se a equação 01 sugerida por Grimes & Carter (1969).

$$Y = 0,4322X^{2,3002} \quad \text{Eq. 01}$$

donde:

$$Y = AF.folha^{-1} \text{ (cm}^2.folha^{-1}\text{)}$$

$$X = \text{comprimento da nervura principal da folha (cm)}$$

Com os dados das avaliações de AP, DC e AF realizadas entre o período de 1 a 125 DAS, foi possível o cálculo das taxas de crescimento absoluto e relativo para estas variáveis, através das seguintes equações:

$$TCA_{AP} = \frac{AP_2 - AP_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Eq. 02}$$

$$TCR_{AP} = \frac{\ln AP_2 - \ln AP_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Eq. 03}$$

Em que:

TCA_{AP} = Taxa de Crescimento Absoluto para Altura de Planta ($\text{cm} \cdot \text{dia}^{-1}$)

TCR_{AP} = Taxa de Crescimento Relativo para Altura de Planta ($\text{cm} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$)

AP_2 = Altura de Planta no tempo t_2 (cm)

AP_1 = Altura de Planta no tempo t_1 (cm)

$$TCA_{DC} = \frac{DC_2 - DC_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Eq. 04}$$

$$TCR_{DC} = \frac{\ln DC_2 - \ln DC_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Eq. 05}$$

sendo:

TCA_{DC} = Taxa de Crescimento Absoluto para Diâmetro do Caule ($\text{mm} \cdot \text{dia}^{-1}$)

TCR_{DC} = Taxa de Crescimento Relativo para Diâmetro do Caule ($\text{mm} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$)

DC_2 = Diâmetro do Caule no tempo t_2 (mm)

DC_1 = Diâmetro do Caule no tempo t_1 (mm)

$$TCA_{AF} = \frac{AF_2 - AF_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Eq. 06}$$

$$TCR_{AF} = \frac{\ln AF_2 - \ln AF_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Eq. 07}$$

seja:

TCA_{AF} = Taxa de Crescimento Absoluto para Área Foliar ($\text{cm}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$)

TCR_{AF} = Taxa de Crescimento Relativo para Área Foliar ($\text{cm}^2 \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$)

AF_2 = Área Foliar no tempo t_2 (cm^2)

AF_1 = Área Foliar no tempo t_1 (cm^2)

4.10.2 Características agronômicas

Aos 125 DAS as plantas foram coletadas com separação das folhas, do caule, dos capulhos, raiz, pluma e caroços. As folhas e o caule foram depositados em sacos de papel previamente furados e em seguida colocados em estufa com ventilação de ar

forçado, por 72 h a 65 °C; antes da realização desses procedimentos com as raízes, elas passaram por lavagem com água corrente, foram medidas e secadas à sombra.

Após este procedimento foi possível mensurar as seguintes variáveis: produção do algodão em caroço (PAC) ($g.planta^{-1}$), peso de um capulho (PICAP) (g), percentagem de fibra (%F) (%), peso de pluma (PPLUMA) (g), fitomassa seca das folhas (FSF), do caule (FSC) e da parte aérea (FSPA) e comprimento da raiz principal (CRP) (cm).

Foi calculado, ainda, o teor de água da parte aérea (TAPA), através da Eq. 08, sugerida por Benincasa (2003).

$$TAPA = \frac{FFPA \cdot FSPA}{FFPA} \times 100 \text{ Eq. 08}$$

Onde:

TAPA = Teor de Água na Parte Aérea (%)

FSPA = Fitomassa Seca da parte Aérea (g)

FFPA = Fitomassa Fresca da Parte Aérea (g)

4.10.3 Característica intrínseca da fibra

Utilizando o sistema HVI 900 (High Volume Instruments) pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ) foram avaliadas as variáveis Comprimento da Fibra (UHM) (mm), obtido através do comprimento médio que atinge uma amostra, em um pente ou pinça especial (FARIAS et al., 1999); Uniformidade de comprimento da fibra (UNF) (%): representa uma medida de regularidade do comprimento da fibra dentro de uma população (SANTANA & WANDERLEY, 1995); Índice de fibras curtas (SFI) (%): é a percentagem de fibras curtas com comprimento inferior a 12,7 mm, contida em uma amostra de fibra (SANTANA & COSTA, 1999); Resistência da fibra (STR) ($gf.tex^{-1}$): definida pela força requerida para romper uma amostra de fibra (FARIAS et al., 1999); Grau de maturidade (MAT): é a porcentagem de fibras maduras; Índice de fiabilidade (CSP): é um indicador da resistência dos fios, em especial de fios de rotor “open-end” que depende, essencialmente, da resistência das fibras individuais; Índice de micronaire (MIC) ($\mu g.in^{-1}$): referida como a massa por unidade de comprimento em microgramas por polegadas; Alongamento da fibra (ELG) (%): é o comprimento médio da distância a qual as fibras se distendem antes da ruptura;

Reflectância (Rd) (%): quantidade de luz refletida pela fibra e Amarelamento da fibra (+b) (%): está ligado ao grau de amarelamento da fibra, de acordo com a escala de “Hunter” que para o algodão, varia de 4 a 18 (SANTANA & COSTA, 1999).

4.11 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade, conforme Ferreira (2003), utilizando-se o software SISVAR v. 5.3.; nos casos em que houve diferenças significativas, procedeu-se à análise da regressão para as variáveis quantitativas, de acordo com Santos et al. (2008).

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Número de folhas

A análise de variância referente ao número de folhas (NF) e avaliada aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após semeio (DAS), se encontra na Tabela 07, na qual houve efeito do composto orgânico (CO) sobre o NF, aos 25 e 125 DAS a nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F. Observa-se, ainda, que a torta de mamona exerceu efeito significativo $p \leq 0,01$, sobre o número de folhas do algodoeiro durante todo o período de avaliação, o mesmo ocorrendo nos tratamentos, de forma isolada.

Com relação à interação composto orgânico e da torta de mamona constata-se, na mesma Tabela, efeito significativo a nível de 1% de probabilidade pelo mesmo teste aos 25 e 50 dias após a semeadura das plantas; aos 75 dias após a semeadura o efeito dessa interação foi significativo a nível de 5% de probabilidade e, a partir dos 100 dias após a semeadura, a interação (CO x TM) não exerceu efeito significativo sobre o número de folhas do algodoeiro BRS 286. O fatorial *versus* testemunha teve efeito com significância a nível de 5% de probabilidade mas somente até o 25º dia após a semeadura das plantas.

Tabela 07. Resumo das análises de variância do número de folhas aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a semeadura (DAS) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande, PB, 2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		25 DAS	50DAS	75DAS	100DAS	125DAS
Composto Orgânico (CO)	3	2,39063**	30,2916 ^{ns}	199,354 ^{ns}	452,520 ^{ns}	502,291*
Torta de Mamona (TM))	3	5,93229**	2053,54**	5060,22**	8364,52**	9348,25**
(CO x TM)	9	1,44618**	147,444**	289,1875*	157,312 ^{ns}	245,402 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	1,54504*	46,1176 ^{ns}	81,6213 ^{ns}	346,503 ^{ns}	309,191 ^{ns}
Tratamentos	16	2,47059**	476,538**	1153,94**	1763,34**	2004,34**
Resíduo	51	0,2500	50,004	117,2303	164,34	160,789
Total	67					
CV%		12,19	19,89	20,1	21,92	21,97

*, **, ns. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F

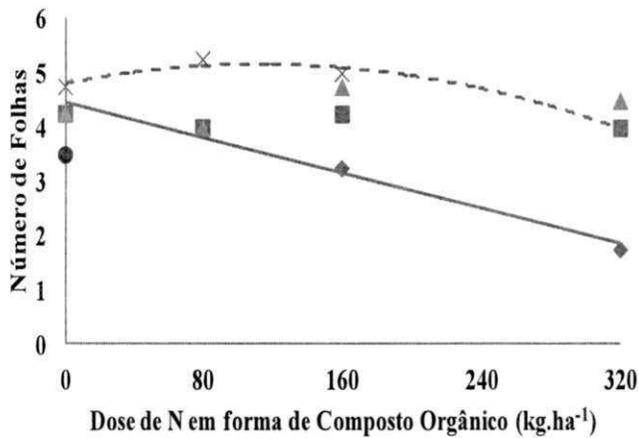
Por se tratar de um fatorial envolvendo fatores quantitativos, realizou-se desdobramento sempre que as interações dos fatores apresentaram significância estatística, fixando as doses de CO (0, 80, 160 e 320 kg N.ha⁻¹) e variando as dosagens de TM (Figura 20).

Na análise de regressão polinomial da interação das doses verifica-se significância da dose 0 kg de N.ha⁻¹ em TM com as respectivas dosagens de CO (Figura 20A); esta, por sua vez, surtiu efeito linear negativo com o aumento das dosagens do CO, ocasionando decréscimo no NF na ordem de 1 folha para cada 123,45 kg de N em forma de CO. Também se percebeu, na Figura 20A, efeito quadrático significativo na interação da dose 320 kg N.ha⁻¹ em TM com as doses de CO. Através da equação quadrática gerada pela curva, estimou-se a dose de 105 kg N em CO misturados com 320 kg N em TM como aquela que promoveu maior número de folhas. Por fim nota-se, na Figura 20A, uma superioridade do fatorial (CO x TM) de 18,31% em relação a testemunha que recebeu adubação mineral, devido, provavelmente, a testemunha (NPK) ter recebido adubação nitrogenada (Ureia) a partir do 30º DAS, ou seja, nas avaliações ocorridas aos 25 DAS as plantas ainda não haviam recebido o N na sua adubação, fato que foi comprovado pela diminuição gradativa da diferença existente entre o fatorial e a testemunha, principalmente a partir dos 100 DAS, a qual foi de 16,56% em favor da testemunha, o que permaneceu praticamente constante até os 125 DAS, embora esta diferença não tenha sido significativa, os resultados foram excelentes para aquelas plantas que receberam adubação de 160 e 320 kg de N em TM com médias, ao final do experimento, de 65 e 83 folhas por planta, respectivamente, o que comprova que o nitrogênio presente na TM respondeu a planta de forma favorável à emissão de folhas pela planta, uma vez que o N participa ativamente da constituição dos novos tecidos, molécula de clorofila, proteínas e aminoácidos. Rigon et al., (2011) concluíram estudando o crescimento do algodoeiro em função de doses crescentes de N, que o nitrogênio favoreceu o crescimento da planta em altura, diâmetro do caule e número de folhas.

A

25 DAS

◆ TM - 0 Kg N.ha-1 ■ TM - 80 Kg N.ha-1 ▲ TM - 160 Kg N.ha-1
 × TM - 320 Kg N.ha-1 ● Testemunha



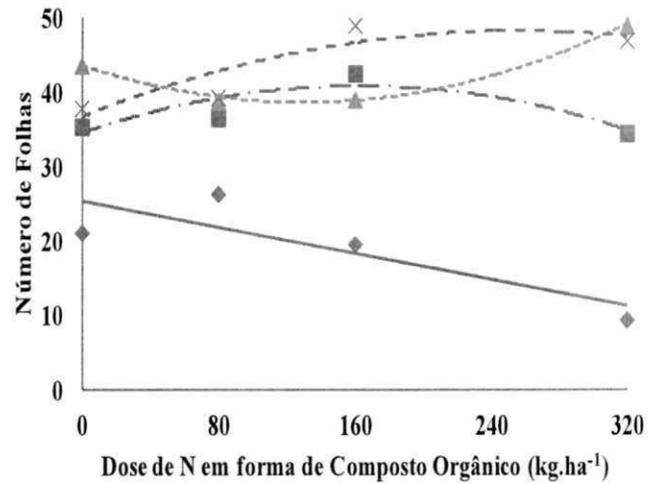
$$Y(TM-0) = (-0,0081x + 4,45)** \quad R^2 = 0,9737$$

$$Y(TM-320) = (-3E-05x^2 + 0,0063x + 4,7977)** \quad R^2 = 0,9682$$

B

50 DAS

◆ TM - 0 Kg N.ha-1 ■ TM - 80 Kg N.ha-2
 ▲ TM - 160 Kg N.ha-3 × TM - 320 Kg N.ha-4



$$Y(TM-0) = (-0,0439x + 25,4)* \quad R^2 = 0,7115$$

$$Y(TM-80) = (-0,0002x^2 + 0,0774x + 34,566)* \quad R^2 = 0,7312$$

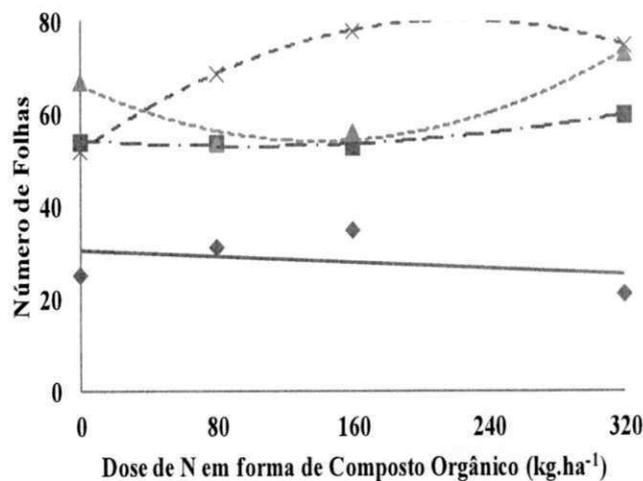
$$Y(TM-160) = (0,0003x^2 - 0,0759x + 43,6)** \quad R^2 = 0,996$$

$$Y(TM-320) = (-0,0002x^2 + 0,0907x + 36,739)* \quad R^2 = 0,7917$$

C

75 DAS

◆ TM - 0 Kg N.ha-1 ■ TM - 80 Kg N.ha-2
 ▲ TM - 160 Kg N.ha-3 × TM - 320 Kg N.ha-4



$$Y(TM-0) = (-0,0439x + 25,4)* \quad R^2 = 0,7115$$

$$Y(TM-80) = (-0,0002x^2 + 0,0774x + 34,566)* \quad R^2 = 0,7312$$

$$Y(TM-160) = (0,0003x^2 - 0,0759x + 43,6)** \quad R^2 = 0,996$$

$$Y(TM-320) = (-0,0002x^2 + 0,0907x + 36,739)* \quad R^2 = 0,7917$$

Figura 20. Número de Folhas aos 25 (A), 50 (B) e 75 (C) DAS das plântulas de algodoeiro em função da interação entre composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM)

Na Figura 20B percebe-se o efeito quadrático para as misturas de 80, 160 e 320 kg N em TM com as dosagens de CO aos 50 DAS, no qual foi possível estimar o maior ganho de folhas para a mistura de 228 kg N.ha⁻¹ em CO com 320 kg N.ha⁻¹ em TM resultando em aproximadamente 47 folhas. Nesta mesma data a dose de 0 kg de N.ha⁻¹ TM misturado com as doses de CO (Figura 20B) surtiu efeito decrescente linear, denotando decréscimo de 1 folha para cada 22,77 kg.ha⁻¹ em CO.

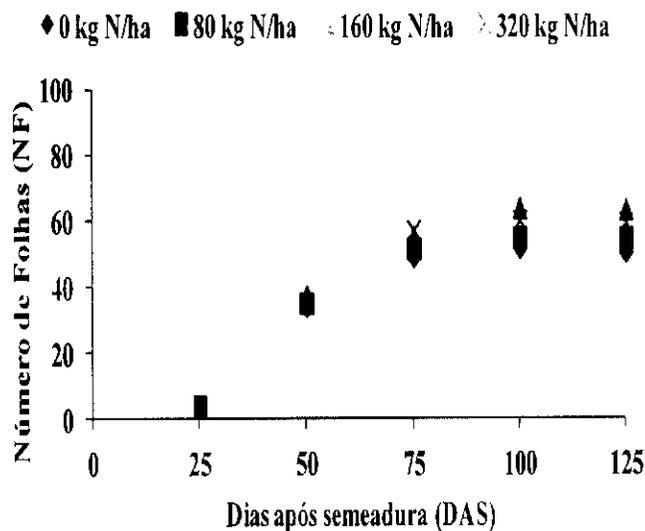
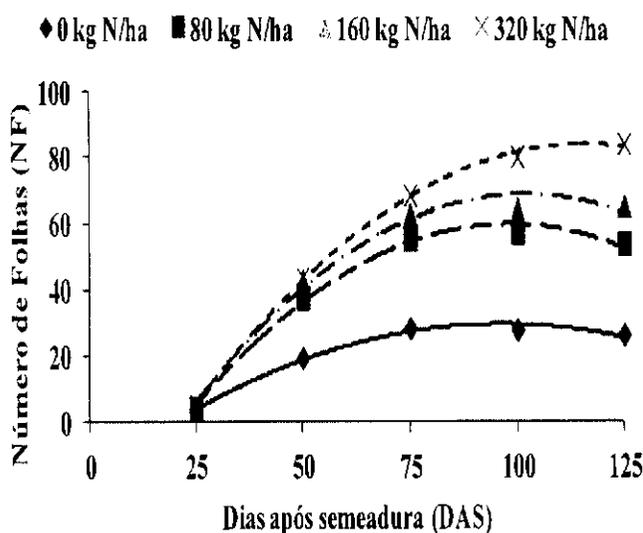
A análise de regressão do número de folhas (NF) para o fator TM isoladamente durante todo o período de avaliações se encontra na Figura 21 A, na qual se verifica efeito quadrático para todas as doses de TM. Analisando as curvas geradas nota-se que a dose de 320 kg ha⁻¹ de N em TM provocou o maior acréscimo de folhas em praticamente em todo o período de avaliação, sendo o valor máximo atingido aos 115 DAS, com média estimada de 85 folhas. Embora não tenha apresentado significância, a Figura 21 B mostra as médias das avaliações para o fator CO, isoladamente; desta forma, é possível notar grande diferença entre as plantas adubadas com TM e as plantas adubadas com CO.

