

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Campus III- Areia-PB.

“ Crescimento Inicial do Pinhão Manso
(*Jatropha curcas L.*) em função de fontes e
quantidades de fertilizantes”.

Área de Concentração: Ecologia Vegetal e Meio
Ambiente

Aluna: Andreia de Sousa Guimarães

AREIA
2008

**“Crescimento inicial do pinhão manso
(*Jatropha curcas L* 1753.) em função de fontes e
quantidades de fertilizantes”.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como exigência para obtenção do grau de Doutor na Área de Ecologia Vegetal e Meio Ambiente.

ORIENTADOR: Dr.Napoleão Esberard de M. Beltrão

OFEREÇO

A minha filha **Lara Sousa Mourão**,

Que me ensinou a amar e que é uma parte de mim.

DEDICO

A todos e todas que me apoiaram,

Especialmente a minha família.

**“Crescimento e Desenvolvimento inicial do Pinhão
Manso (*Jatropha curcas L.*) em função de fontes e
quantidades de fertilizantes”.**

Aprovada em _____ de _____ de 2008

BANCA EXAMINADORA:

Prof.Dr.Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão-EMBRAPA (Orientador)

Prof. Dr. José Pires Dantas- UEPB (Examinador)

Prof. Dr. Pedro DantasFernandes- UFPB(Examinador)

Prof. Dr. Vera Lúcia Antunes de Lima- UFCG (Examinador)

Prof. Dr. José Dantas Neto - UFCG (Suplente)

Prof. Dr. Ivandro de França da Silva- UFPB (Suplente)

AREIA - PARAÍBA

2008

“Ninguém ignora tudo, ninguém sabe tudo.

Por isso aprendemos sempre.”

Paulo Freire

SUMÁRIO

1.0. INTRODUÇÃO.....	15
2.0. REVISAO DE LITERATURA.....	17
2.1. A cultura do pinhão manso.....	17
2.1.1. Origem.....	17
2.1.2. Características botânicas e morfológicas.....	17
2.1.3. Pesquisas iniciais com pinhão manso.....	18
2.2. Aspectos Gerais do Nitrogênio na Agricultura.....	20
2.3. Biodiesel.....	20
2.4. Adubação Nitrogenada.....	21
2.4.1. Absorção e Acúmulo de nitrogênio.....	22
2.4.2. Perdas de Nitrogênio.....	23
2.5. Adubação Orgânica.....	23
2.5.1. Esterco Bovino.....	24
2.5.2. Biossólido.....	25
2.5.3. Torta de Mamona.....	26
2.6. Adubação Foliar.....	26
2.6.1. Absorção e participação no nitrogênio na Adubação Foliar.....	27
2.7. Avaliação do estado nutricional.....	28
2.0. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
2.1. Localização do experimento, características climáticas e ambientes edáficos.....	30
2.2. Material do solo.....	30
2.3. Unidades Experimentais.....	30
2.4. Controle de pragas e plantas daninhas.....	30
2.5. Irrigação.....	31
2.6. Condução do Experimento 1 – Adubação no solo.....	31
2.6.1. Média diária mensal da temperatura no período do experimento.....	31
2.6.2. Características Químicas e Físicas do Solo.....	32
2.6.3. Preparo do solo.....	33
2.6.4. Plantio.....	34
2.6.5. Descrição das variáveis avaliadas.....	34
2.6.6. Delineamento experimental e tratamentos.....	35
2.6.7. Análise Estatística.....	36
2.7. Condução do Experimento II – Adubação foliar.....	23

2.7.1. Localização do experimento, características climáticas e do solo.....	37
2.7.2. Preparo do solo.....	38
2.7.3. Preparação das mudas.....	38
2.7.4. Replantio.....	38
2.7.5. Adubação foliar.....	38
2.7.6. Delineamento experimental e tratamentos.....	39
2.7.7. Descrição das variáveis avaliadas.....	40
2.7.8. Análise Estatística.....	40
3.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
EXPERIMENTO 1.....	41
3.1. Variáveis de crescimento.....	41
3.1.1. Altura Caulinar, Diâmetro e área foliar em função das fontes.....	41
3.1.2. Altura Caulinar em função das fontes e doses.....	44
3.1.3. Diâmetro em função das fontes e doses.....	46
3.1.4. Área foliar em função das fontes e doses.....	49
3.1.5. Análise da Fitomassa.....	51
3.1.6. Análise do Tecido vegetal.....	54
4.0. CONCLUSÕES.....	59
5.0. EXPERIMENTO2.....	60
5.0. Variáveis de crescimento.....	60
5.1.1. Altura em função da interação das doses de N e K.....	60
5.1.2. Altura e Diâmetro em função de doses de N e K	62
5.1.3. Diâmetro em função da interação das doses de N e K.....	64
5.1.4. Área foliar em função da interação das doses de N e K.....	66
5.1.5. Análise da fitomassa.....	67
5.1.6. Análise de tecido vegetal.....	73
6.0. CONCLUSOES.....	77
7.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

RESUMO

Entre as espécies que estão sendo prospectadas para produção de biodiesel, o pinhão-manso (*Jatropha curcas*) têm se destacado como uma planta oleaginosa com as qualidades necessárias para a produção de biodiesel. Planta perene da família das Euforbiáceas, resistente às condições adversas de clima e solo cujo potencial para produção de óleo tem sido considerado elevado. Nos últimos anos, muitas pesquisas têm surgido entorno da cultura, com o propósito de conhecê-la melhor, pois pouco se sabe a respeito das exigências agronômicas da planta. Mediante a necessidade de conhecimento para ampliação do cultivo dessa espécie, o objetivo deste trabalho foi verificar e quantificar os efeitos das adubações no ambiente edáfico e foliar no crescimento inicial do pinhão manso (*Jatropha curcas*) e avaliar os efeitos das quantidades de Nitrogênio e Potássio no crescimento inicial da planta através da adubação foliar. Os experimentos foram realizados no período de abril de 2006 à abril de 2007, no Centro Nacional de Pesquisa e Algodão- CNPA- EMBRAPA. Implantou-se dois experimentos com delineamento experimental em blocos casualizados, no qual o primeiro consistiu de 17 tratamentos com três repetições com aplicação de quatro fertilizantes (esterco bovino, biossólido, torta de mamona e uréia) cada um com quatro quantidades distintas (85, 170, 225 e 340 Kg/ha) via solo. O segundo experimento aplicado via adubação foliar consistiu em um fatorial $[(4 \times 4) + 1]$, com três repetições, totalizando dezessete tratamentos em quatro tipos de quantidades de Uréia (6, 8, 10 e 12 %) e Cloreto de Potássio (2, 4, 6 e 8 %). Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura caulinar, diâmetro, área foliar, fitomassa e análise vegetal aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 DAE via solo. As mesmas variáveis foram avaliadas via adubação foliar no período de 65, 80, 95, 110, 125 e 140 DAE. O pinhão manso nos primeiros 135 dias do seu ciclo, respondeu a adubação orgânica, com os produtos Biossólido e Torta de Mamona, na altura da planta e diâmetro caulinar de respectivamente 40,9% e 40,6% com relação ao controle, sem adubação orgânica. A cultura do pinhão manso foi beneficiada pela adubação, em especial com a NPK-mineral, proporcionando um incremento na altura de 96,14% quando comparados com a testemunha, sem o uso de fertilizantes. A cultura via adubação foliar não obteve diferenças significativas entre os tratamentos aplicados, obtendo um acréscimo na altura caulinar com a quantidade N4K4 ao final do experimento de 11,47% em relação à testemunha. O comprimento da raiz na dosagem de KCl/N45 apresentou um aumento de 172% em relação a testemunha quando avaliada na proporção de 24Kg/ha.

Palavra-chave: adubação orgânica, *Jatropha curcas*, adubação foliar e crescimento inicial

ABSTRACT

Among species that are being prospected for biodiesel production, the pinhão-manso (*Jatropha curcas*) has been outstanding as an oleaginous plant with essential qualities in biodiesel production. Perennial plant of the Euphorbiaceous family resistant to the adverse climate and soil conditions whose oil production's potential has been considered high. In the last years, a lot of researches had appeared around the crops for a better comprehension, once there's a lack of information regarding the agronomic plant requirements. By knowledge necessity for farming enlargement of that species, this work addressed to verify and to quantify the fertilizing effects in the edaphic and foliar region in pinhão-manso's (*Jatropha curcas*) initial growth, as well as evaluate the Nitrogen and Potassium dosage effects in the initial plant growth through the foliar fertilization. The researches were accomplished in the period of April, 2006 to April, 2007, in the National Center of Research and Cotton - CNPA - EMBRAPA. Two experiments were implanted with randomized experimental design in blocks, in which the first one consisted of 17 treatments with three repeated sessions and four fertilizers application (bovine manure, biosolids, castor presscake and urea) each one with four different dosage (85, 170, 225 and 340 Kg/ha) via soil. The second experiment applied through foliar fertilization consisted by a factorial $[(4 \times 4) + 1]$, with three repetitions, about seventeen treatments in four dosages types of Urea (6, 8, 10 and 12%) and Chloride of Potassium (2, 4, 6 and 8%). The following variables were estimated: stem height, diameter, foliar area, phytomass and vegetable analysis to the 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 DAE through soil. The same variables were estimated through foliar fertilization in the period of 65, 80, 95, 110, 125 and 140 DAE. When fertilized with biosolids and castor presscake treatments, the Pinhão Manso's crops increased significantly, the plant growth promoting an additional of 40,90% to the height under the biosolid treatment and 40,60% to the stem diameter when fertilized with castor presscake, compared to the control. The *pinhão-manso* plants were benefited by fertilization, especially with the NPK-mineral, increasing the height of 96,14% when compared to the control, without the fertilizers usage. The crop through foliar/leaf fertilization had no significant differences among the practical treatments, obtaining a stem height addition with N4K4 dosage (amount) of 11,47% at the end of the experiment relatively to the control. The root length in the KCl/N45 dosage presented an increase of 172% in relation to witness when compared to the 24Kg/ha proportion.