A

B

Torta de Mamona

Composto Orgânico



$$Y_0 = (-0,0051x^2 + 0,978x - 17,524)** \quad R^2 = 0,9881$$

$$Y_{80} = (-0,0102x^2 + 2,0053x - 38,75)** \quad R^2 = 0,9937$$

$$Y_{160} = (-0,0106x^2 + 2,1692x - 41,65)** \quad R^2 = 0,9867$$

$$Y_{320} = (-0,0098x^2 + 2,2608x - 45,487)** \quad R^2 = 0,9999$$

Figura 21. Número de Folhas das plântulas de algodoeiro em função do tempo para a aplicação de doses crescentes de torta de mamona (TM) "A" e composto orgânico (CO) "B" isoladamente

Os resultados foram satisfatórios para as doses de N em forma de TM sobre a variável NF visto que Brandão et al., (2009) encontraram números de folhas máximos de aproximadamente 70 folhas com doses de 200 kg N.ha⁻¹ aos 100 dias após a emergência, apesar dos pesquisadores terem trabalhado com fontes de N minerais. Souza Junior et al (2009), verificaram aumento quadrático no número de folhas do algodoeiro até os 75DAS, com aproximadamente 47 folhas para uma dose de 40 ton.ha⁻¹ em esterco bovino; todavia, nas duas pesquisas o aumento do nitrogênio disponível para as plantas provocou um acúmulo maior de folhas.

5.2 Altura de planta

O resumo da análise de variância para a variável altura de planta (AP) ao longo do ciclo, consta na Tabela 08, na qual se constata, aos 25 e 50 DAS, efeito significativo para o fator composto orgânico (CO) a nível de 1% de probabilidade pelo Teste F. Neste período a interação dos fatores (CO x TM) mostrou-se significativa, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. Nota-se, ainda, que o contraste (fatorial x testemunha) causou efeito significativo a nível de 5% de probabilidade no período supracitado. Verifica-se, na mesma Tabela, que a torta de mamona (TM) exerceu efeito significativo a nível de 1% de probabilidade, sobre a altura das plantas, até o final do ciclo fenológico do algodoeiro (125 DAE), à semelhança do que ocorreu com os tratamentos isoladamente.

A análise da regressão para o fatorial (CO x TM), aos 25 e 50 DAS, encontra-se na Figura 22. Observa-se efeito significativo (Figura 22 A e B), para as doses compostas de 0 e 160 kg N em TM misturadas com as devidas doses de CO, causando efeito linear e quadrático. As doses compostas com 0 kg N em TM misturadas com as doses crescentes de CO promoveram um decréscimo estimado na ordem de 0,0317 e 0,0797 cm para cada kg de N em CO, aplicado na planta aos 25 e 50 DAS, respectivamente. Quando a mistura envolveu a dose de 160 kg N em TM com as respectivas doses de CO, houve diminuição na altura da planta com o aumento da dose de CO até a dose estimada de 199 e 180 kg N em CO aos 25 e 50 DAS, respectivamente; a partir dessas dosagens, as plantas tiveram crescimento em altura de planta com o incremento das doses de CO.

Na análise do contraste fatorial vs testemunha observa-se que aos 25 e 50 DAS ocorreu uma superioridade de 14,68 e 12,30 %, respectivamente, em favor das plantas

que receberam adubação orgânica; contudo, a partir do 75º DAS esta diferença foi invertida em favor da testemunha, como ocorrido com a variável número de folhas, provavelmente pelo mesmo motivo já expresso.

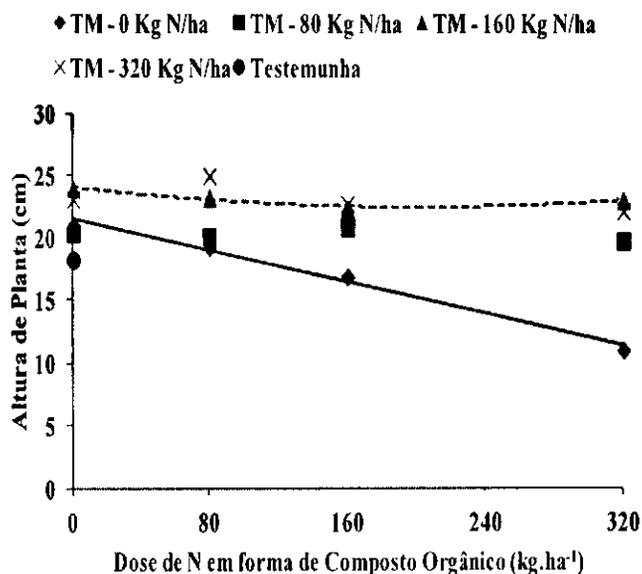
Tabela 08. Resumo das análises de variância do altura de planta (AP) aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a semeadura (DAS) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande, 2012

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		25 DAS	50DAS	75DAS	100DAS	125DAS
Composto Orgânico (CO)	3	33,451**	167,959**	42,066 ^{ns}	89,545 ^{ns}	75,055 ^{ns}
Torta de Mamona (TM))	3	21,958**	1937,43**	3548,8**	3589,5**	3193,7**
(CO x TM)	9	17,156*	170,863**	147,792 ^{ns}	133,038 ^{ns}	119,51 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	27,033*	162,827*	34,770 ^{ns}	93,823 ^{ns}	105,31 ^{ns}
Tratamentos	16	43,572**	501,049**	758,600**	770,52**	686,70**
Resíduo	51	6,3050	32,111	74,486	72,052	76,4
Total	67					
CV%		12,09	9,51	9,88	9,4	9,52

*, **, ^{ns}. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F

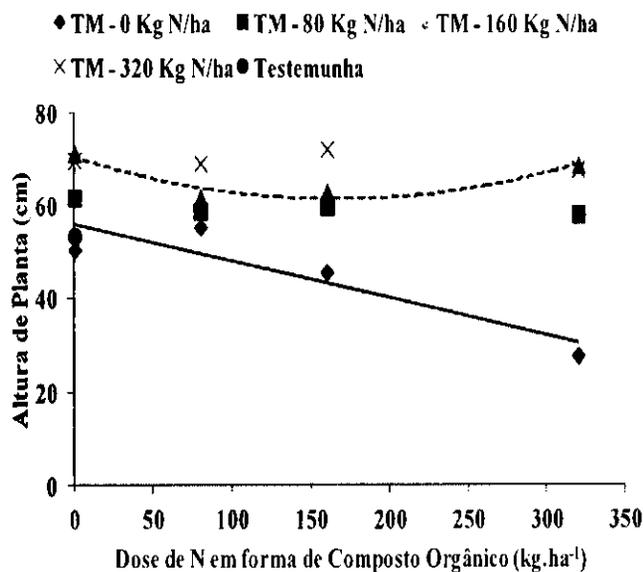
A

25 DAS



B

50 DAS



$$Y(TM-0) = (-0,0317x + 21,475)** \quad R^2 = 0,9885$$

$$Y(TM-160) = (4E-05x^2 - 0,0159x + 24,075)** \quad R^2 = 0,9493$$

$$Y(TM-0) = (-0,0797x + 55,895)** \quad R^2 = 0,8233$$

$$Y(TM-160) = (0,0003x^2 - 0,1079x + 70,372)** \quad R^2 = 0,8856$$

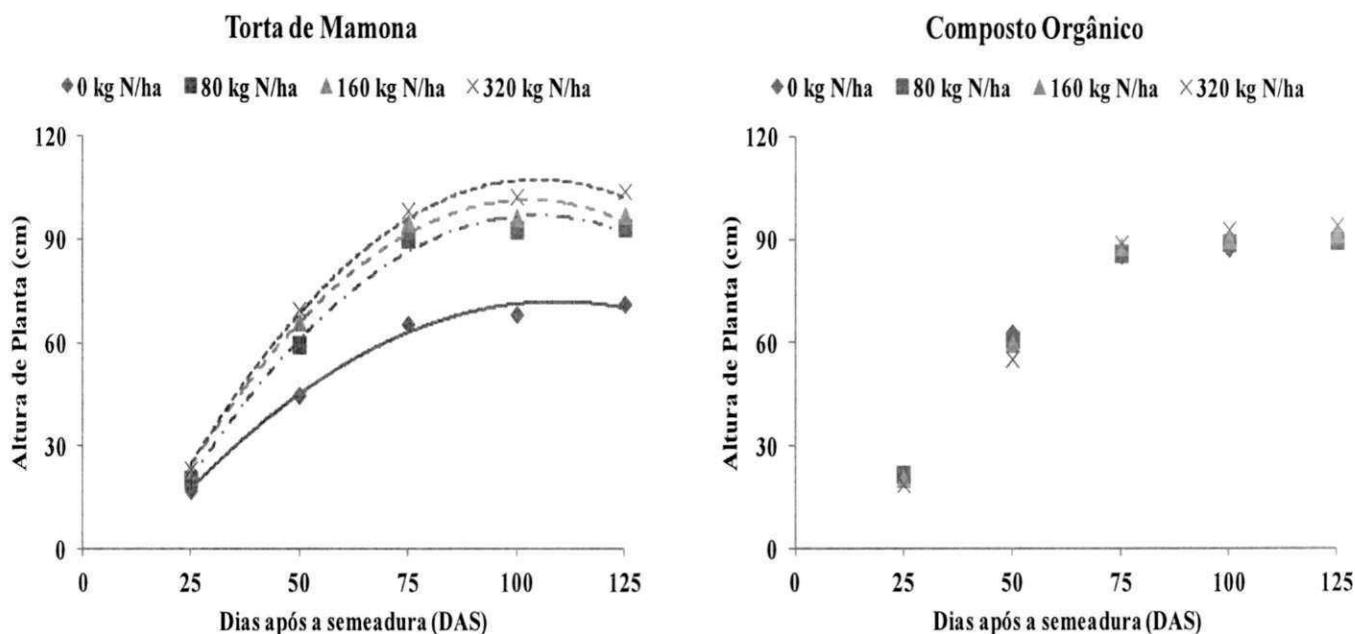
Figura 22. Altura de Planta (AP) aos 25 (A) e 50 (B) DAS das plântulas de algodoeiro, em função da interação entre composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM).

Verifica-se, na Figura 23 A, que o fator torta de mamona (TM), isoladamente, foi significativo para análise de regressão em todas as datas de avaliação, com altura

máxima estimada de 107 cm aos 104 DAS com a dose de 320 kg N.ha⁻¹ em TM, sendo esta 48 % maior que a altura máxima estimada pela dose de 0 kg N.ha⁻¹ em TM. Sabe-se que o porte do algodoeiro desejável é de 100 a 120 cm de altura e, portanto, a altura média obtida ao final do experimento (125 DAS) é considerada adequada. A Figura 23 B indica efeito não significativo do CO sobre a variável AP, durante todo período de avaliações.

A

B



$$Y_{0} = (-0,0077x^2 + 1,6828x - 19,937)** \quad R^2 = 0,9919$$

$$Y_{80} = (-0,012x^2 + 2,5191x - 35,169)** \quad R^2 = 0,9919$$

$$Y_{160} = (-0,0128x^2 + 2,6304x - 33,85)** \quad R^2 = 0,9903$$

$$Y_{320} = (-0,0131x^2 + 2,7379x - 35,937)** \quad R^2 = 0,9926$$

Figura 23. Altura das plântulas de algodoeiro em função do tempo para a aplicação de doses crescentes de torta de mamona (TM) “A” e composto orgânico (CO) “B” isoladamente

Os valores encontrados foram bem superiores aos apresentados por Rosa et al, 2012 com doses crescentes de N (0, 100, 200, 300 e 400 kg N.ha⁻¹) aos 90 DAS em vasos de 3L em virtude, provavelmente, do tamanho do vaso, que não contribuiu para a planta de algodão expressar todo o seu potencial. Este resultado corrobora com Lima et al. (2006) que, ao trabalhar com doses de nitrogênio, demonstraram que a altura das plantas de algodão colorido foi influenciada positivamente pela adição de nitrogênio; já Santos et al. (2008), verificaram aumento do crescimento em altura de plantas de algodoeiro quando adubado com 120 ou 180 kg.ha⁻¹ de N.

Segundo Sousa Junior et al. (2009) o aumento de doses de esterco bovino (0, 10, 20 e 40 ton.ha⁻¹) possibilitou, em todas as épocas de avaliação, incremento no crescimento em altura do algodoeiro herbáceo, sendo o maior incremento na dose de 40 ton.ha⁻¹.

5.3 Diâmetro caulinar

Pelos dados da Tabela 09 observa-se que, isoladamente, a adubação com o CO exerceu efeito significativo a nível de 1% de probabilidade no 25º DAS para a variável diâmetro caulinar (DC) enquanto, o fator torta de mamona (TM) e os tratamentos, tiveram, isolados, o mesmo efeito, em todo o ciclo fenológico do algodoeiro. Verifica-se ainda, nesta tabela, que o fatorial exerceu efeito significativo, a nível de 5% de probabilidade pelo teste F aos 25 DAS e de 1% de probabilidade aos 75 e 125 DAS, sobre o diâmetro caulinar das plantas. Para o contraste Fatorial vs testemunha, nota-se efeito significativo a 5% de probabilidade apenas no 25º DAS.

Tabela 09. Resumo das análises de variância do diâmetro caulinar (DC) aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a semeadura (DAS) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM) Campina Grande, PB, 2012

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		25 DAS	50DAS	75DAS	100DAS	125DAS
Composto Orgânico (CO)	3	0,656**	1,985 ^{ns}	0,289 ^{ns}	1,735 ^{ns}	1,479 ^{ns}
Torta de Mamona (TM)	3	3,898**	30,280**	35,581**	41,317**	48,921**
(CO x TM)	9	0,312**	3,056 ^{ns}	2,213*	2,307 ^{ns}	2,499*
Fatorial x Testemunha	1	0,414*	0,059 ^{ns}	2,425 ^{ns}	2,290 ^{ns}	1,110 ^{ns}
Tratamentos	16	1,055**	7,773**	8,122**	9,513**	13,749**
Resíduo	51	0,0860	1,486	1,060	1,325	2,610
Total	67					
CV%		9,21	13,99	9,85	10,45	13,10

*, **, ns. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F

Observam-se, na Figura 24A, a análise de regressão do fatorial (CO x TM) aos 25 DAS, e efeito significativo linear decrescente para as plantas que receberam a dose de 0 kg.ha⁻¹ em TM misturadas com as doses crescentes do CO, fazendo com que esta mistura diminuísse o diâmetro caulinar em 1 mm para cada 270 kg N .ha⁻¹ de composto orgânico. No mesmo período a dose de 160 kg N.ha⁻¹ em TM surtiu efeito quadrático,

constatando-se um decréscimo do DC com o aumento das doses de CO, até o limite de 375 kg N.ha⁻¹ em CO; a partir deste valor as doses proporcionaram aumento do diâmetro caulinar; na mesma Figura se denota, ainda, comportamento quadrático para a variável diâmetro caulinar nas plantas que receberam a dose de TM de 320 kg N.ha⁻¹ misturadas com as doses de CO, na qual se verifica que a mistura que promoveu maior diâmetro caulinar (3,8 mm) nesta época de avaliação, foi a de 320 kg N.ha⁻¹ em TM, com a dose estimada de 128,5 kg N.ha⁻¹ em CO.

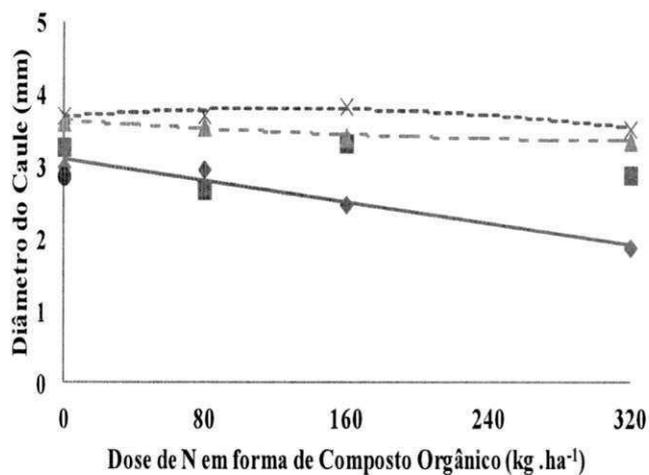
A análise de regressão do fatorial (CO x TM) aos 75 DAS se encontra na Figura 24B na qual se percebe um incremento linear da ordem de 0,0037 mm para cada kg N em CO misturados com 160 kg N.ha⁻¹ em TM; também, aos 75 DAS, se verificou efeito quadrático para a mistura de 0 kg N.ha⁻¹ TM com as respectivas doses de CO, sendo o valor máximo estimado de 9 mm de diâmetro caulinar observado com a mistura da dose de 0 kg N.ha⁻¹ em TM, com aproximadamente 134 kg N.ha⁻¹ em CO. Nesta data a mistura de 80 kg N.ha⁻¹ em TM com as doses crescentes de CO diminuiu o DC até a dose estimada de 172 kg N.ha⁻¹ em CO (9,82 mm), valores maiores que este, indicaram ganhos crescentes de diâmetro caulinar, inclusive para quando a comparação é feita com a mistura da dose de 80 kg N.ha⁻¹ em TM com a dose 0 kg N.ha⁻¹ em CO.

A Figura 24C indica efeito significativo quadrático para o fatorial (CO x TM) nas quatro datas de avaliado sobre o diâmetro caulinar, aos 125 DAS. Observa-se, através desta figura, que os valores máximos de diâmetro caulinar de 13,28, 13,86 e 14,32 mm foram obtidos para as respectivas misturas de 0 e 222, 160 e 238,7 e 320 kg N.ha⁻¹ em TM e 55 kg N.ha⁻¹ em CO, respectivamente; para a mistura de 80 kg N.ha⁻¹ em TM com 163 kg N.ha⁻¹ em CO, a Figura 24C indica efeito quadrático com valores mínimos de 11,38 mm de diâmetro caulinar; para doses maiores ou menores que 163 kg N.ha⁻¹ em CO misturadas com 80 kg N.ha⁻¹ em TM, os valores são sempre crescentes.

A

25 DAS

◆ TM-0 Kg N/ha ■ TM-80 Kg N/ha ▲ TM-160 Kg N/ha
 × TM-320 Kg N/ha ● Testemunha



$$Y(\text{TM-0}) = (-0,0037x + 3,115)** \quad R^2 = 0,9525$$

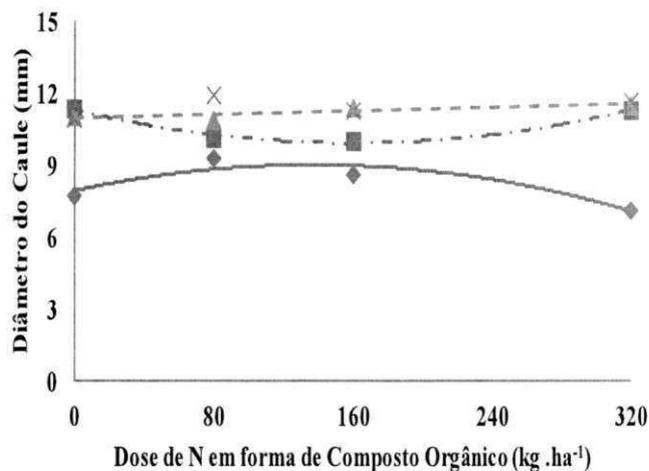
$$Y(\text{TM-160}) = (2\text{E-}06x^2 - 0,0015x + 3,6348)** \quad R^2 = 0,955$$

$$Y(\text{TM-320}) = (-7\text{E-}06x^2 + 0,0018x + 3,6883)** \quad R^2 = 0,8483$$

B

75 DAS

◆ TM-0 Kg N/ha ■ TM-80 Kg N/ha
 ▲ TM-160 Kg N/ha × TM-320 Kg N/ha



$$Y(\text{TM-0}) = (-6\text{E-}05x^2 + 0,0161x + 7,922)** \quad R^2 = 0,8521$$

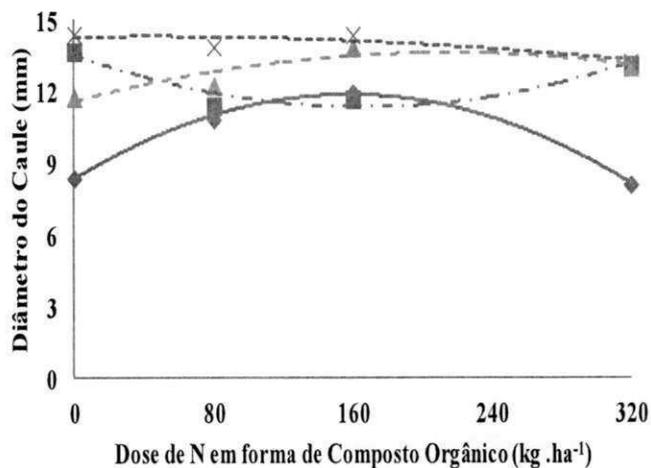
$$Y(\text{TM-80}) = (5\text{E-}05x^2 - 0,0172x + 11,305)** \quad R^2 = 0,9827$$

$$Y(\text{TM-160}) = (0,0019x + 10,948)* \quad R^2 = 0,7259$$

C

125 DAS

◆ TM-0 Kg N/ha ■ TM-80 Kg N/ha
 ▲ TM-160 Kg N/ha × TM-320 Kg N/ha



$$Y(\text{TM-0}) = (-0,0001x^2 + 0,0444x + 8,3548)** \quad R^2 = 0,9968$$

$$Y(\text{TM-80}) = (8\text{E-}05x^2 - 0,0261x + 13,513)** \quad R^2 = 0,8825$$

$$Y(\text{TM-160}) = (-4\text{E-}05x^2 + 0,0191x + 11,581)** \quad R^2 = 0,8075$$

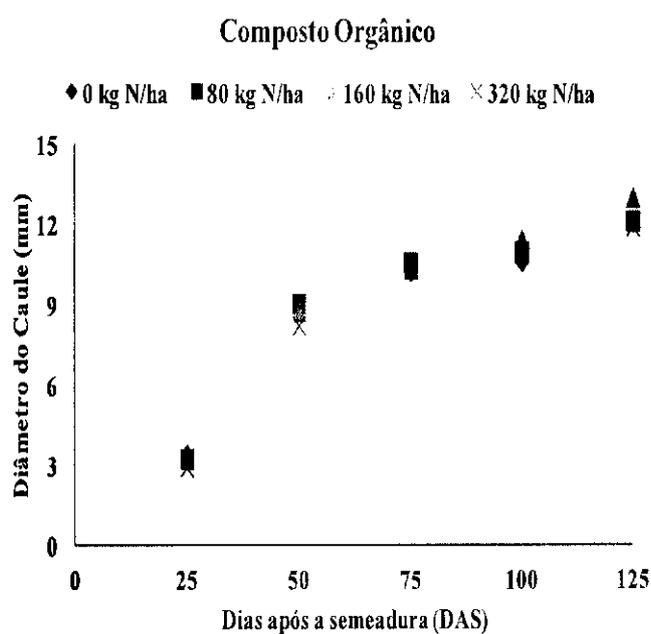
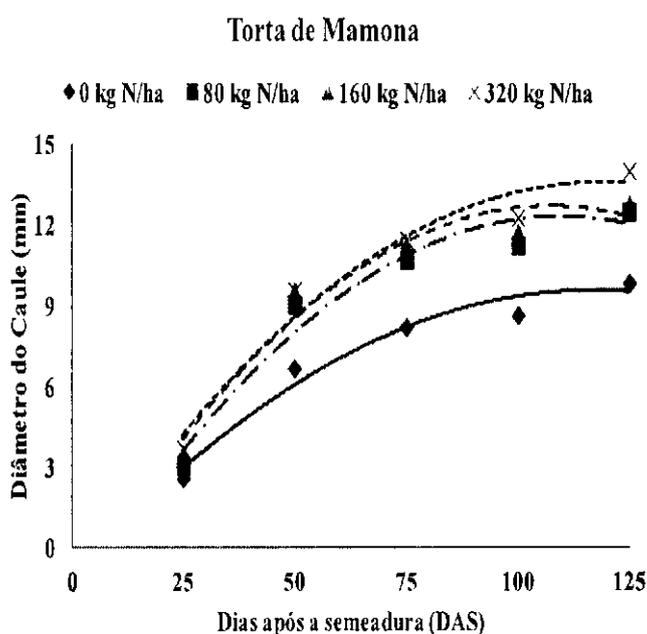
$$Y(\text{TM-320}) = (-1\text{E-}05x^2 + 0,0011x + 14,295)* \quad R^2 = 0,7207$$

Figura 24. Diâmetro caulinar aos 25, 75 e 125 DAS das plântulas de algodoeiro em função da interação entre composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM)

A regressão para o fator torta de mamona isoladamente, durante todo o período de avaliação, encontra-se na Figura 25 A, na qual se verifica, que o fator TM surtiu efeito quadrático em todas as datas de avaliação sobre a variável diâmetro caulinar (DC), indicando que a dose de 320 kg N.ha⁻¹ em TM foi, aos 115 DAS, a que provocou maior diâmetro, sendo este estimado em 13,1 mm, o que corresponde a um diâmetro caulinar 40 % maior que o mostrado pela dose de 0 kg N.ha⁻¹ em TM no mesmo período. Verifica-se, na Figura 25 B, que não houve efeito significativo para as doses crescentes de CO.

A

B



$$Y_0 = (-0,0008x^2 + 0,1838x - 1,1814)** \quad R^2 = 0,9646$$

$$Y_{80} = (-0,0012x^2 + 0,2667x - 2,3282)** \quad R^2 = 0,9533$$

$$Y_{160} = (-0,0013x^2 + 0,275x - 2,0626)** \quad R^2 = 0,9545$$

$$Y_{320} = (-0,0011x^2 + 0,2534x - 1,4574)** \quad R^2 = 0,9614$$

Figura 25. Diâmetro caulinar das plântulas de algodoeiro em função do tempo para a aplicação de doses crescentes de torta de mamona (TM) “A” e composto orgânico (CO) “B”. isoladamente

Comportamento semelhante foram encontrados por Rigon et al. 2011 estudando o efeito de doses crescentes de nitrogênio (0, 50, 75 e 100 kg N.ha⁻¹) na cultura do algodão, muito embora os valores observados nesta pesquisa tenham sido bem maiores. Valores máximos, próximos aos mostrados neste experimento, foram apresentados por Araújo et al 2011 em plantas de algodão adubadas quimicamente e diferentes lâminas de irrigação, comprovando mais uma vez que a adubação química pode ser substituída

pela adubação com torta de mamona sem causar qualquer tipo de prejuízo no desenvolvimento do algodoeiro.

5.4 Área foliar

As análises de variância para a variável área foliar (AF), observadas aos 25, 50, 75, 100 e 125 DAS, estão resumidas na Tabela 10; analisando-a, verifica-se que o Composto Orgânico (CO) e a interação (COxTM) exerceram efeitos significativos, a níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo Teste F, sobre a área foliar das plantas aos 25 e 75 DAS, respectivamente. Por outro lado, o efeito da torta de mamona (TM) sobre esta variável foi significativo a nível de 1% de probabilidade durante todo o ciclo fenológico das plantas. Constata-se ainda na mesma Tabela, que o Fatorial vs Testemunha foi significativo a nível de 1% de probabilidade, aos 25 DAS; ainda se constata efeito significativo a nível de 5 % de probabilidade aos 100 e 125 DAS para o fator CO isoladamente.

A Tabela 10 indica que a variável AF sofreu influência significativa a nível de 1% de probabilidade para os fatores torta de mamona (TM) e tratamentos, de forma isolada.

O estudo da regressão do fatorial sobre a área foliar aos 25 DAS, se encontra na Figura 26A, na qual se constata efeito linear decrescente com a perda de 0,5823 cm² em AF para cada kg N em CO, além de revelar que a aplicação do composto não favoreceu o crescimento do algodoeiro BRS 286, principalmente em seu estágio inicial.

Tabela 10. Resumo das análises de variância da Área Foliar (AF) aos 25, 50, 75, 100 e 125 dias após a semeadura (DAS) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM) Campina Grande, PB, 2012

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		25 DAS	50DAS	75DAS	100DAS	125DAS
Composto Orgânico (CO)	3	22202**	859129 ^{ns}	4903552*	4105080*	3974429*
Torta de Mamona (TM))	3	126253**	27852099**	57089186**	55494195**	53947350**
(CO x TM)	9	9295**	1495299 ^{ns}	3335723*	1293069 ^{ns}	1002466 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	17206**	1042912 ^{ns}	101171 ^{ns}	1502408 ^{ns}	2960103 ^{ns}
Tratamentos	16	34139**	6289643**	13506305**	11996116**	11609227**
Resíduo	51	2314	935295	1205449	1426184	1283739
Total	67					
CV%		20,95	29,49	23,67	26,76	26,81

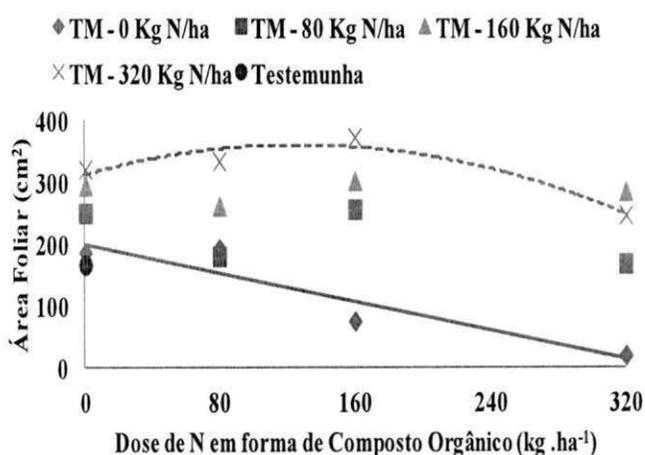
*, **, ns. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F

Percebeu-se, aos 25DAS, efeito significativo quadrático com a mistura de 126,68 kg N.ha⁻¹ em CO com 320 kg N.ha⁻¹ em TM como aquela que proporcionou o maior ganho de área foliar, com valor de 360,7 cm² (Figura 26A). No tocante ao comparativo do fatorial com a testemunha para AF nesta mesma data, confere-se superioridade 40,7 % para o fatorial sobre as plantas que receberam adubação mineral embora este fato se tenha invertido a partir do 75° dia após a semeadura, devido aos motivos expressos anteriormente.

Aos 75 DAS o estudo da regressão demonstrou efeito significativo quadrático para as doses 0, 160 e 320 kg N.ha⁻¹ em TM com as devidas doses de CO, enquanto, a significância da dose 80 kg N.ha⁻¹ em TM com as doses de CO foi linear crescente, com um aumento de área foliar de 1cm² para cada 0,34 kg N.ha⁻¹ em CO como se observa na Figura 26B; a mistura de 160 kg N.ha⁻¹ em TM com 42,7 kg N.ha⁻¹ em CO proporcionou o menor ganho de área foliar para esta dose de TM porém quando os valores de CO variam, seja para mais ou para menos, há um ganho de área foliar; verificou-se também, na Figura 26B, efeito quadrático para as misturas de 0 e 320 kg N.ha⁻¹ em TM com as doses de CO, resultando em um valor máximo de área foliar de 2391,9 e 7781,0 cm² para as misturas, respectivamente de 0 kg N.ha⁻¹ em TM com 125 kg N.ha⁻¹ em CO e 320 kg N.ha⁻¹ em TM com 214 kg N.ha⁻¹ em CO.

A

25 DAS

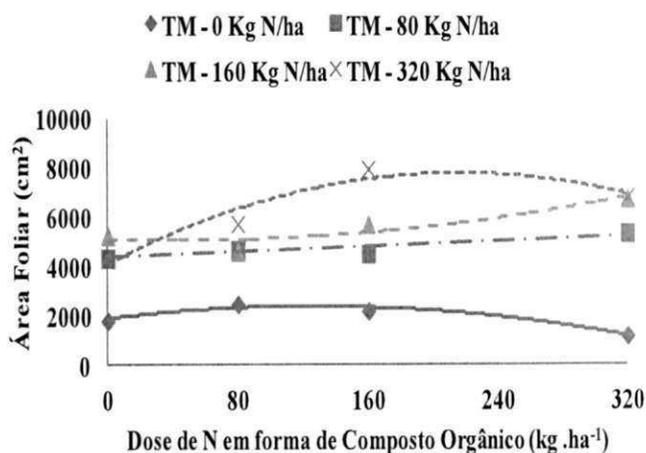


$$Y(TM-0) = (-0,5823x + 199,31)** \quad R^2 = 0,87$$

$$Y(TM-320) = (-0,003x^2 + 0,7601x + 312,56)** \quad R^2 = 0,914$$

B

75 DAS



$$Y(TM-0) = (-0,0315x^2 + 7,8756x + 1899,7)** \quad R^2 = 0,9458$$

$$Y(TM-80) = (2,8771x + 4346,7)** \quad R^2 = 0,8246$$

$$Y(TM-160) = (0,0228x^2 - 1,9478x + 5100,7)** \quad R^2 = 0,8411$$

$$Y(TM-320) = (-0,0794x^2 + 34,147x + 4109,7)** \quad R^2 = 0,9206$$

Figura 26. Área Foliar aos 25 (A) e 75 DAS (B) das plântulas de algodoeiro, em função da interação entre composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM)

A Figura 27A indica efeito significativo quadrático do composto orgânico sobre a variável área foliar do algodoeiro, na qual se estimou, como valor máximo, o de 5385,6 cm² aos 94 DAS para uma dose de 160 kg N.ha⁻¹ em CO; na mesma data a dose de 0 kg N.ha⁻¹ em CO teve valor máximo de 4249,2 cm², o que totaliza uma redução de 26%; esses valores, por sua vez, indicam que a partir desta data a planta começa a perder matéria seca.

Verifica-se, pela Figura 27B, que a torta de mamona (TM) teve, isoladamente, desempenho das curvas de regressão, semelhante ao mostrado com o CO isoladamente, observando-se que aos 96 DAS as plantas proporcionaram maior valor de área foliar (6582,5 cm²) para a dose de 320 kg N.ha⁻¹ em TM, valor este superior em 228 % aos valores máximos obtidos pela dose de 0 kg N.ha⁻¹ em TM; desta forma, o aumento considerado para as plantas adubadas com TM favoreceu a elevação da capacidade fotossintética das plantas.

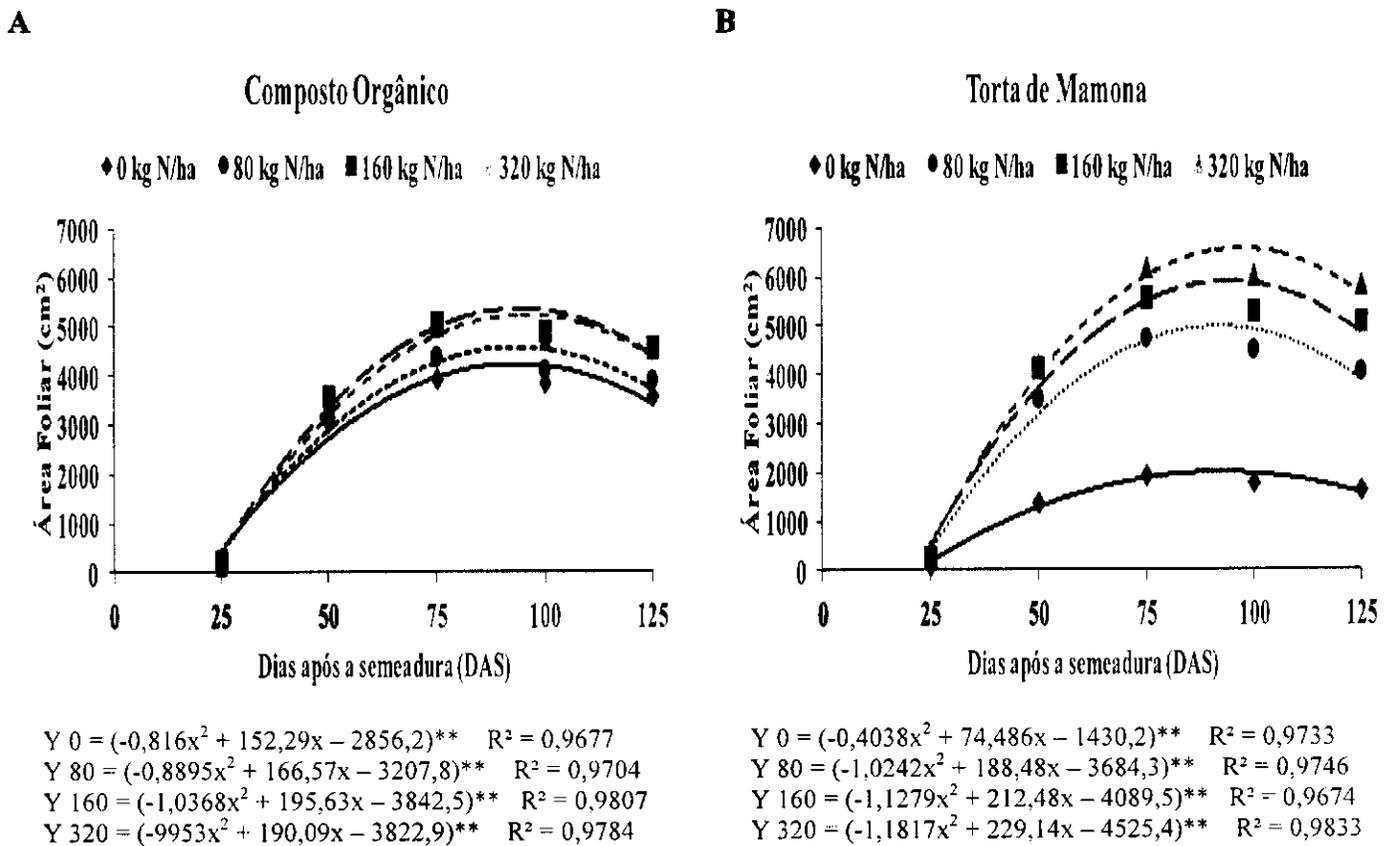


Figura 27. Área Foliar aos 25, 50, 75, 100 e 125 DAS das plântulas de algodoeiro em função do tempo para a aplicação do composto orgânico (CO) "A" e da torta de mamona (TM) "B" isoladamente

Observa-se, pelo comportamento das curvas (Figura 27 A e B), que entre os 75 DAS e 100 DAS as plantas começaram a entrar em um estágio de perda de folhas, o que corrobora com Alexandria Junior et al 2011, estudando plantas de algodoeiro tratadas com um tipo de composto orgânico em base de nitrogênio, fato que se deve à aproximação do final do ciclo. Este autor indica, ainda, que a dose de 40 kg N.ha⁻¹ proporcionou incrementos nas variáveis altura de planta e diâmetro caulinar, de forma significativa porém as médias de área foliar encontradas neste estudo, foram bem superiores às encontrados por Alexandria Junior et al. 2011, no mesmo período de avaliação, denotando que o experimento em questão conseguiu retirar todo o potencial das plantas de algodão.