KEY WORDS: Organic fertilization, *Jatropha curcas*, foliar fertilization, initial growth.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sementes do pinhão manso.....	16
Figura 2. Fruto do pinhão manso.....	16
Figura 3. Plantação de Jatropha curcas.....	18
Figura 4. Vista parcial do experimento.....	33
Figura 5. Mudas em casa de vegetação antes do replantio.....	38
Figura 6. Altura Caulinar, diâmetro e área foliar, do pinhão manso em função das fontes fornecidas, diante das nove avaliações: F1 (Esterco bovino), F2 (Biossólido), F3 (Torta de mamona e F4 (NPK- Mineral- uréia).....	43
Figura 7. Altura Caulinar em função das fontes e doses fornecidas. Fontes: F1 (Esterco bovino), F2 (Biossólido), F3 (Torta de mamona) e F4 (NPK- Mineral- uréia) / Quantidades: D1 (85 Kg de N/ha); D2 (170 Kg de N/ha); D3 (255 Kg N/ha) e D4 (Kg de N/ha).....	45
Figura 8. Esterco (Quantidade 2)- 34 DAE.....	46
Figura 9. Biossólido (Quantidade 2) - 34 DAE.....	46
Figura 10. Testemunha - 68 DAE.....	46
Figura 11. NPK (Quantidade 1) - 68 DAE.....	46
Figura12. Diâmetro em função das fontes e quantidades fornecidas. Fontes: F1 (Esterco bovino), F2 (Biossólido), F3 (Torta de mamona) e F4 (NPK- Mineral- uréia) / Quantidades: D1 (85 Kg de N/ha); D2 (170 Kg de N/ha); D3 (255 Kg de N/ha) e D4 (340 Kg de N/ha).....	49
Figura13. Área foliar em função das fontes e quantidades fornecidas.Fontes: F1(Esterco bovino),F2(Biossólido),F3(Torta de mamona) e F4(NPK- Mineral- uréia) /Quantidades: D1 (85 Kg de N/ha); D2 (170 Kg de N/ha); D3 (255 Kg de N/ha) e D4 (340 Kg de N/ha)..	51
Figura 14. Modelos de regressão para peso seco da raiz, nas Fontes esterco, torta de mamona e NPK (A); peso seco do caule e ramos, nas fontes 1, 2 e 3 (B); peso seco das folhas, nas fontes 1 e 3 (C); e peso seco total nas Fontes 1 e 3 (D) em função das quantidades de Nitrogênio (Kg/ha).....	53
Figura 15. Modelos de regressão para peso seco da parte aérea, nas Fontes esterco, biossólido e torta de mamona (A); relação raiz/parte aérea, na Fontes NPK (B); e comprimento da raiz, nas fontes esterco, biossólido e NPK; (C) em função das quantidades de Nitrogênio (kg/ha).....	54
Figura 16. Testemunha.....	55
Figura 17. NPK- Quantidade 4.....	55
Figura 18. Esterco- Quantidade 4.....	55

Figura 19. Torta de mamona- Quantidade 4.....	55
Figura 20. Modelos de regressão para os teores observados na análise de tecido vegetal: teores de nitrogênio (A) e proteína bruta (B) na fonte esterco ; teores de potássio (C) e K ₂ O (D) nas fontes esterco e bioassólido.....	57
Figura 21. Modelos de regressão para os teores observados na análise de tecido vegetal: teores de cálcio (A) e CaO (B) nas fontes de esterco e torta de mamona.....	58
Figura 22. Modelos de regressão para os teores observados na análise de tecido vegetal: teores de fósforo (A) e P ₂ O ₅ (B); Magnésio (C) e MgO (D) as fontes 4.....	58
Figura 23. Modelos de regressão para altura na quantidade de Nitrogênio 1 (A); Nitrogênio 2 (B); Nitrogênio 3 (C) e Nitrogênio 4 (D), dentro das quantidades de Potássio.....	62
Figura 24. Modelos de regressão para altura (A) e diâmetro (C) nas doses de Nitrogênio; e altura (B) e diâmetro (D) nas quantidades de Potássio. Campina Grande, 2007.....	64
Figura 25. Modelos de regressão para diâmetro na quantidade de Nitrogênio 1 (A); Nitrogênio 2(B); Nitrogênio 3(C) e Nitrogênio 4(D), dentro das doses de Potássio.....	66
Figura 26. Visão do experimento com 140 DAE.....	66
Figura 27. Representação gráfica para área foliar na planta nas quantidades de Nitrogênio (A); e nas doses de Potássio (B).....	68
Figura 28. Representação gráfica para área foliar das quantidades de nitrogênio dentro de cada quantidade de potássio, N1 em cada quantidade de K (A); N2 em cada quantidade de K (B); N3 em cada quantidade de K (C) e N4 em cada quantidade de K (D). Campina Grande, 2007.....	68
Figura 29. Representação gráfica para área foliar das quantidades de nitrogênio dentro de cada quantidade de potássio, N1 em cada quantidade de K (A); N2 em cada quantidade de K (B); N3 em cada quantidade de K (C) e N4 em cada quantidade de K (D). Campina Grande, 2007.....	70
Figura 30. Modelos de regressão para fitomassa radicular, (A); peso seco das folhas (B); peso seco do caule (C); em função do desdobramento das quantidades de Nitrogênio dentro de cada nível de K (Kg/ha). Campina Grande, 2007.....	73
Figura 31. Modelos de regressão para relação peso da parte aérea/peso raiz (A); comprimento da raiz (B) em função do desdobramento das quantidades de Nitrogênio dentro de cada nível de K (Kg/ha). Campina Grande, 2007.....	74
Figura 32. Modelo de regressão referente aos teores de Cálcio (A) e CaO (B), em função das doses de Nitrogênio (Kg/ha). Campina Grande, 2007.....	76
Figura 33- Modelos de regressão para os teores de K (A) e K ₂ O (B) em função do desdobramento das doses de KCl dentro da dose de Nitrogênio 22,5 (Kg/ha).....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição físico-química da água de abastecimento usada no experimento. Embrapa Algodão– Campina Grande – PB –2006.....	31
Tabela 2. Média diária da temperatura e umidade relativa do ar na EMBRAPA-ALGODÃO (Abril á Setembro- 2006).....	32
Tabela 3. Características químicas do solo usado no experimento. Embrapa Algodão, Campina Grande – Pb, 2006.....	32
Tabela 4. Características físicas do solo usado no experimento. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2006.....	32
Tabela 5. Analise da composição química dos adubos utilizados.....	34
Tabela 6. Média diária da temperatura e umidade relativa do ar na EMBRAPA-ALGODÃO (Novembro-2006 á Abril- 2007).....	37
Tabela 7. Características químicas do solo usado no experimento. Embrapa Algodão, Campina Grande – Pb, 2006.....	37
Tabela 8. Modelos matemáticos para análise de crescimento: altura de planta; diâmetro caulinar e área foliar, em relação ao tempo, em função das diferentes fontes de matéria orgânica. Campina Grande, 2007.....	41
Tabela 9. Modelos matemáticos para altura, em função do tipo de fonte de matéria orgânica e suas respectivas quantidades. Campina Grande, 2007.....	44
Tabela 10. Modelos matemáticos para diâmetro, em função do tipo de fonte de matéria orgânica e suas respectivas quantidades. Campina Grande, 2007.....	47
Tabela 11. Modelos matemáticos para área foliar, em função do tipo de fonte de matéria orgânica e suas respectivas quantidades. Campina Grande, 2007.....	50
Tabela 12. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados da fitomassa em função de diferentes fontes e quantidades.....	52
Tabela 13. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados análise do tecido vegetal (%) em função de diferentes fontes e quantidades de matéria orgânicas. Campina Grande, 2007.....	55
Tabela 14. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados da análise do tecido vegetal (%) em função de diferentes fontes e quantidades de matéria orgânicas. Campina Grande, 2007.....	55
Tabela 15. Modelos matemáticos para análise de crescimento (Altura), em função do nitrogênio nas quantidades de potássio. Campina Grande, 2007.....	61