5.5 Taxa de crescimento absoluto

O comportamento dos valores para a taxa de crescimento absoluto (TCA) pode ser usado para analisar a velocidade média de crescimento ao longo de determinado período de observação.

Analisando a Figura 28, percebe-se que entre o 1° e 50° DAS, as plantas adubadas com CO (A) e TM (B) apresentam aumento de velocidade de crescimento de altura caulinar com o passar do tempo; entre os 50 e 100 DAS os valores da taxa de crescimento absoluto para a altura de planta (TCAAP) começam a diminuir pois as plantas tendem a acumular nutrientes para o desenvolvimento de novas estruturas, tais como flores e frutos; entre os 100 e 125 DAS praticamente as plantas permanecem estáveis, com pouco ganho de altura caulinar. Ressalta-se ainda que o aumento das doses de TM proporcionou o maior valor (1,85 folha.dia⁻¹) de TCAAP, sobretudo até os 50 DAS (Figura 28 B).

Observa-se, pela Figura 28 C, que o crescimento inicial (entre o 1° e 50° DAS) das plantas foi favorecido pela adubação orgânica em detrimento da adubação química, porém esta superioridade momentânea ocorreu pelo fato de que as plantas adubadas com NPK só começaram a receber as frações de ureia a partir do 30° DAS; todavia, a partir do 50° DAS a superioridade se deu em favor da testemunha e permaneceu até os 125 DAS, sendo a maior diferença (35 %) percebida aos 75 DAS.

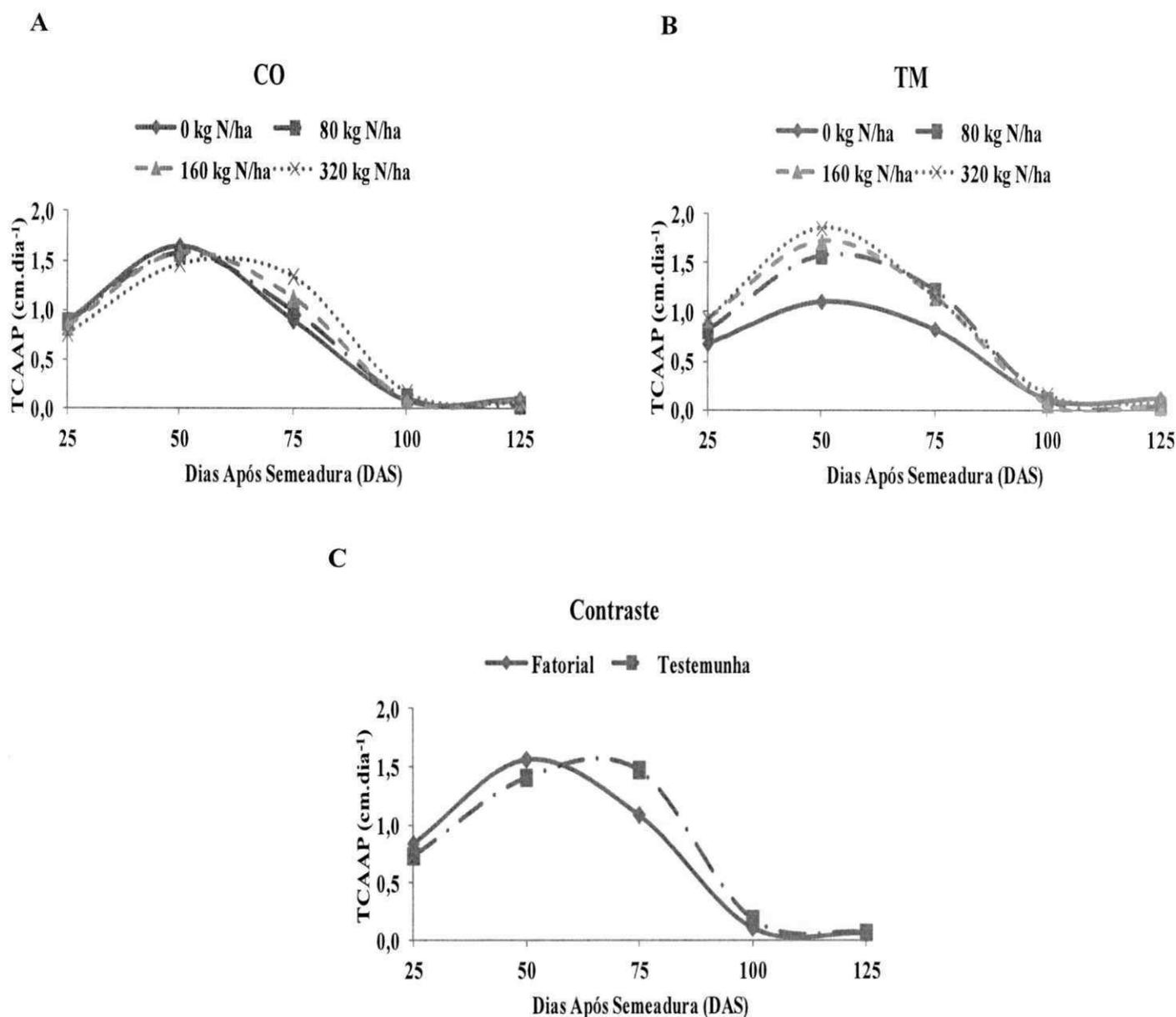


Figura 28. Taxa de crescimento absoluto para altura de plantas (TCAAP) do algodoeiro, em função do tempo para a aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e o contraste do fatorial vs testemunha (C)

Verifica-se, na Figura 29, que ambos os adubos (CO “A” e TM “B”), tiveram comportamento da curva semelhante, com aumento da taxa de crescimento absoluto para o diâmetro caulinar (TCADC) até os 50 DAS, diminuindo a partir desta data, até os 100 DAS e com ligeiro aumento até o encerramento do ciclo da planta. Observa-se, na Figura 29 B, grande diferença (entre 41 e 67 %) entre a dose de 0 kg N.ha⁻¹ em TM e as demais doses deste adubo aos 50 DAS, mas foi praticamente igualada às demais, aos 75 DAS o que se deve, em parte, à influência direta do CO sob esta dose (Figura 29 B).

Analisando o contraste (fatorial vs testemunha) percebe-se maior TCADC entre os 50 e 100 DAS em favor das plantas que receberam adubação com NPK, sendo a maior diferença (35 %) percebida aos 75 DAS (Figura 29 C).

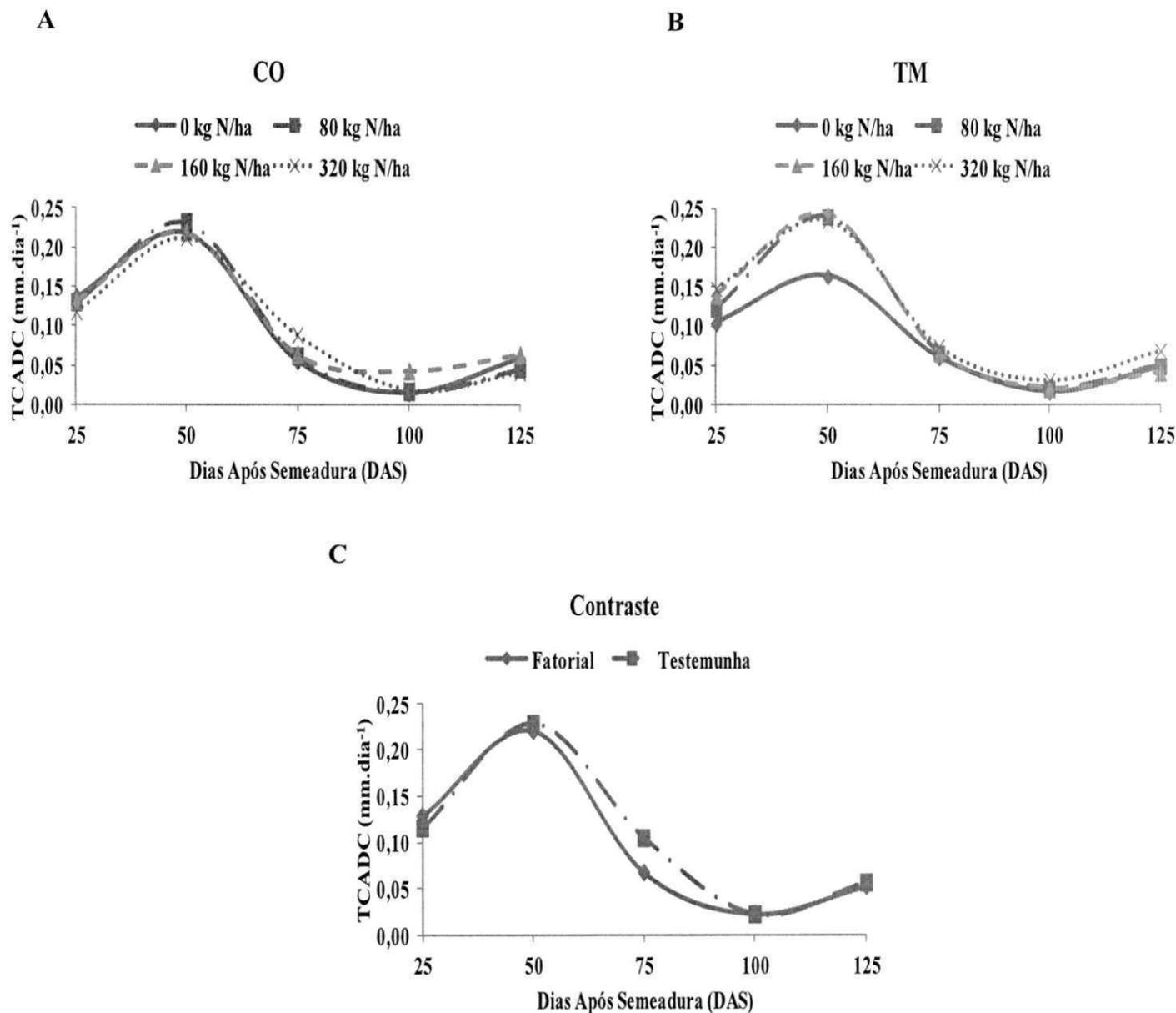


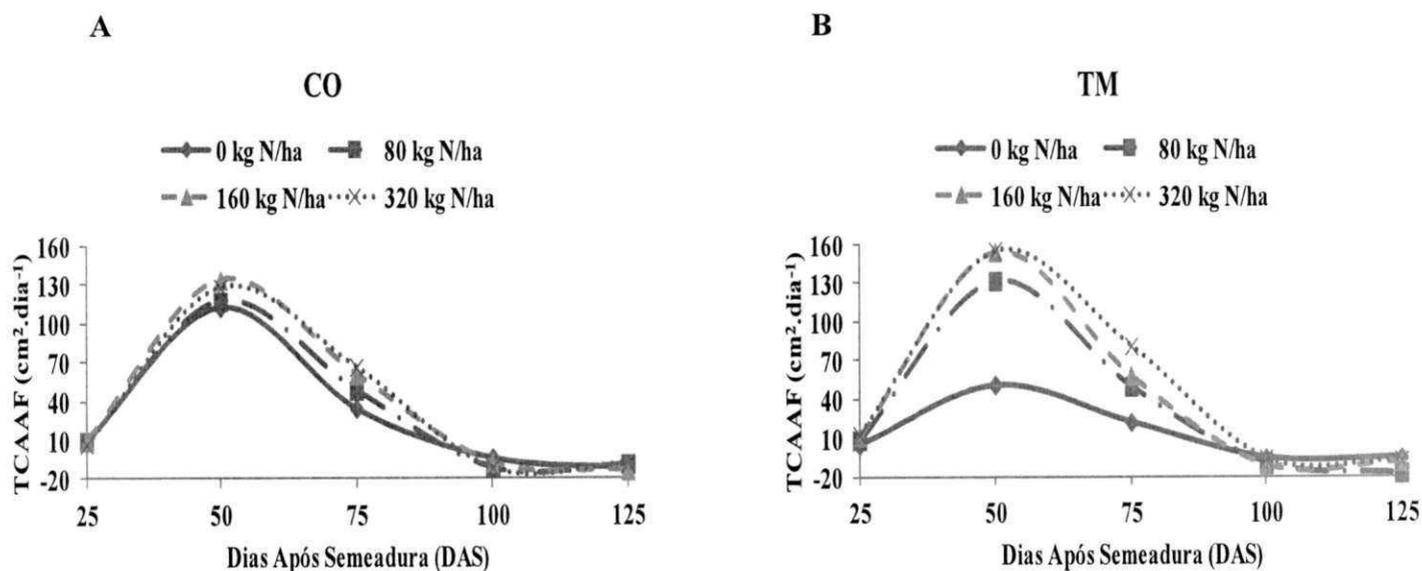
Figura 29. Taxa de crescimento absoluto para o diâmetro caulinar (TCADC) das plântulas de algodoeiro, em função do tempo para a aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e o contraste do fatorial vs testemunha (C)

Devido ao composto orgânico (CO) de forma isolada, a taxa de crescimento absoluto para a área foliar (TCAAF) se encontra na Figura 30A, na qual se observa similaridade devida às doses aplicadas. Esta taxa foi crescente até os 50 DAS; em seguida, começou a decrescer com o tempo, até os 125 DAS.

Para o fator torta de mamona (TM) isoladamente (Figura 30 B), a TCAAF foi crescente até os 50 DAS, período em que se constatou maior ganho em área filiar, com $155 \text{ cm}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$ para a dose aplicada de $320 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ em TM; entre os 50 e 125 DAS a TCAAF mostrou-se decrescente com o passar do tempo, inclusive com valores negativos, em virtude da acentuada perda de folhas que ocorre neste período. Percebe-se, mais uma vez, que a dose de $0 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ em TM indicou valores muito abaixo das demais doses, tendo isto ocorrido por fatores já explicados.

A Figura 30 C indica que as plantas adubadas organicamente tiveram valores de TCAAF maiores que aquelas que receberam adubação mineral até os 50 DAS; após este período a testemunha se sobressaiu sob a adubação orgânica, permanecendo assim até o final do ciclo da planta.

Os resultados da taxa de crescimento absoluto (TCA) comprovam o alto crescimento vegetativo durante a fase inicial do algodoeiro *cv.* BRS 286, sendo marcante a redução deste crescimento quando a planta atinge a maturação e o início da fase reprodutiva, quando então os fotoassimilados são direcionados para a produção de flores e frutos.



C

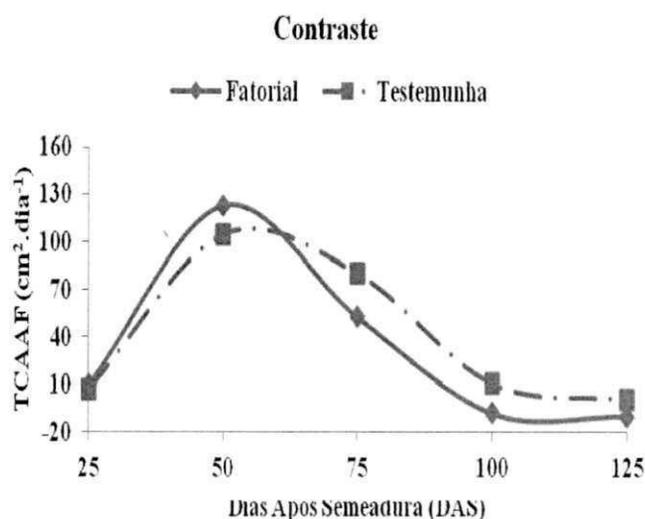


Figura 30. Taxa de crescimento absoluto para o índice de área foliar (TCAAF) das plântulas de algodoeiro em função do tempo para a aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e o contraste do fatorial vs testemunha (C)

5.6 Taxa de crescimento relativo

As taxas de crescimento relativo para altura de planta (TCRAP) em função das doses de composto orgânico (Figura 31A) foram, praticamente, as mesmas para todas as doses deste adubo durante o ciclo da cultura, sendo o valor máximo de $0,1235 \text{ cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ alcançado aos 25 DAS para a dose de 0 kg N.ha^{-1} ; entre os 25 e 75 DAS houve uma redução drástica desta taxa, sendo praticamente constante entre os 75 e 125 DAS; já para as plantas que receberam doses de TM em sua adubação o comportamento da curva foi bem semelhante ao CO, porém as doses de 160 e 320 kg ha^{-1} em TM proporcionaram maior TCRAP de $0,1256 \text{ cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ também aos 25DAS (Figura 31B).

A Figura 31 C indica que aos 25 DAS tanto o fatorial quanto a testemunha apresentaram TCRAP de aproximadamente $0,04 \text{ cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$; com o passar do tempo, a TCRAP foi decrescente até atingir seu valor praticamente estável aos 100 DAS; vale ressaltar, ainda, que aos 75 DAS as plantas adubadas com NPK atingiram valores de TCRAP 53 % maiores que as adubadas com o adubo orgânico.

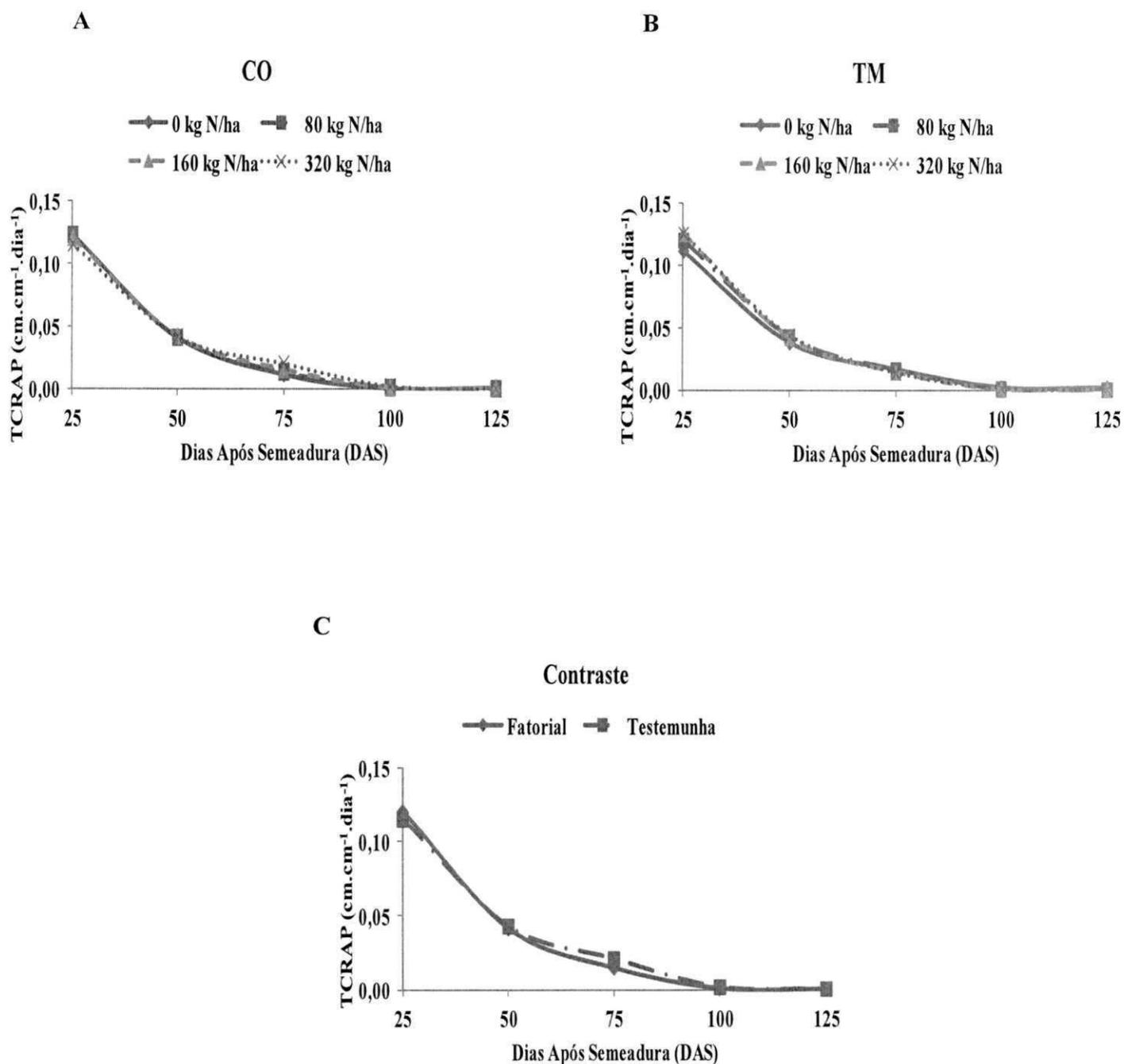


Figura 31. Taxa de crescimento relativo para a altura de planta (TCRAP) do algodoeiro em função do tempo para a aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e o contraste do fatorial vs testemunha (C)

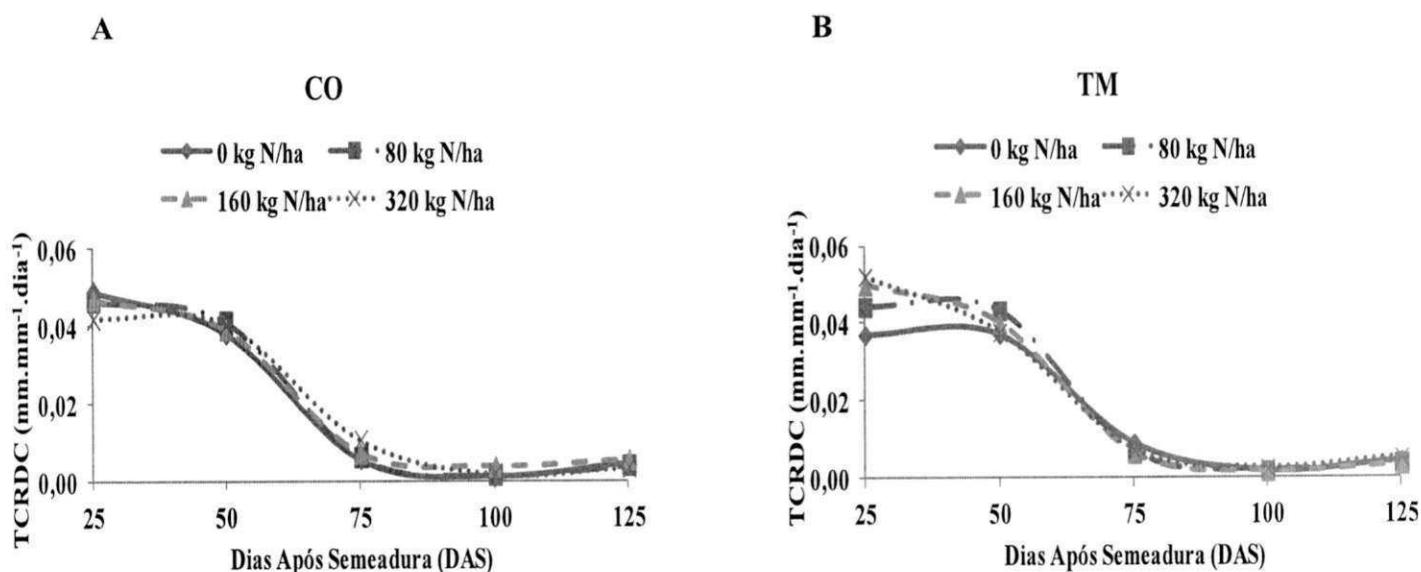
De forma isolada, o composto orgânico (CO) apresentou valores elevados de taxa de crescimento relativo para o diâmetro do caule (TCRDC) do início do ciclo até os 50 dias após a semeadura (DAS); a partir de então as plantas de algodão sofreram forte diminuição da TCRDC até os 75 DAS, permanecendo praticamente constante até a

colheita do algodão; a taxa mais elevada de $0,048 \text{ mm}\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ foi percebida para a dose de $0 \text{ Kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ em CO, aos 25 DAS (Figura 32 A).

Diferentemente do CO, os valores de TCRDC foram bem distintos no primeiro intervalo de avaliação (25 DAS), percebendo-se que a dose de $320 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ em TM, proporcionou TCRDC de $0,052 \text{ mm}\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ porém aos 50 DAS a dose de $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ em TM foi a que promoveu o máximo para esta data apresentando valor da TCRDC de $0,043 \text{ mm}\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$; desta dose em diante as plantas decresceram bastante até os 75 DAS, para então não mais mostrar diferenças expressivas entre as doses (Figura 32 B).

O desempenho do fatorial e testemunha, pode ser observado na Figura 32 C, em que se percebem curvas semelhantes as indicadas pelo CO e TM, isoladamente. Nota-se, ainda, pela mesma figura, que não ocorreu diferenças significativas em praticamente todo o período de avaliação.

Tanto os adubos orgânicos de forma isolada (CO e TM) quanto o contraste do fatorial vs testemunha indicam um grande acúmulo de massa verde na fase inicial de crescimento do algodoeiro, sendo diminuído drasticamente entre os 50 e 75 DAS, pois neste período, a planta começa a carrear nutrientes, de forma prioritária, para o desenvolvimento das flores e frutos.



C

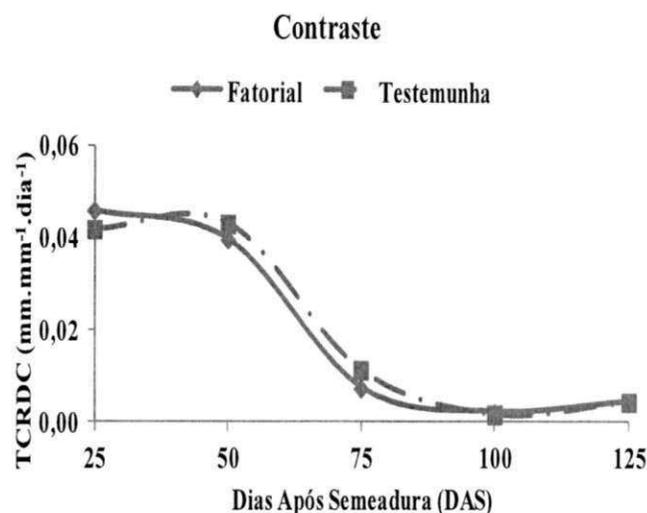


Figura 32. Taxa de crescimento relativo para o diâmetro caulinar (TCRDC) das plântulas de algodoeiro, em função do tempo para a aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e o contraste do fatorial vs testemunha (C)

A taxa de crescimento relativo para o índice de área foliar (TCRAF) está indicada na Figura 33, na qual se nota que as curvas apresentaram comportamento decrescente entre os 25 e 75 DAS, tanto para fatores CO (A) e TM (B) individualmente, como para o contraste entre o fatorial e a testemunha (C); a partir dos 75 DAS as plantas praticamente não tiveram ganho em área foliar tendo, inclusive, valores negativos já que neste estágio as plantas de algodão tendem a perder matéria seca.

Pode-se notar também que o maior valor de TCRAF foi observado na fase inicial de desenvolvimento das plantas (25 DAS) para as doses de 0 kg N.ha⁻¹ em CO e 320 kg N.ha⁻¹ em TM, com 0,221 e 0,229 cm².cm⁻².dia⁻¹, respectivamente (Figura 33 A e B).

Aos 25 DAS o fatorial (0,2107 cm².cm⁻².dia⁻¹) teve valor de TCRAF ligeiramente superior ao apresentado pela testemunha (0,2027 cm².cm⁻².dia⁻¹) sendo esta data a que apresenta as maiores médias para esses fatores estudados (Figura 33 C).

Tanto os adubos orgânicos de forma isolada (CO e TM) quanto o contraste do fatorial vs testemunha indicam grande acúmulo de massa verde na fase inicial de crescimento do algodoeiro, sendo diminuído drasticamente entre os 50 e 75 DAS, haja visto que nesse estágio a planta começa a carrear nutrientes para o desenvolvimento das flores e frutos.

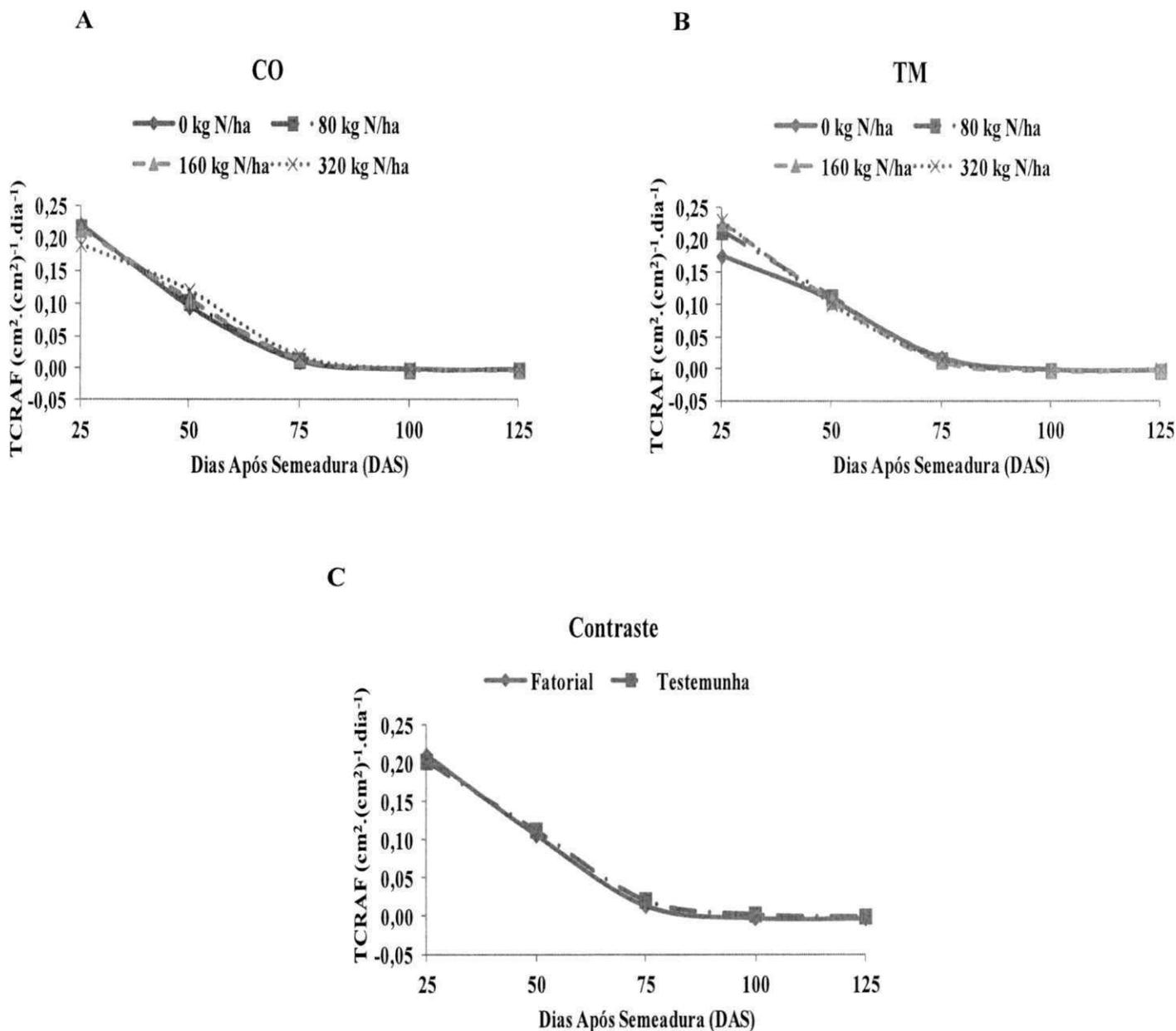


Figura 33. Taxa de crescimento relativo para a área foliar (TCRAF) das plântulas de algodoeiro em função do tempo para a aplicação do composto orgânico (A), torta de mamona (B) e o contraste do fatorial vs testemunha (C)

5.7 Fitomassa seca da folha, do caule, da parte aérea, teor da água na parte aérea e comprimento da raiz principal

Na Tabela 11 verifica-se efeito a nível de 1 % de probabilidade do composto orgânico (CO), torta de mamona (TM) e tratamentos isoladamente sobre a fitomassa seca das folhas (FSF).

Percebe-se, na Figura 34, que a FSF aumentou linearmente com o incremento das doses de CO na ordem de 0,0421g para cada kg de CO; a referida figura indica,

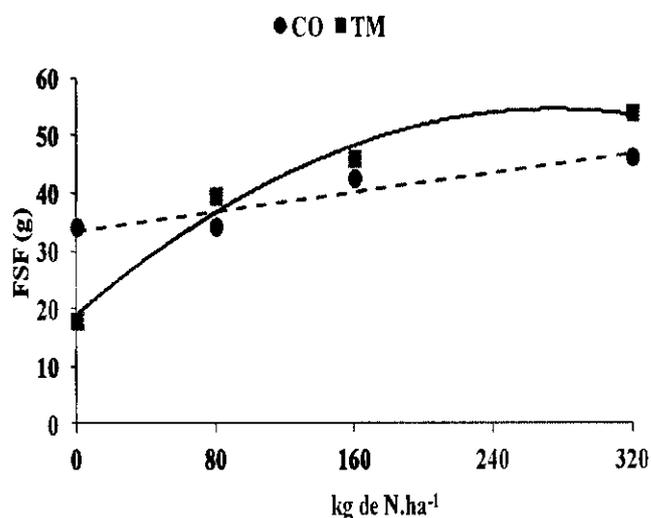
ainda, uma curva quadrática para as plantas que receberam TM na sua adubação sendo a dose estimada de 258,1 kg N.ha⁻¹ em TM a que promoveu o maior ganho em massa seca das folhas (52,3 g).