Tabela 16. Modelos matemáticos para análise de crescimento, em função de diferentes quantidades de nitrogênio e potássio. Campina Grande, 2007.....	63
Tabela 17. Modelos matemáticos para análise de crescimento (Diâmetro), em função do nitrogênio nas quantidades de potássio. Campina Grande, 2007.....	65
Tabela 18. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados de fitomassa seca em função de N e K em diferentes quantidades de adubação foliar. Campina Grande, 2007.....	71
Tabela 19. Desdobramento da interação dos fatores quantidades de nitrogênio e quantidades de potássio (quadrados médios).....	72
Tabela 20. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados análise do tecido vegetal (%) em função de N e K em diferentes quantidades de adubação foliar. Campina Grande, 2007.....	75
Tabela 21. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados análise do tecido vegetal (%) em função de N e K em diferentes quantidades de adubação foliar. Campina Grande, 2007.....	75
Tabela 22. Desdobramento da interação dos fatores quantidades de nitrogênio e quantidades de potássio (quadrados médios). Campina Grande, 2007.....	77

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos;

Primeiramente à Deus, pela vida, proteção, entendimento e vontade de vencer;

A minha mãe Adjany Souza, milha filha Lara Sousa Mourão e minha irmã Adriana, que sempre serão parte dessa história; pelo amor, caráter e carinho;

Ao meu pai Carlos Nunes Guimarães, a tia Cida e aos meus irmãos Matheus e Arthur que estiveram comigo nesta conquista;

Com carinho, a José da Silva Mourão, pela compreensão, amor e apoio em tantos momentos;

Ao Dr. Napoleão Esberard Macedo Beltrão, pela orientação, compreensão e ensinamentos, mas principalmente pela valiosa amizade;

Ao curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, representado na pessoa da Prof. Riselane Alcântara pela oportunidade de realização deste trabalho;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES, pela bolsa concedida;

À EMBRAPA, pela assistência e equipe técnica, pelo apoio técnico-científico na realização deste trabalho, em especial a Gordurinha.

Meu cordial agradecimento; Aos professores do Departamento de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba.

Aos meus amigos Robson, Nilene, Uilma, Marcella, Carlos, Edson, Sany, Gleibson e Mário Jander com os quais foi possível sorrir em momentos de tristeza e gargalhar em momentos de alegria

A todos que de alguma forma contribuíram para essa conquista.

1.0-INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) é uma planta de origem tropical, produtora de óleo e bem adaptada a diversas regiões do Brasil, que tem sido incentivado nos últimos anos como uma alternativa para fornecimento de matéria prima para fabricação de biodiesel. Adicionalmente à capacidade de produzir óleo vegetal, ele é tido como tolerante ao déficit hídrico para sobrevivência, e pode apresentar a capacidade de recuperação de áreas degradadas em função de suas raízes profundas, crescendo em solos de baixa fertilidade (TEIXEIRA, 2005). Além de produzir óleo, o pinhão manso também pode ser utilizado para outros fins, tais como: a) substituição parcial do arame em cercas vivas, já que os animais evitam tocá-lo devido ao látex cáustico que escorre das folhas arrancadas ou feridas; b) pode ser usado como suporte para plantas trepadeiras como a baunilha (*Vanilla aromática*), visto que o tronco possui casca lisa e macia e c) atua como fixador de dunas na orla marítima (PEIXOTO, 1973).

Somente nos últimos 30 anos, é que estudos agronômicos foram iniciados com a espécie, embora se trate de uma planta ainda não domesticada. Uma vez que surge como novidade e possível alternativa, desperta grande interesse, surgindo também muitas informações não confiáveis e até distorcidas sobre esta planta, tais como: produtividade elevadas (superiores a 12t/hectare) e teor de óleo elevado (SATURNINO et al, 2005). Não existem acessos definidos, e depois de se escolher e caracterizar materiais promissores para definir passos tecnológicos (HENNING, 2005).

O potencial produtivo do solo está na dependência do equilíbrio de diversos fatores (PRIMAVESI e PRIMAVESI, 1971). Esses fatores incluem os minerais básicos à nutrição da planta, a sua disponibilidade no solo, a absorção e metabolização por parte do vegetal. A adubação bem conduzida possibilita ganhos significativos de produtividade na maioria das plantas cultivadas. É um fator de produção que pode ser manejado, porém precisa ser conduzida tecnicamente para evitar uso desnecessário de determinados nutrientes que podem em certos casos até reduzir a produtividade. O uso de fertilizantes com a finalidade de corrigir deficiências e manter o balanceamento de nutrientes presentes no solo deve ser ditado não apenas pela disponibilidade de elementos no solo e exigências da cultura, mas, também, pelo nível tecnológico empregado e pela rentabilidade da atividade (TÁVORA, 1982).