Tabela 11. Resumo das análises de variância da fitomassa seca das folhas (FSF), do caule (FSC), da parte aérea (FSPA), teor de água da parte aérea (TAPA) e comprimento da raiz principal (CRP) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande, 2012

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		FSF ⁽¹⁾	FSC ⁽¹⁾	FSPA ⁽¹⁾	TAPA	CRP ⁽¹⁾
Composto Orgânico (CO)	3	3,043**	1,09 ^{ns}	3,58*	166,79**	2,47*
Torta de Mamona (TM)	3	28,98**	47,87**	75,61**	136,67**	0,37 ^{ns}
(CO x TM)	9	0,95 ^{ns}	1,35*	1,88 ^{ns}	46,77*	2,13 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	1,27 ^{ns}	1,96 ^{ns}	3,10 ^{ns}	0,485 ^{ns}	2,01 ^{ns}
Tratamentos	16	6,62**	10,06**	16,10**	83,24**	1,86*
Resíduo	51	0,52	0,58	0,96	18,33	0,85
Total	67					
CV%		11,8	12,51	11,28	7,00	17,52

*, **, ^{ns}. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F

⁽¹⁾ Dados transformados em Raiz quadrada de X



$$Y (TM) = (-0,0005 x^2 + 0,2581 x + 18,996)** \quad R^2 = 0,9799$$

$$Y (CO) = (0,0421 x + 33,48)** \quad R^2 = 0,8821$$

Figura 34. Fitomassa seca das folhas (FSF) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente

A fitomassa seca do caule (FSC) foi afetada a nível de 1% de probabilidade, pelos fatores torta de mamona (TM) e, isoladamente, enquanto, o fatorial afetou esta mesma variável a nível de 5 % (Tabela 11).

Percebe-se, pela Figura 35 A, que a curva para torta de mamona (TM) isoladamente sobre a variável FSC se ajustou ao modelo quadrático, onde estimou-se um ganho máximo de 55,9 g para a dose estimada de 286 kg N.ha⁻¹ em TM.

Para o fatorial (CO x TM) as curvas se ajustaram quadraticamente, como mostra a Figura 35 B, sendo a mistura de 320 kg N.ha⁻¹ em TM com a dose estimada de 177 kg N.ha⁻¹ em CO a que favoreceu no máximo acúmulo de matéria seca no caule, com 70,12 g em matéria seca; as demais misturas não alcançaram em seus valores máximos de FSC, esta citada anteriormente (Figura 35 B).

Para a variável fitomassa seca da parte aérea (FSPA) nota-se, pela Tabela 11, efeito significativo apenas para os fatores e tratamentos isoladamente, indicando efeito quadrático para os dois fatores no estudo da regressão, como mostrado na Figura 36, percebendo-se que a dose estimada de 102 kg N.ha⁻¹ em TM proporcionou um ganho de 116 g em FSPA, número este aproximadamente 36 % maior que o valor máximo atingido pelo CO.

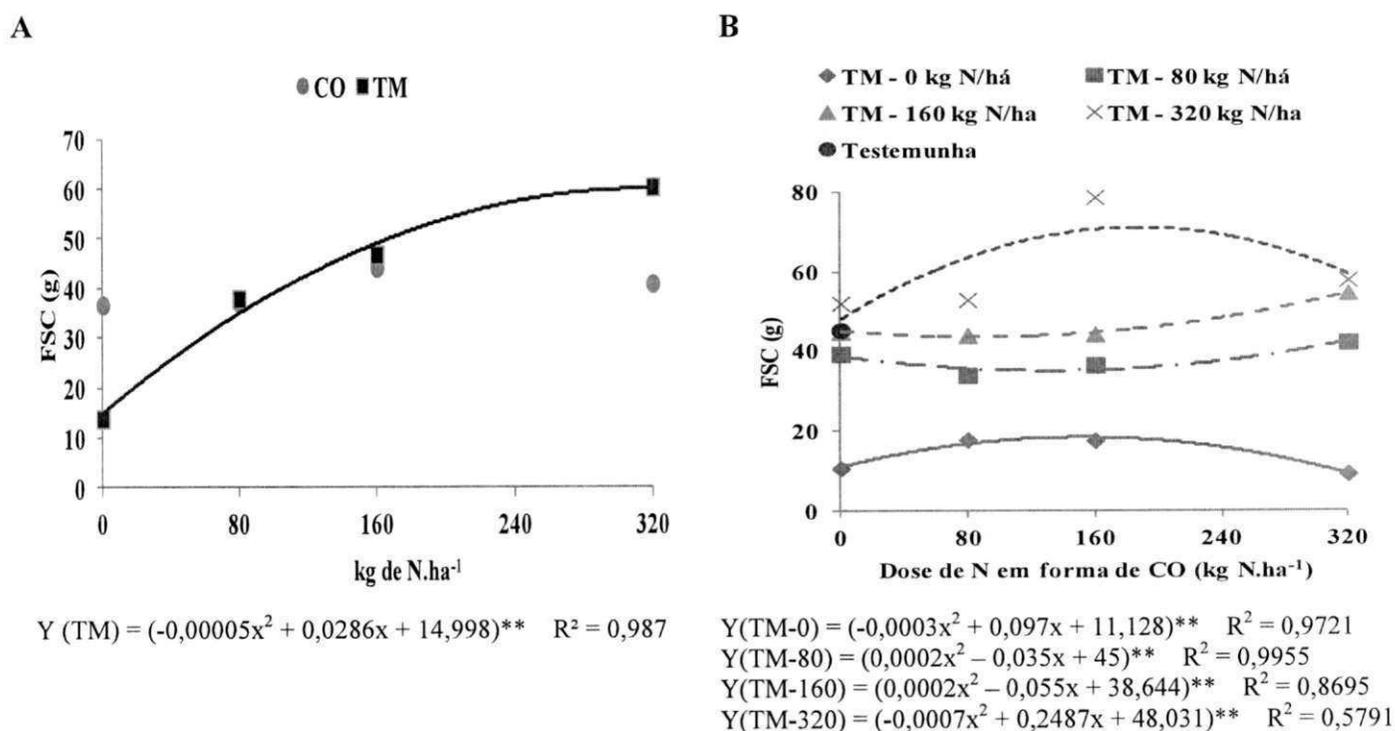
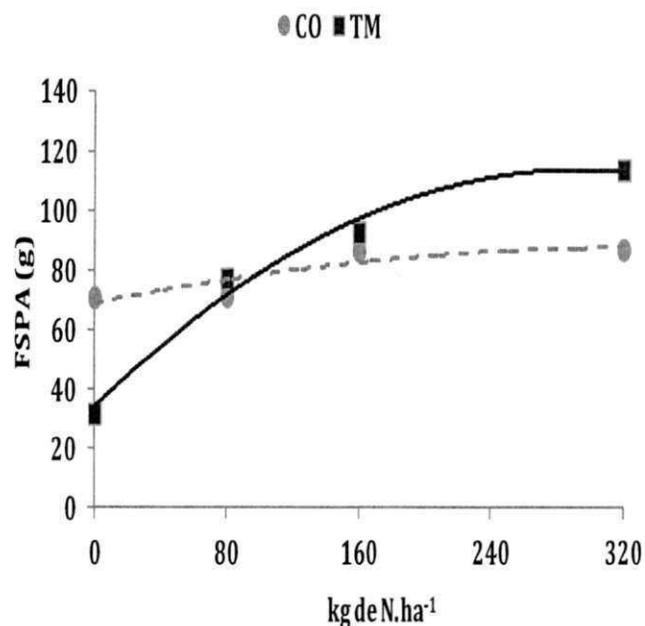


Figura 35. Fitomassa seca do caule (FSC) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente “A” e o fatorial “B”



$$Y (TM) = (-0,0009 x^2 + 0,544 x + 34,005)** \quad R^2 = 0,984$$

$$Y (CO) = (-0,0002 x^2 + 0,1142 x + 68,867)** \quad R^2 = 0,7978$$

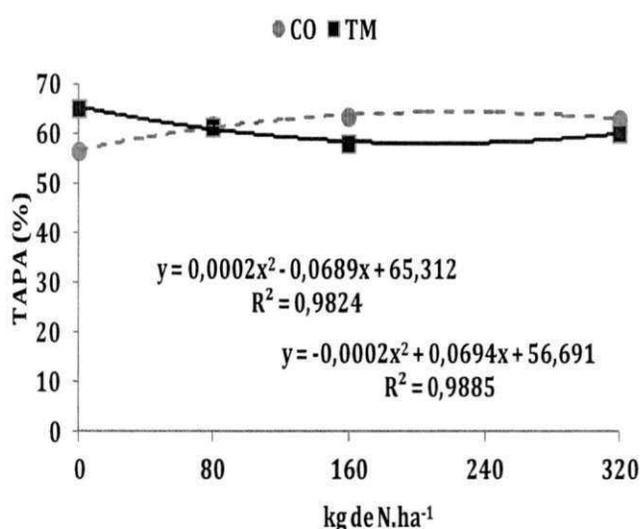
Figura 36. Fitomassa seca da parte aérea (FSPA) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente

Em relação ao teor de água na parte aérea, verifica-se efeito significativo dos fatores e tratamentos, ambos de forma isolada, com 1 % de probabilidade pelo teste F; para o fatorial, a significância foi de 5% (Tabela 11).

Feita a regressão dos fatores isoladamente indicados na Figura 37 A, nota-se que a equação se ajustou ao modelo matemático quadrático e a curva para o CO se mostra crescente com o aumento das doses, até o limite aproximado de 173,5 kg N.ha⁻¹ em CO, com 62 % de água acumulada nos tecidos aéreos; doses maiores que esta indicam decréscimo no TAPA; fato inverso ocorreu com as plantas adubadas com TM, em que o aumento das doses de TM diminuiu o TAPA até o limite aproximado de 172,25 kg N.ha⁻¹ em TM, enquanto doses maiores proporcionaram aumento na quantidade de água presente na parte aérea da planta.

A Figura 37 B indica aumento quadrático do TAPA para as misturas de 0, 80 e 160 kg N.ha⁻¹ em TM com as doses crescentes de CO, sendo a mistura de 320 kg N.ha⁻¹ em CO com 0 kg N.ha⁻¹ em TM, a que favoreceu o acúmulo de água na parte aérea de 69,5 %.

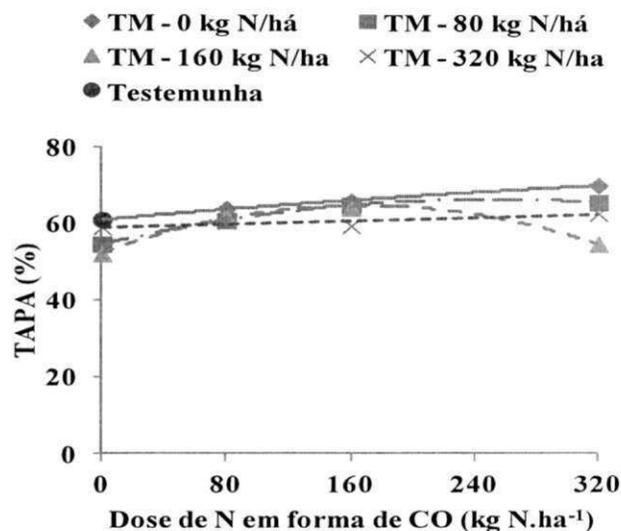
A



$$Y(\text{TM}) = (0,0002 x^2 - 0,0689 x + 65,312)** \quad R^2 = 0,9824$$

$$Y(\text{CO}) = (-0,0002 x^2 + 0,0694x + 56,691)** \quad R^2 = 0,9885$$

B



$$Y(\text{TM-0}) = (-0,00003x^2 + 0,0367x + 60,824)** \quad R^2 = 0,998$$

$$Y(\text{TM-80}) = (-0,0002x^2 + 0,0936x + 54,482)** \quad R^2 = 0,9999$$

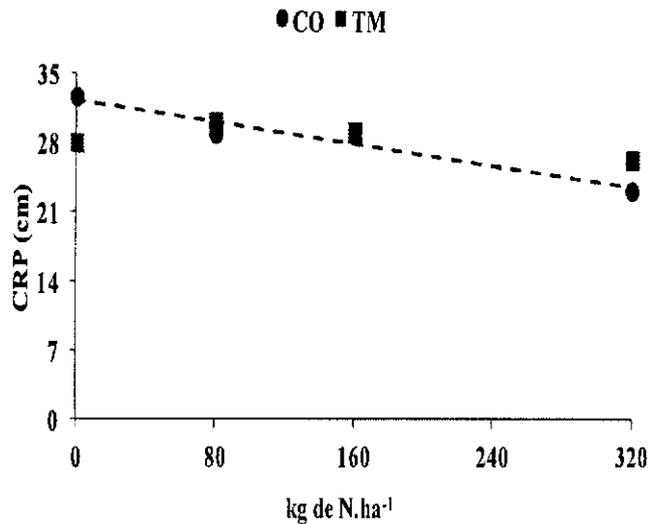
$$Y(\text{TM-160}) = (-0,0004x^2 - 0,1477x + 52,229)** \quad R^2 = 0,9904$$

$$Y(\text{TM-320}) = (0,0103x + 58,845)* \quad R^2 = 0,7444$$

Figura 37. Teor de água na parte aérea (TAPA) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente "A" e o fatorial "B"

Este acontecimento indica que a presença do CO favoreceu a retenção de água no solo, o que levou a um acúmulo de água na parte aérea da planta. Segundo Rodrigues (2009), esta retenção de água, pode ser vista de forma favorável graças à atuação dessa molécula na atividade fotossintética e ao carregamento de nutrientes até o interior das plantas permitindo, assim, maior crescimento das plantas muito embora quanto maior o TAPA, menor será o acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas (SILVANA OHSE et al., 2011).

O comprimento da raiz principal (CRP) sofreu influência significativa ao nível de 5 % de probabilidade do fator composto orgânico e tratamentos (Tabela 11); a curva referente a esta variável, se ajustou ao modelo linear, a qual percebe-se diminuição do comprimento da raiz principal a proporção de 0,0275 cm para cada kg de N em CO (Figura 38).



$$Y(\text{CO}) = (-0,0275x + 32,4)** \quad R^2 = 0,9449$$

Figura 38. Comprimento da raiz principal (CRP) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente

Percebe-se que em grande parte das variáveis estudadas até o presente momento o CO não apresentou efeito satisfatório no desenvolvimento do algodoeiro cv BRS 286, o que pode ter ocorrido por duas hipóteses: a primeira, se deve provavelmente, ao fato do produto não estar bem curtido já que foi recebido direto do fabricante e a segunda é que o CO não estava completamente mineralizado ou humificado e, assim, não disponibilizou os nutrientes para a cultura.

5.8 Peso do algodão em caroço, da pluma, percentagem de fibra (%F), peso médio de um capulho e comprimento da fibra

A análise de variância mostrada na Tabela 12, não indica efeito significativo das variáveis peso médio de um capulho (PICAP) nem o comprimento médio da fibra (UIIM) do algodoeiro cv BRS 286. Os efeitos foram significativos a nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para o fator torta de mamona e tratamentos para as variáveis peso do algodão em caroço (PAC), peso da pluma (PPLUMA) e percentagem de fibra (%Fibra).

Constata-se, pela Figura 39, que a regressão do fator torta de mamona (TM) sobre a variável peso do algodão em caroço, teve comportamento quadrático com o aumento das doses de TM; esta figura indica, ainda, que a dose estimada de 299 kg de N.ha⁻¹ em TM proporcionou o maior peso do algodão em caroço de 115 g.planta⁻¹.

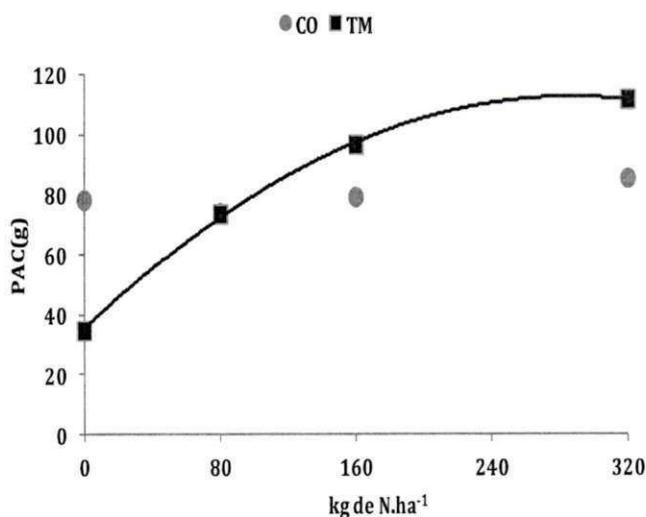
Camacho et al. (2009) e Lima et al. (2006) afirmam, em seus trabalhos, que o aumento das dosagens de N favorece o aumento da produtividade do algodão em caroço; alguns autores, como Carvalho et al. (2006) e Clawson et al. (2006), encontraram valores máximos de produção de algodão em caroço, para doses menores que as apresentadas nesta pesquisa, em razão provavelmente, de a fonte de nutrientes ser de origem química. Brito (2005) verificou, em sua pesquisa, que maiores doses de N aumentaram a produção do algodão em caroço.

Tabela 12. Resumo das análises de variância do peso do algodão em caroço (PAC), peso da pluma (PPLUMA), percentagem de fibra (%F), peso médio de um capulho (P1CAP) e comprimento da fibra (UHM) das plântulas do algodoeiro BRS 286 adubado com doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM) Campina Grande, PB, 2012

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		PAC ⁽¹⁾	PPLUMA ⁽¹⁾	%Fibra	P1CAP	UHM
Composto Orgânico (CO)	3	0,687 ^{ns}	0,403 ^{ns}	5,737 ^{ns}	0,076 ^{ns}	1,317 ^{ns}
Torta de Mamona (TM))	3	66,266**	36,125**	263,19**	0,741 ^{ns}	4,708 ^{ns}
(CO x TM)	9	1,670 ^{ns}	1,039 ^{ns}	12,603 ^{ns}	0,482 ^{ns}	3,429 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	1,998**	8,5313**	33,650*	0,191 ^{ns}	3,353 ^{ns}
Tratamentos	16	14,493**	7,966**	59,618**	0,436 ^{ns}	3,268 ^{ns}
Resíduo	51	1,187	0,64	7,492	0,321	1,884
Total	67					
CV%		12,42	14,27	6,83	11,22	4,7

*, **, ^{ns}. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F

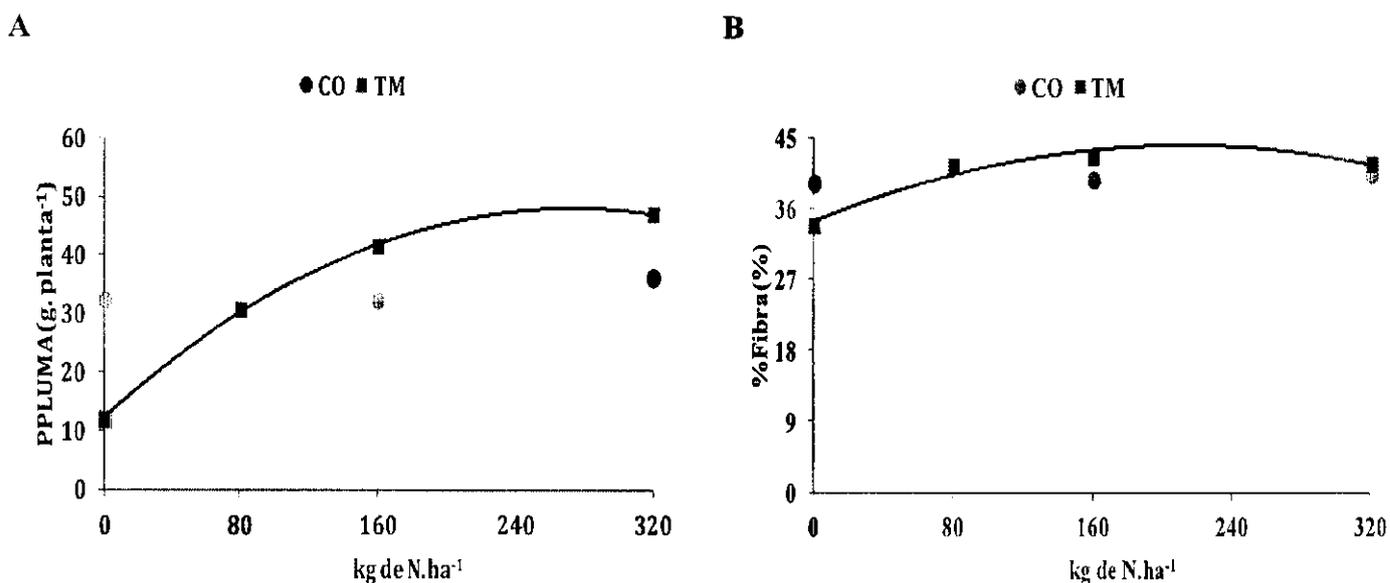
⁽¹⁾ Dados transformados em Raiz quadrada de X



$$Y (TM) = (-0,0009 x^2 + 0,5396 x + 35,218)** \quad R^2 = 0,9993$$

Figura 39. Peso do algodão em caroço (PAC) das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente

A variável peso de pluma por planta (PPLUMA) apresentou melhor ajuste ao modelo quadrático com boa correlação dos dados indicados pelo R², acima de 90%; a derivada desta equação indicou que a dose de 262 kg de N.ha⁻¹ em TM, aproximadamente, é a mais indicada para a produção máxima de pluma, 46 g.planta⁻¹ (Figura 40 A). Santos et al. (2012) encontraram a dose de 170 kg de N.ha⁻¹ em composto orgânico de resíduo sólido, sendo esta, a de máxima produção; tal diferença pode ter ocorrido em virtude das propriedades do material utilizado como composto orgânico.



$$Y (TM) = (-0,0005 x^2 + 0,2623 x + 12,213)** \quad R^2 = 0,9992 \quad Y (TM) = (-0,0002 x^2 + 0,0917 x + 34,321)** \quad R^2 = 0,9512$$

Figura 40. Peso da pluma por planta (PPLUMA) “A” e percentagem de fibra (%Fibra) “B” das plântulas de algodoeiro em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente

O ajuste quadrático também foi percebido para a variável percentagem de fibra (%Fibra) sendo, desta forma, estimada a dose de 229 kg de N.ha⁻¹ em TM para uma %Fibra de 44% (Figura 40 B). Não houve efeito significativo devido as doses crescentes de CO: este resultado corrobora com Vieira et al. 2003, estudando a influência do N sobre as características da fibra.

5.9 Uniformidade, resistência, alongamento a ruptura e índice de fiabilidade

A Tabela 13 indica que não houve significância dos fatores estudados sobre uniformidade (UNF), índice de fiabilidade (CSP) e alongamento a ruptura (ELG) da fibra do algodão, muito embora essas características tenham apresentado valores de médias para UNF entre 84 e 85 %, CSP entre 2792 e 2894 e ELG entre 6,5 e 7,2 %

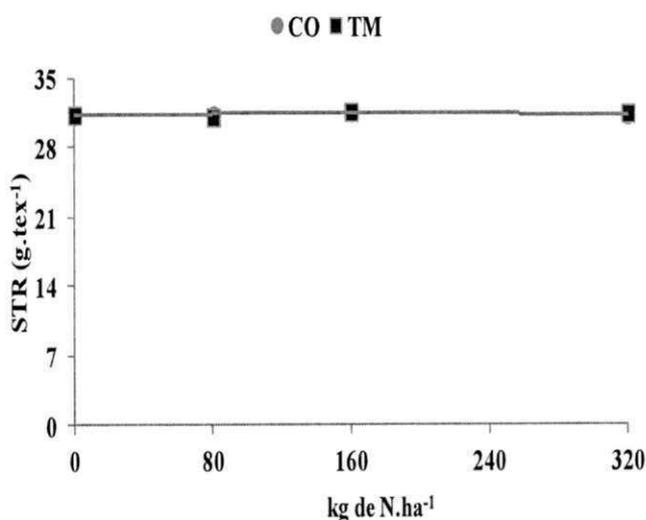
sendo o algodão colhido neste experimento considerado uniforme com CSP muito alto e ELG alto, pela classificação de proposta por Santana & Wanderley (1995).

Tabela 13. Resumo das análises de variância da uniformidade (UNF), resistência (STR), alongamento a ruptura (ELG) e índice de fiabilidade (CSP) da fibra do algodão em função de doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM) Campina Grande, PB, 2012

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		UNF	STR	ELG	CSP
Composto Orgânico (CO)	3	2,200 ^{ns}	0,304*	0,603 ^{ns}	4628 ^{ns}
Torta de Mamona (TM))	3	1,461 ^{ns}	0,902 ^{ns}	1,001 ^{ns}	23595 ^{ns}
(CO x TM)	9	1,357 ^{ns}	7,532 ^{ns}	0,437 ^{ns}	145696 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	1,538 ^{ns}	0,129 ^{ns}	0,00008 ^{ns}	38538 ^{ns}
Tratamentos	16	1,546 ^{ns}	4,471 ^{ns}	0,546 ^{ns}	97511 ^{ns}
Resíduo	51	1,392	4,693	0,397	72383
Total	67				
CV%		1,39	6,92	9,13	9,37

*, **, ^{ns}. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F

A resistência (STR) mostrou médias próximas a 31 gf.tex⁻¹, o que indica um grau de resistência muito forte, segundo Santana & Wanderley (1995). Percebe-se, na Tabela 13, efeito significativo a nível de 5 % de probabilidade para o fator composto orgânico (CO) isoladamente; a Figura 41 mostra comportamento quadrático para a curva gerada pela equação da regressão do fator sendo a dose de 175 kg de N.ha⁻¹ em CO, a que proporcionou resistência de 31,4 gf.tex⁻¹, ou seja, a maior, para este fator, isoladamente.



$$Y (CO) = (-0,000008 x^2 + 0,0028 x + 31,217)* \quad R^2 = 0,6347$$

Figura 41. Resistência (STR) da fibra de algodão em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente

As médias dos índices de fibras curtas (SFI), de micronaire (MIC), maturidade (MAT), refletância (Rd) e grau de amarelecimento (+b), indicaram um algodão de alta qualidade apesar da não significância dos fatores sobre algumas variáveis estudadas.

5.10 Índice de fibras curtas, índice de micronaire, maturidade, refletância e grau de amarelecimento

Observa-se, na Tabela 14, que a torta de mamona (TM) isoladamente, influenciou significativamente a nível de 1% de probabilidade o grau de amarelecimento (+b) e de 5 % de probabilidade pelo teste F, as variáveis índice de micronaire (MIC), maturidade (MAT) e reflectância (Rd).

Tabela 14. Resumo das análises de variância do índice de fibras curtas (SFI), índice de micronaire (MIC), maturidade (MAT), refletância (Rd) e grau de amarelecimento (+b) da fibra do algodão em função das doses crescentes de composto orgânico (CO) e torta de mamona (TM), Campina Grande, PB, 2012

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios				
		SFI	MIC	MAT	Rd	+b
Composto Orgânico (CO)	3	0,218 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	6,71 ^{ns}	1,09**
Torta de Mamona (TM))	3	0,518 ^{ns}	3,157*	0,00041*	9,08*	0,90**
(CO x TM)	9	0,281 ^{ns}	0,145 ^{ns}	0,00008 ^{ns}	2,42 ^{ns}	0,14 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	1	0,652 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,00000 ^{ns}	1,97 ^{ns}	0,44 ^{ns}
Tratamentos	16	0,337 ^{ns}	0,196 ^{ns}	0,00013 ^{ns}	4,45 ^{ns}	0,48**
Resíduo	51	0,329	0,189	0,00012	3,14	0,18
Total	67					
CV%		8,78	9,73	1,29	2,30	6,65

*, **, ^{ns}. Significativo para 5%, 1% e não significativo, respectivamente pelo Teste F

Percebe-se, pela Figura 42 A, efeito linear crescente do índice de micronaire (MIC) sendo este aumentado em 0,0014 mg.pol⁻¹ por cada kg N em TM; o mesmo efeito foi percebido para a variável grau de maturidade (MAT) e de amarelecimento (+b) com aumento na ordem de 0,00003 e 0,0017, respectivamente, para cada kg de N em TM (Figura 42 B e D).

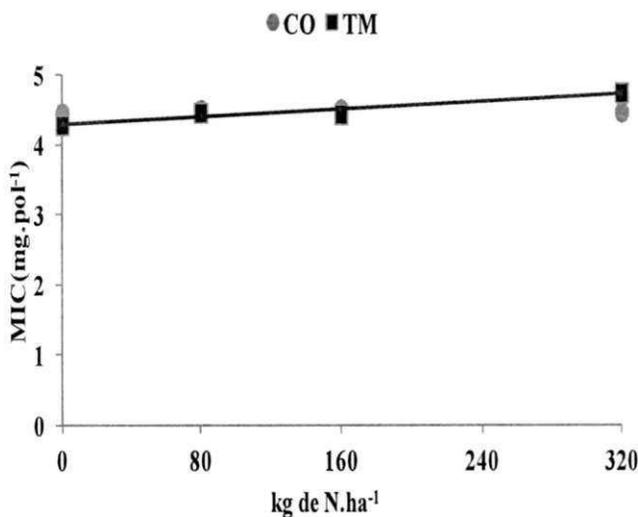
Verifica-se que o efeito linear para o índice de reflectância (Rd), foi inverso aos mostrados anteriormente, observando-se decréscimo de 0,0052 % para um aumento de kg de N em TM (Figura 42 C)

O modelo que mais se ajustou ao fator composto orgânico (CO) sobre a variável índice de amarelecimento, foi o quadrático, com dose ótima estimada de 258 kg de N.ha⁻¹ em CO, produzindo um índice +b de 6,62.

De maneira geral, e segundo os limites apresentados por Santana e Santana & Wanderley (1995), a fibra obtida foi de excelente qualidade estando dentro, portanto, da faixa de qualidade exigida na atualidade pelas indústrias têxteis nacionais e internacionais. O elevado índice de reflectância (Rd), entre 76 e 77 %, atesta que a qualidade de brancura da fibra foi muito alta sendo um fator extremamente importante na definição do preço do algodão em pluma e em caroço e assim de sua qualidade intrínseca.

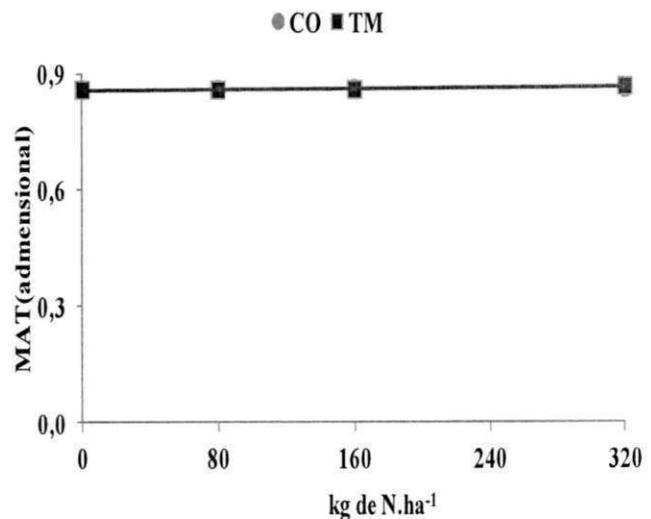
O índice micronaire apresenta valores dentro do intervalo considerado ideal para a indústria têxtil, os quais variam de 3,6 a 4,2 (Farias et al. 1999). Para resistência de ruptura da fibra os valores obtidos foram maiores que os valores considerados mínimos para a indústria têxtil (26,0 g.tex⁻¹); já para a alongação de ruptura, o algodão colhido neste experimento foi considerado dentro do limite estabelecido, que tem como ótimo para indústria, valores maiores ou iguais a 7,0%.

A

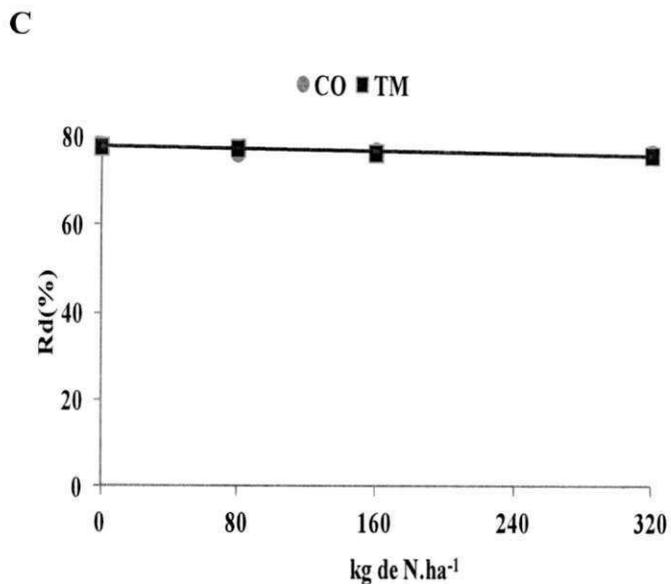


$$Y (TM) = (0,0014 x + 4,28)^* \quad R^2 = 0,9217$$

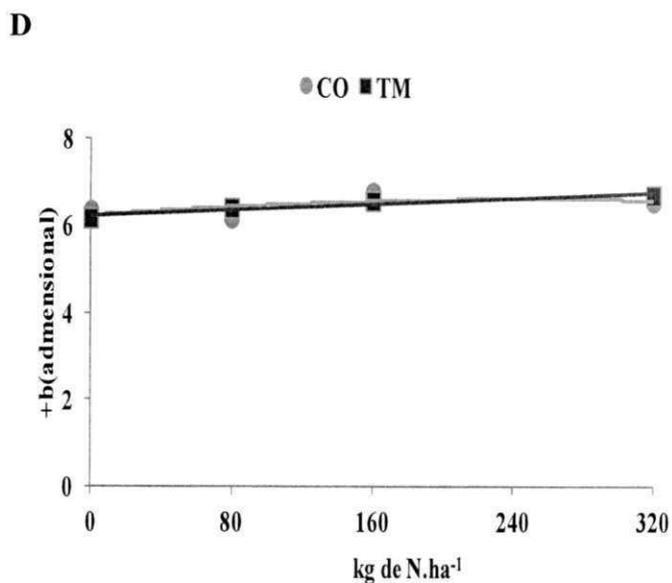
B



$$Y (TM) = (0,00003 x + 0,8572)** \quad R^2 = 0,836$$



$$Y (TM) = (0,005 x + 77,782)^* \quad R^2 = 0,8866$$



$$Y (TM) = (0,0017x + 6,216)^{**} \quad R^2 = 0,9223$$

$$Y (CO) = (-0,000006 x^2 + 0,0031 x + 6,2218)^* \quad R^2 = 0,421$$

Figura 42. Índice de micronaire (MIC) “A” e maturidade (MAT) “B”, Reflectância (Rd) “C” grau de amarelecimento (+b) “D” da fibra do algodão em função da aplicação do composto orgânico (CO) e da torta de mamona (TM) isoladamente

6.0 CONCLUSÕES

1 – A adubação orgânica favoreceu o crescimento das plantas de algodão já que, em praticamente todos os resultados, não houve efeito significativo ao final do experimento, entre o fatorial e a testemunha;

2 – Doses do composto orgânico menores misturadas com as doses de 320 kg de N.ha⁻¹ em TM, favoreceram o crescimento inicial das plantas;

3 – Ao final do experimento a mistura de 320 kg de N.ha⁻¹ em TM com aproximadamente 220 kg de N.ha⁻¹ em CO, favoreceu as variáveis de crescimento da planta;

4 – As plantas de algodão adubadas com torta de mamona foram superiores às adubadas com composto orgânico, em praticamente todas as variáveis analisadas;

5 – As plantas de algodão adubadas com torta de mamona quanto às adubadas com composto orgânico, apresentaram algodão de ótima qualidade, sem influenciar na qualidade da pluma;

6 – A torta de mamona mostrou-se eficaz ao promover acréscimos consideráveis em todas as variáveis do algodão *cv* BRS 286;

7 – A torta de mamona é um excelente fertilizante orgânico podendo substituir o nitrogênio presente nos adubos químicos, sem nenhum prejuízo no crescimento do algodoeiro *cv*. BRS 286;

8 – Devido aos excelentes resultados expressados pela adubação com torta de mamona na cultura do algodoeiro herbáceo, sugere-se trabalhos futuros para comprovar a eficácia deste adubo.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J. C. ; GODOI, A.R. ; CARMO, C.A. ; EDUARDO, J. L. P. . Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 37, p. 260-268, 2008.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. 368p.

ALEXANDRIA JUNIOR, F. F. ; PEREIRA, J. R. ; ARAUJO, W. P. ; ARAUJO, V. L. ; LIMA, F. V. . Nutrição mineral do algodoeiro herbáceo colorido brs rubi adubado com esterco bovino como fonte de micronutrientes e sódio. In: 8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo 2011, São Paulo, 2011.