A contribuição da matéria orgânica para a fertilidade do solo se dá em função de substanciais modificações das suas propriedades físicas, através do aporte de nutrientes e de suas propriedades coloidais, que aumentam, significativamente, a capacidade de troca catiônica dos solos (KANG, 1993). A incorporação ao solo de materiais orgânicos afeta a dinâmica populacional dos microorganismos e também a disponibilidade de alguns nutrientes, em especial o nitrogênio (MIELNICZUK, 1999). A viabilidade do uso de materiais orgânicos tais como, lodo de esgoto, torta de mamona e esterco bovino na agricultura está relacionado com a origem dos materiais e os tratamentos que estes são submetidos, a exemplo do lodo de esgoto, do conhecimento a priori das características químicas, como disponibilidade de nutrientes, presença ou ausência de metais pesados, dentre outras.

As plantas podem absorver N tanto da solução do solo como nas adubações foliares. A adubação foliar do N é mais eficiente do que a aplicação no solo, em termos de percentagem de absorção de N aplicado (recuperação superior a 80%) (ALEXANDER & SCHRODER, 1987). O nutriente aplicado foliarmente deve passar pela cutícula, que recobre a superfície foliar impermeabilizando parcialmente a folha e impedindo a livre movimentação de água e solutos (HARPER, 1984).

A adubação do solo é a prática básica, um dos pré-requisitos para uma alta produtividade, e sempre deve ser incluída no planejamento de uma produção. Vale, então, enfatizar que a adubação foliar entra como um método de fornecer nutrientes de forma complementar ou suplementar durante os estádios de crescimento e desenvolvimento, em que as plantas demandam altas quantidades de nutrientes e nos quais o solo, eventualmente, não os libere na velocidade necessária para garantir o suprimento adequado. Com a possibilidade de incremento na área plantada e a importância desta euforbiácea, haja visto que as pesquisas com a espécie são iniciais, existe a necessidade de fazer estudos e buscar informações sobre o crescimento inicial da *J. curcas* na adubação de solo e foliar.

Dessa forma, antes o exposto e com a intenção de enriquecer ainda mais as informações sobre esta planta, objetivou-se com esse trabalho: verificar e quantificar os efeitos das adubações no ambiente edáfico e foliar no crescimento inicial do pinhão manso (*Jatropha curcas*); avaliar os efeitos das quantidades de Nitrogênio no crescimento da planta e analisar os efeitos de Nitrogênio (N) e Potássio (K) através da adubação foliar.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do pinhão manso

2.1.1- Origem

A grande maioria dos estudos científicos afirma que o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) tem sua origem na América do Sul, possivelmente no Brasil, tendo sido introduzida por navegadores portugueses, em fins do século XVIII, nas ilhas de Cabo Verde e em Guiné, de onde mais tarde foi disseminada pelo continente africano. Atualmente o pinhão-manso é conhecido e cultivado em todo o mundo, com vários nomes populares como pinhão-paraguaio, pinhão-de-purga e outros. Martin e Mayeux (1984) colocaram o estado de Ceará no Brasil como um centro de origem, mas sem dar qualquer argumento. No começo do século XIX era usado, em alguns países, para aumentar a ação purgativa do óleo de rícino, com o qual era misturado. Depois foi abandonado, pois sua ação purgativa é média. Durante a primeira metade deste século, era um produto de exportação importante das Ilhas de Cabo Verde. Quantias consideráveis de sementes do pinhão manso foram produzidas em Cabo Verde neste período e isto constituiu uma contribuição importante para a economia do país.

2.1.2- Características botânicas e morfológicas

O pinhão manso pertence à família das Euforbiáceas, a mesma da mamona e da mandioca. Segundo Cortesão (1956), os portugueses distinguem duas variedades: catártica medicinal, a mais dispersa no mundo, com amêndoas muito amargas e purgativas e a variedade árvore de coral, medicinal- de- espanha, árvores de nozes purgativas, com folhas eriçadas de pêlos glandulares que segregam látex, límpido, amargo, viscoso e caústico.

Com relação à descrição da planta, o pinhão manso é um arbusto grande de crescimento rápido, cuja altura pode atingir dois a três metros, podendo alcançar até cinco metros ou mais, em condições especiais, com diâmetro do tronco de 20 cm. Cresce rapidamente em solos pedregosos e de baixa umidade. Possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida, mas pouco resistente; floema com longos canais que se estende até as raízes, nos quais circula o

látex, suco leitoso, que ocorre com abundância do menor ferimento. O tronco ou fuste é dividido desde a base, em compridos ramos, com numerosas cicatrizes produzidas pela queda das folhas na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas. As folhas do pinhão são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma com três a cinco lóbulos e pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior. Floração monóica, apresentando na mesma planta, mas com sexo separado, flores masculinas, em maior número, nas extremidades das ramificações e femininas nas ramificações, as quais são amarelo-esverdeadas e diferencia-se pela ausência de pedúnculo articulado nas femininas que são largamente pedunculadas. O fruto é capsular ovóide com diâmetro de 1,5 á 3,0cm, é trilocular com uma semente em cada cavidade, formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, indeiscente, inicialmente verde, passando a amarelo, castanho e, por fim, preto, quando atinge o estádio de maturação. Este fruto contém de 53 a 62% de sementes e de 38 a 47% de casca, pesando cada uma de 1,53 a 2,85g (CORTESÃO, 1956; BRASIL, 1985).



Fig 01- Sementes do pinhão manso
Fonte: Isaura Oliveira (2008)



Fig 02- Fruto do pinhão manso
Fonte: Amanda Michelline (2005)

A semente de pinhão manso é relativamente grande e quando secas medem de 1,5 a 2cm de comprimento e 1,0 a 1,3cm de largura. Tem tegumento rijo, quebradiço, de fratura resinosa. Debaixo do invólucro da semente existe uma película branca cobrindo a amêndoia. Apresenta albúm em abundante, branco, oleaginoso, contendo o embrião provido de dois largos cotilédones achatados.

O florescimento do pinhão manso tende a responder o período de chuva, assim como o crescimento e a reprodução é influenciada pelo estádio nutricional da planta. Ocorrendo a deficiência nutricional, a planta cresce menos e ramifica menos, isso

implicará menos frutos, já que os mesmos são produzidos nas pontas dos ramos. O pinhão manso é uma planta que responde a doses de potássio e fósforo, promovendo um crescimento inicial rápido (SANTOS et al 2007).

2.1.3. Pesquisas iniciais com Pinhão manso

A *Jatropha curcas* possui um potencial produtivo energético, onde vem sendo estudado recentemente em áreas planas nas plantações na Ásia, África e América. Uma previsão da produtividade, no entanto pareceu ser ignorada na década de 1990, haja vista um abando na área por razão da baixa produtividade e elevado custo (FOID et al, 1996). Pesquisas realizadas com a espécie têm revelado que a espécie possui um excelente potencial e alto valor de exploração no seu ambiente nativo. O uso do pinhão manso foi bem sucedido com aplicações na conservação do solo, controle de erosão, adubo verde, combustível, uso medicinal e inseticida (BRANDENBURG, 2007).

Tem sido evidenciado que várias afirmações sobre o pinhão manso são inadequadas, pois as pesquisas realizadas com a espécie ainda são iniciais. Essas afirmações inadequadas estão levando a popularidade a um plantio baseado em características incorretas, que não são apresentadas corretamente sobre os acessos de pinhão manso e consequentemente a uma série de dúvidas (DAEY OUWENS et al, 2007).

A produção de óleos vegetais no Brasil, com finalidade energética, o chamado biodiesel, ainda é incipiente, não obstante o potencial que apresenta, em razão das dimensões territoriais, e da elevada diversidade edafoclimática, além do grande número de espécies oleaginosas que podem ser utilizadas para tal fim. Dentre as espécies potencialmente utilizáveis, o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), planta da família *Euphorbiaceae*, de cujas sementes é extraído um óleo inodoro, que queima sem emitir fumaça, apresenta excelentes perspectivas para a produção do biodiesel. O teor de óleo na semente varia de 30 á 35% com relação ao peso da semente. Este óleo contém muito poucos componentes e tem uma excelente qualidade para queima, sendo muito adequado para a transesterificação do biodiesel (SATURNINO et al, 2005).



Fig. 03- Plantação de *Jatropha curcas* (Quixeramobim-CE)
Fonte: Napoleão Beltrão (2006)

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas com os métodos de propagação da *Jatropha curcas*. Plantas oriundas de sementes diretamente semeadas no solo se desenvolvem melhor, do que aquelas propagadas por estacas (BRANDENBURG, 2007). A produtividade da planta está condicionada ao número de frutos, número de sementes por fruto, peso de sementes, variando muito dependendo da região, dos métodos de cultivo e tratos culturais, idade da cultura, bem como da regularidade pluviométrica, fertilidade do solo ou mesmo pela ação prolongada de ventos na época da floração.

2.2. Aspectos gerais do nitrogênio na agricultura

O nitrogênio (N) é um elemento essencial para o crescimento das plantas sendo exigido em grandes quantidades em comparação aos demais macronutrientes (K, Ca, S, P e Mg). Nas situações em que ocorre deficiência de nitrogênio, as plantas apresentam sintomas típicos como clorose generalizada das folhas mais velhas e redução no crescimento. Apesar da sua grande importância na nutrição dos vegetais o nitrogênio não é encontrado na forma disponível e em quantidades suficientes para o adequado suprimento da maioria das plantas cultivadas no solo. São praticamente inexpressivas as quantidades encontradas em rochas e minerais devido à solubilidade e instabilidade química dos compostos nitrogenados minerais. Quantidades consideráveis de nitrogênio em rochas são observadas somente nas formas de sais NaNO_3 e KNO_3 nas regiões desérticas do Chile e Índia. A atmosfera, que apresenta cerca de 78% de nitrogênio

gasoso em volume, é uma reserva praticamente inesgotável do nutriente e de onde provem a maior parte do N utilizado na agricultura e fixado através de processos industriais, como a síntese de amônia pelo processo Harber-Bosch (EPSTEIN, 1975), ou biológicos como a fixação biológica do N por microorganismos associativos de vida livre (SIQUEIRA, 2002). Nos solos o nitrogênio pode estar presente nas formas inorgânicas ou orgânicas com predomínio desta última que pode compreender mais de 98% do conteúdo total de N (RAIJI, 1991).

A matéria orgânica pode ser considerada como uma fonte de nitrogênio e os outros nutrientes e a sua decomposição libera os elementos associados ao carbono tetravalente (C^{4+}) dos compostos orgânicos (MELO, 1987). Neste sentido a utilização de resíduos orgânicos para fornecer N e outros nutrientes para as plantas é uma prática antiga que pode trazer o duplo benefício de incrementar a fertilidade dos solos e usá-los com meio depurador da cara orgânica potencialmente poluente.

2.3. Biodiesel

De acordo com Parente (2003) são 5 (cinco) as alternativas possíveis de combustíveis que podem ser obtidos da biomassa, potencialmente capazes de fazer funcionar um motor de ignição por compressão. A experiência tem demonstrado que a alternativa mais viável tem sido o biodiesel.

Biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, o qual pode ser obtido por diferentes processos, tais como craqueamento, esterificação ou pela transesterificação; pode, também, ser produzido de uma grande variedade de matérias-primas, que incluem a maioria dos óleos vegetais, como óleo de mamona (*Ricinus communis* L.), soja (*Glycine max* L.), algodão (*Gossypium* L.), dendê (*Elacis guineensis* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), colza (canola) (*Brasica napus* L.), girassol (*Helianthus annus* L.), açafrão (*Crocus sativus* L.), coco (*Cocos mucifera* L.), babaçu (*Orbygnya phalerata* L.) e pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), dentre outros, além de gorduras de origem animal (usualmente sebo), e óleos de descarte (óleos usados em frituras) (PARENTE, 2003). Este produto possui forte apelo ambiental, especialmente por diminuir as emissões de gases como CO_2 e partículas de hidrocarbonetos durante a combustão, quando comparado com os combustíveis fósseis (PIRES et al, 2004).

De acordo com Parente (2003), os primeiros estudos com biodiesel no Brasil, em 1979, foram realizados no Estado do Ceará, cuja produção seria através de diversas matérias-primas, dentre as quais se destacava a mamona, em virtude do elevado teor de óleo de suas sementes.

2.4. Adubação nitrogenada

Entre as tecnologias indicadas para o sistema de cultivo sem ou com revolvimento mínimo de solo, a adubação nitrogenada é a que tem gerado maior número de questionamentos. As dúvidas se referem desde reações e mecanismos controladores da disponibilidade do nitrogênio e características e reações das diferentes fontes de nitrogênio no solo, até a prática da adubação quanto à fontes, doses, métodos e épocas de aplicação durante o ciclo da cultura, necessidade de parcelamento e, sobretudo, quanto aos aspectos econômicos. A adubação nitrogenada depende da interação da vários fatores, quais sejam os principais: suprimento de nitrogênio e de outros nutrientes pelo solo; tipo de planta; época e densidade de semeadura; controle de plantas daninhas; estado fitossanitário; seqüência de culturas; fonte de N; dose e época de aplicação do fertilizante nitrogenado; e condições climáticas, particularmente temperatura e radiação solar (BELLOW, 2000).

A uréia e o sulfato de amônio são os fertilizantes nitrogenados mais utilizados na agricultura brasileira. Existem vários trabalhos demonstrando as perdas por volatilização de NH_3 da uréia, principalmente quando é distribuída a lanço na superfície do solo. Em sistemas conservacionistas com alta disponibilidade de restos culturais com alta relação C/N, além das perdas de NH_3 por volatilização, o nitrogênio pode tornar-se insuficiente para as plantas em função da fixação microbiana do solo (TISDALE et al., 1985; MENGEL, 1996; SÁ, 1999). Segundo Fox et al. (1986), dentre as formas de aplicação de nitrogênio, a de cobertura tem sido a mais eficiente (rendimento/unidade de nitrogênio aplicado) pois, além de fornecimento do nutriente em época de maior exigência, a absorção do NH_3 pelas folhas inferiores das plantas pode reduzir as perdas por volatilização. Por outro lado, Keller e Mengel (1996) demonstraram que a uréia em cobertura apresenta-se tão eficiente quanto fontes de nitrogênio, quando ocorre precipitações após a sua aplicação.

2.4.1. Absorção e acúmulo do nitrogênio

A demanda por nitrogênio é grande durante o crescimento e desenvolvimento das plantas. De acordo com (Raij, 1991), o N é o nutriente mineral exigido em maior quantidade pelas culturas e, normalmente, proporciona maior resposta em produtividade; porém, a complexidade dos fatores que afetam o seu aproveitamento pelas plantas faz com que o mesmo seja objeto de um grande número de estudos, a maioria realizados com o objetivo de avaliar seu comportamento no solo e a sua relação com a eficiência da adubação.

A absorção, o transporte e a redistribuição de nutrientes pelos vegetais são processos distintos. O primeiro, diz respeito à passagem do nutriente do meio externo da planta, para o espaço intercelular ou qualquer outra parte da célula. O transporte é o movimento do nutriente no órgão de absorção ou para outro órgão da planta, já a redistribuição refere-se ao movimento do nutriente do local onde foi depositado, pelo movimento da água no xilema (ou onde foi depositado pela adubação foliar), para outros órgãos da planta, processo que se dá pelo floema e se refere a produtos assimilados.

Dentre o manejo da fertilidade, o nitrogênio (N) possui uma dinâmica extremamente complexa devido à diversidade das formas químicas, reações e processos aos quais está envolvido, refletindo diretamente sobre a eficiência do aproveitamento pela cultura do nutriente oriundo de fertilizantes (FILLERY et al., 1984).

No solo, o N está presente em formas orgânicas (ao redor de 98% do total) fazendo parte dos restos culturais e da matéria orgânica, e em formas minerais, especialmente como NO_3^- (nitrito) e NH_4^+ (amônio) na solução do solo e adsorvida aos colóides, e em formas gasosas combinadas, tais como NH_3 , N_2O e NO . Da quantidade total de N presente no solo, apenas cerca de 2% encontra-se disponível às plantas. Em solo não fertilizado, o N disponível do solo é praticamente todo proveniente da mineralização do N orgânico presente na matéria orgânica, a qual é realizada por microorganismos que transformam o N orgânico nas formas amoniacial (NH_4^+) e nítrica (NO_3^-), que são as duas formas minerais passíveis de serem absorvidas pelas plantas. Considera-se, como uma estimativa média, que são liberados, anualmente, cerca de 20 a 30 Kg/ha^{-1} de N para cada ponto percentual de matéria orgânica contida no solo (STEVENSON, 1986).