ALVES, W. W. A. ; AZEVEDO, C. A. V.de ; DANTAS NETO, J. ; SOUSA, J. T. ; LIMA, V. L. A. de . Águas residuárias e nitrogênio: efeito na cultura do algodão marrom. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, p. 16-23, 2009.

AMORIM, A.C., LUCAS JÚNIOR, J., RESENDE, K. T. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das estações do ano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v.25, n.1, p. 57-66, jan./abr. 2005.

ARAUJO, M. de & CASTRO, E.M. de M. **Manual de engenharia têxtil** Lisboa: Fundação Calonste gulbenkian, 1984.

ARAUJO, W. P. ; PEREIRA J. R. ; CORDAO SOBRINHO, F. P. ; BEZERRA, J. R. C. ; GUERRA, H. O. C. ; SOARES, F. A. L. . Produtividade de cultivares de algodoeiro herbáceo em função de lâminas de irrigação. In: 8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo São Paulo, 2011.

BALDI, N. Custo alto da lavoura limita a expansão da área e de tecnologia. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, p. 6, 9 jun. 2008.

BAYER - Do campo até o consumidor. **Revista Bayer Report**, Jan/08: 34-9, 2008.

BAUER, P. J.; ROOF, M. E. Nitrogen, Aldicarb, and cover crop effects on cotton yield and fiber properties. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, p. 369-376, 2004.

BELTRÃO, N. E. M. ; VALE, L. S. ; MARQUES, L.F. ; CARDOSO, G. D. ; SILVA, F. V. F. ; ARAUJO, W. P. . O Cultivo do Algodão orgânico no Semi-Árido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 05, p. 08-13, 2010.

BELTRÃO, N.E.M.; CARTAXO, W.V.; PEREIRA, S.R.; SILVA, O.R.R.F. **O cultivo sustentável da mamoneira no semi-árido**. Campina Grande: Embrapa, 2006. 62 p.

BELTRÃO, N. E. de M.; FIDELES FILHO, J.; FIGUEIREDO, I. C. de M. Uso adequado de casa de vegetação e de telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB., v. 6, n. 3, p. 547-552, 2002.

BELTRÃO, N. E. de M.; ALMEIDA, O. A.; PEREIRA, J. R. ; FIDELES FILHO, J. Metodologia para estimativa do crescimento do fruto e do volume absoluto e relativo da planta do algodoeiro. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Embrapa Algodão, v. 5, n. 1, p. 283-289, 2001.

BELTRÃO, N. E. de M. Algodoeiro Brasileiro em Relação ao Mundo. In:BELTRÃO, N. E. de M. Org. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Vol. 1 Brasília, EMBRAPA-CNPA/ EMBRAPA-SPI, 1999, p.15-34.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTURO (São Paulo, SP). Padrões universais do algodão. São Paulo, s.d. 11 p.

BUAINAIN, A. M. ; BATALHA, M. O. ; VIEIRA JÚNIOR, P. A. ; LEITE, S. C. F. Cadeia Produtiva do Algodão - **Série Agronegócios. 1. ed.** Brasília/DF: IICA, 2007. v. 4. 108 p.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos.** Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1989. Rio de Janeiro.

BRANDÃO, Ziany Neiva ; Sofiatti, V. ; Ferreira, G. B. ; Medeiros, J. C. da ; SILVA, Bernardo B ; BELTRÃO, Napoleão E. Crescimento e produtividade do algodoeiro irrigado em resposta a adubação nitrogenada e fosfatada na chapada do apodi. In: VII Congresso Brasileiro do Algodão, 2009, Foz do Iguaçu. anais do VII Congresso Brasileiro do Algodão. Campina Grande: Embrapa, 2009. v. 1. p. 2032-2039.

BRITO, D. R. Crescimento e desenvolvimento do algodoeiro herbáceo, cultivar BRS 201, em função de nitrogênio, densidade de plantas e cloreto de mepiquat. Areia: UFPB, 2005. 116p. Tese Doutorado.

BULLUCK, L.R.; BROSIUS, M.G.; EVANYLO, K.; RISTAINO, J.B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.19, n.2, p.147-160, 2002.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B. Calagem e adubação do algodoeiro no cerrado. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA. **Circular Técnica** n.92, 2006. 16p.

CLAWSON, E. L.; COTHREN, J. T.; BLOUIN, D. C. Nitrogen fertilization and yield of cotton in ultra-narrow and conventional row spacings. **Agronomy Journal**, v. 98, p. 72–79, 2006.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil.** São Paulo: Moderna, 1982. 368 p.

COSTA, F.X.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M. et al. Avaliação de teores químicos na torta de mamona. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, 2004.

COSTA, F. X. ; BELTRÃO, N. E. M. ; LIMA, V. L. A. ; SEVERINO, Liv Soares . Cultivo da mamoneira em solo artificialmente compactado adubado com torta de mamona. In: **Segundo Congresso Brasileiro de Mamona**, 2006, Aracajú. II Congresso Brasileiro de Mamona, 2006.

COSTA, F. X. ; Júnior, E. S. N.; BELTRÃO, N. E. de M. ; LIMA, V. L. A. . Análise foliar da mamoneira com ênfase nos macronutrientes utilizando lixo orgânico e torta de mamona. **Revista Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**, v. 6, p. 205-219, 2009.

COSTA, F. X. ; BELTRÃO, N. E. de M.; Melo Filho, J. S. de ; DANTAS, G. F. ; SILVA, D. P. ; SILVA, F. E. de A. Avaliação da fisiologia e bioquímica da mamoneira em função da aplicação de composto orgânico de lixo e torta de mamona. **Revista Engenharia Ambiental (Online)**, v. 8, p. 101-109, 2011.

CRIAR E PLANTAR, **Manejo da mamona** disponível em <http://www.criareplantar.com.br/agricultura/textos.php?id=44> acesso em 26 de Maio de 2012

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BÔAS R. L., LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. Alterações em propriedades de solo adubado com doses de composto orgânico sob cultivo de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, vol.28, n.3, p. 546-549, dec. 2006.

EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB) Padrões Universais para Classificação do Algodão, por Joaquim Nunes da Costa e outros. Campina Grande, 2006 22p.

EMBRAPA. BRS 286: cultivar de alta produtividade de pluma, de porte baixo, para cultivo no Estado da Bahia. Campina Grande, 2008. 1 Folder

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

EM CAMPO. Fundação BA. Algodão: variedade da Fundação Bahia é sucesso comprovado e já ultrapassa os limites do cerrado baiano, Luís Eduardo Magalhães, Ano 01, n. 02, 2010. 8p.

FARIAS, J.C.F.; BELTRÃO, N.E. de M.; FREIRE, E.C. Características de importância econômica no melhoramento do algodoeiro. In: BELTRÃO, N.E. de M. (org.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: EMBRAPA -Comunicação para transferência de tecnologia, 1999, v.1, p. 361-370.

FERREIRA, D. SISVAR software: versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Software.

FONSECA, R. G. da & SANTANA, J. C. F. de. **Resultados de ensaio HVI e suas Interpretações** (ASTMD-4605). Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 13p. Circular Técnica, 66

GRIMES, D. W.; CARTER, L. M. A linear rule for direct nondestructive leaf area measurements. **Agronomy Journal**, v. 3, n. 61, p. 477-479, 1969.

HAMBY, D.S. ed. **The American cotton handbook**. 3. ed RALEIGH, North Carolina: N.C. State University at Raleigh, 1966.

HUTMACHER, R. B.; TRAVIS, R. L.; RAINS, D. W.; VARGAS, R. N.; ROBERTS, B. A.; WEIR, B. L.; WRIGHT, S. D.; MUNK, D. S.; MARSH, B. H.; KEELEY, M. P.; FRITSCHI, F. B.; MUNIER, D. J.; NICHOLS, R. L.; DELGADO, R. Response of recent Acala cotton cultivars to variable nitrogen rates in the San Joaquin valley of California. **Agronomy Journal**, v.96, p.48-62, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, Rio de Janeiro v.25 n.03 p.1-88 mar.2012

KECHAGIA, U. E.; XANTHOPOULOS, F. P.; TSALIKI, E. Appropriate end use categories for cotton blends. Anais do Congresso de Têxteis Técnicos (Associação Brasileira de Técnicos Têxteis – ABBT), João Pessoa – PB, 2004.

KHATOUNIAN, C. A. A reconstrução ecológica da agricultura. Botucatu: **Agroecologica**, 2001. 348 p

KIEHL, E. J. **50 Perguntas e respostas sobre composto orgânico**. 1.ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, 1979. 17 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 3. ed. Piracicaba, 2002, 171 p.

KOURI, J. ; SANTOS, R. F. dos . A recuperação da produção do algodão no Brasil.. In: **VI Congresso Brasileiro de Algodão**, 2007, Uberlândia, 2007.

LIMA, D. A. L. L.; FREITAS, I. S. A viabilidade da produção de algodão em propriedade familiar: o caso do Sudoeste de Goiás. In: V Congresso Brasileiro do Algodão, 2005, Salvador - BA. **V Congresso Brasileiro do Algodão**, 2005. p. 01-01.

LIMA, M. M.; AZEVEDO, C. A. V.; BELTRÃO, N. E. de M.; LIMA, V. L. A.; NASCIMENTO, M. B. H.; FIGUEREDO, 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 jul./set. 2006.

LIMA, R.L.S. ; SEVERINO, L. S. ; ALBUQUERQUE, R. C. ; BELTRÃO, N. E.de M. ; SAMPAIO, L. R. Casca e Torta de Mamona Avaliados em Vasos como Fertilizantes Orgânicos. **Revista Caatinga** (Mossoró), v. 21, p. 16-21, 2008.

MARCHI, G. ; MARCHI, E. C. S.; SILVA, C. A.; SOUZA FILHO, J. L.; ALVARENGA, M. A. R. . Influência da adubação orgânica e material húmico sobre os teores de carbono do solo. In: **Simpósio Nacional sobre o Cerrado e Simpósio Internacional sobre Savanas Tropicais**. p.8. 2008.

MARUR, C. J. ; RUANO, O. . Escala do algodão. **Cultivar**, Pelotas, v. 38, p. 16 - 17, 20 fev. 2003.

MEDEIROS, J. da C. **Efeito da adubação do algodoeiro arbóreo precoce**. In: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Campina Grande - CNPA, 1991, p.388-389. Relatório Técnico Anual 1987-1989.

MELLO, S.C.; VITTI, G.C. Influência de materiais orgânicos no desenvolvimento do tomateiro e nas propriedades químicas do solo em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 20:452-458, 2002.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A.O. (ed.), **Fundamentos da matéria orgânica do solo - Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 1-8.

MILLEN, L. A Força do Algodão. **Revista Atualidades Agrícolas**, São Paulo, s.v, p.9 12, 2004.

MOTOMIYA, A. V. A. ; MOLIN, José P. ; CHIAVEGATO, E. J. Utilização de sensor óptico ativo para detectar deficiência foliar de nitrogênio em algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 137-145, 2009.

NASCIMENTO, J. J. V. ; TAVARES, M. J. V. ; SEVERINO, L. S. ; SOFIATTI, V. . Efeito da torta de mamona sobre o crescimento da mamoneira BRS 149 Nordestina. In: **III Congresso Brasileiro de Mamona**. Salvador, 2008.

NOGUEIRA JÚNIOR, S.; BARBOSA, M. Z. O papel da pesquisa e a importância do Cerrado para a reorganização da cotonicultura brasileira. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 87-98, 2005.

NOVO, M. G. & GUNTHER M. Y. Agricultura urbana orgânica: um esforço real em Havana , **Revista Agricultura Urbana** , nº.6, p.4, 2003.

OHSE, S. ; CARVALHO, S. M. ; REZENDE, B. A. L. ; OLIVEIRA, J. L. B. ; MANFRON, P. A. ; DOURADO NETO, D. . Produção e composição química de hortaliças folhosas em hidroponia. **Bioscience Journal (Online)**, v. 28, p. 155-163, 2012.

PEDROZA, J. P. ; BELTRÃO, N. E. de M. ; HAANDEL, A. C. V. ; GOUVEIA, J. P. G. de ; LEITE, J. C. de A. Doses crescentes de biossólidos e seus efeitos na produção e componentes do algodoeiro herbáceo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 2-9, 2005

PEIXOTO, R. T. G. **Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo**. Londrina: IAPAR. 1988. 48 p. (Circular. 57).

PEIXOTO, R.T.G. Composto orgânico: aplicações, benefícios e restrições de uso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.18 suplemento, p.56-64, jul./2000.

PEREIRA, J. R. ; ALEXANDRIA JUNIOR, F. F. ; ARAUJO, W. P. ; ARAUJO, V. L. ; LIMA, F. V. . Nutrição mineral do algodoeiro herbáceo colorido brs rubi adubado com esterco bovino como fonte de macronutrientes. In: 8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo 2011, São Paulo, 2011.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1543-1551, 2006.

RIBEIRO, G.M.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M. et al. Efeito da fonte protéica e do processamento físico do concentrado sobre a terminação de bovinos jovens confinados e o impacto ambiental dos dejetos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2082-2091, 2007.

RIGON, J. P.G ; CAPUANI, S. ; Brito Neto ; BELTRÃO, N. E. de M. ; SILVA, F. V. de F. . Utilização da torta de mamona e de fontes de nitrogênio durante o crescimento inicial do algodão colorido. In: 8º Congresso Brasileiro de Algodão, 2011, São Paulo -

SP. 8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo 2011, São Paulo, SP 2011, 2011. v. VIII. p. 1242-1252.

RODRIGUES, C. M., Solução homeopática e resposta alelopática de *Conyza banariensis* L. Dissertação de mestrado, Viçosa, MG, 2009.

ROSA, H.A ; SANTOS, R. F. ; Vieira, M.D. ; Werner, O.V. ; Delai, J.M. ; Oliveira, M.R. . Nitrogênio na cultura do algodão. Revista Brasileira de Energia Renováveis, v. 1, p. 70-77, 2011

ROSOLEM, C. A. Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro. n. 95. Piracicaba: **Potafos**, 2001. 21p. (Informações Agronômicas, 95).

SANTOS, J. W. ; ALMEIDA, F. de A. C. ; BELTRÃO, N. E. de M. ; CAVALCANTE, F. B. . Estatística Experimental Aplicada. 2. ed. , 2008. v. 1. 461p .

SANTANA, J.C.F.; WANDERLEY, M.J.R. **Interpretação de resultados de fibras, efetuada pelo instrumento de alto volume (HVI) e pelo finurímetromaturímetro (FMT2)**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1995. 9p. (Comunicado Técnico, 41).

SANTANA, J.C.F. de; COSTA, J.N. da. Utilização dos equipamentos “AFIS” e “HVI” na avaliação das características tecnológicas da fibra de linhagens e cultivares de algodão herbáceo. In: **Congresso Brasileiro De Algodão**, 2, 1999, Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1999, p. 687.

SEAGRI – Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. **Cultura – Algodão**. 2012. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/Algodao.htm#Algodão na Bahia>. Acesso em 10/07/2012

SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E.M.; LUCENA, A.M.A.; GUIMARÃES, M.M.B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e casca de mamona estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.5, n.1, 2004.

SEVERINO, L. S.; .MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; SANTOS, J. W. **Fatores de conversão do peso de cachos e frutos para peso de sementes de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 15p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 56)

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

SHIRLEY INSTITUTE. **MANUAL OF COTTON SPINNING**,1961

SILVA, F. de A. S. & : AZEVEDO, C. A. V. . PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS IN THE SOFTWARE ASSISTAT-STATISTICAL ASSISTANCE. In: 7th **World Congress on Computers in Agriculture**, St. Joseph : ASABE, 2009.

SILVA, M. N. B. ; BELTRÃO, N. E. de M. : CARDOSO, G. D. . Adubação do algodão colorido BRS 200 em sistema orgânico no Seridó Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 9, n. 2. p. 222-228. 2005.

SILVA, M. A. C. ; SHINOHARA, L. D. ; ARAUJO, E. O. ; RIBEIRO, J.S.F ; RIBEIRO, J. F. ; FORTES, D. G. . Doses e fontes de nitrogênio em cobertura na cultura do algodoeiro em Maracaju (MS). In: VII Congresso Brasileiro de Algodão, 2009. Foz do Iguaçu. Anais..., 2009. p. 2066-2074.

SOUSA JUNIOR, S. P. ; Beltrão, N. E. de M. ; SILVA, M. N. B. da ; PEREIRA, J. R.; SOARES, F. A. L. ; ARAÚJO, W. P. ; LIMA, F. V. de . Análise do crescimento do algodoeiro herbáceo cv. BRS Rubi sob cultivo agroecológico irrigado. In: VII Congresso Brasileiro do Algodão, 2009, Foz do Iguaçu. VII Congresso Brasileiro do Algodão, 2009. p. 43-49.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G. L.F.M.; CARNEIRO, C. R.; QUEIROGA, R. C. F. Características químicas de folhas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**. Brasília, DF, v.23, n.3, p. 754-757, jul./set. 2005

SOUZA, R. M. de ; NOBRE, R. G. ; GHEYI, H. R. ; Dias, N. da S. ; SOARES, F.A.L. . Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga (Online)**, v. 23, p. 125-133, 2010.

STAUT, L. A.; KURIHARA, C. H. Calagem e adubação. In: **Algodão: Tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001, 19p.

TAVARES, L. C. ; OLIVEIRA FILHO, L. C. I. de ; Martins, D. de S. ; MARTINS, D. A. ; TEIXEIRA, J. B. ; MORSELLI, T. B. G. A. Características de produção do consórcio aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam) submetidas a doses crescentes de adubação orgânica. In: **Congresso de iniciação científica e ix encontro de pós-graduação**, Pelotas, 2007, 4p.

YAMADA, T. A nutrição mineral e a resistência de plantas às doenças. Piracicaba: **POTAFOS**. Informações Agronômicas, n.72, 1995.

YURI, J. E.; I; RESENDE, G. M.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, vol.22, n.1, p. 127-130, Jan./Mar. 2004

ZELLWEGER USTER. Fiber **testing training manual: technical encyclopedia**. Tennessee, 1995.

8.0 FOTOS DO EXPERIMENTO