2.4.2. Perdas de Nitrogênio

Para se evitar o risco de perda de nitrogênio por volatização, principalmente quando a fonte de nutriente for uréia, recomenda-se uma leve incorporação. Porém, de acordo com, é indicado o parcelamento em região com elevada precipitação pluvial, onde uma dose total menor parcelada mais vezes poderá determinar maior aproveitamento e também se mostrar mais econômica. Dessa forma, o parcelamento de adubos no campo deve levar em conta os períodos de exigências, as chuvas e a dinâmica dos elementos no solo. A época de aplicação dos fertilizantes nitrogenados é determinada em função de dois fatores principais, considerando-se plantas em plena produção: (1) os períodos de maior exigência, e (2) o desempenho do fertilizante no solo. Se levarmos em conta o primeiro item, tais fases seriam: (1) depois da colheita e início da fase vegetativa, e (2) pegamento da florada e crescimento dos frutos, sendo que o parcelamento principalmente do nitrogênio, deve ser no mínimo de 3 à 4 vezes, devido a sua dinâmica na planta e no solo, evitando-se as perdas de nitrogênio por lixiviação (MALAVOLTA, 1993).

2.5. Adubação orgânica

Os adubos orgânicos apresentam características diferentes quanto aos teores de nutrientes, em face, principalmente, da origem do mesmo. A aplicação de adubos orgânicos em solos, além do efeito direto no suprimento de nutrientes para as plantas, melhora as condições físicas e biológicas desses solos e contribui para baixar os teores de alumínio trocável (COSTA, 1983).

São caracterizados pelos elevados teores de matéria orgânica, teores totais dos nutrientes, inclusive nitrogênio, teor de água e relação C/N (MALAVOLTA, 1981). A riqueza de um adubo orgânico em nutriente depende da origem do material e de seu manuseio. A busca pela melhoria da qualidade do solo e a necessidade de reduzir custos têm contribuído para aumentar o uso de estercos, resíduos sólidos e outros tipos de adubos orgânicos na produção agrícola (SEITER & HORWATH, 2004).

A matéria orgânica também oferece uma série de benefícios para o solo e, consequentemente, para as plantas cultivadas, haja vista que reduz a acidez, diminui os teores de alumínio e manganês tóxicos, aumenta o pH, CTC, transporte e disponibilidade de micronutrientes, melhora a estrutura do solo, refletindo

positivamente na aeração, permeabilidade e infiltração de água, promovendo um desenvolvimento vegetativo adequado, através de produtividades economicamente viáveis (CARDOSO; OLIVEIRA, 2002). Isso ocorre em razão de os resíduos orgânicos serem fontes de nutrientes, o que se torna importante dado que a matéria orgânica é responsável por grande parte das cargas existentes nos solos brasileiros, aumenta a atividade microbiana, melhora a retenção de água e controla a temperatura do solo. A prática de se adicionar adubos orgânicos ao solo é, portanto, uma forma de manter ou melhorar sua qualidade, aumentando o teor de matéria orgânica do solo e adicionando nutrientes ao solo, o que pode resultar em uma economia de fertilizantes minerais.

2.5.1. Esterco Bovino

O esterco bovino tem, na sua composição, de 30 a 58% de matéria orgânica, considerado ótimo meio de cultura para os organismos, em virtude de elevar a quantidade de bactérias do solo quando adicionado como fertilizante. Julgava-se, de início, que este aumento era devido aos microorganismos existentes no esterco, mais tarde, no entanto, ficou demonstrado que, mesmo se adicionando ao solo esterco esterilizado sem microorganismos vivos, obtinha-se aumento considerável da população microbiana (ERNANI; GIANELLO, 1983; DEMÉTRIO, 1988; ARAÚJO et al, 1999).

A adição de esterco favorece a complexação do alumínio trocável, reduzindo seus teores no solo, além de aumento de pH do solo, proporcionando elevação da CTC (ANDREOLA et al., 2000a, BAYER & MIELNICZUK, 1997). Sua aplicação fornece energia e carbono à população microbiana do solo, favorecendo as biotransformações dos nutrientes, principalmente do P (RHEINHEIMER et al., 2000; BAYER & MIELNICZUK, 1997). Adições contínuas de resíduos orgânicos não incorporados favorecem a formação e estabilidade de agregados, retenção de água, porosidade e aeração do solo (ANDREOLA et al., 2000b; BAYER & MIELNICZUK, 1997). Sob condições de longo período de manejo sob sistema de plantio direto, adubação orgânica com esterco e solo apresentando elevada fertilidade, não se espera a obtenção de respostas em produtividade para as culturas da rotação realizada, mesmo para culturas responsivas à adubação, como é o caso das gramíneas. Além disso, com a aplicação de altas doses de esterco nestas condições, espera-se obter aumentos na concentração superficial de nutrientes, e deslocamento dos nutrientes mais móveis em profundidade no perfil.

2.5.2. Biossólido

Para incentivar o uso de lodo de esgoto e seus derivados, sobretudo na agricultura, o termo biossólido foi criado e divulgado em todo o mundo. Biossólidos são definidos, pela USEPA (1995), como qualquer produto orgânico resultante do tratamento de esgotos, que pode ser benficialmente utilizado ou reciclado. Beneficamente implica ausência de danos ambientais e de prejuízos para a saúde de animais e humanos (USEPA, 1995). Todavia, há toda sorte de organismos em lodos de esgotos, tais como vírus, bactérias, protozoários e helmintos. Como resultado, questões relacionadas à saúde pública invariavelmente confrontam o aproveitamento desses resíduos. O Conselho de Meio Ambiente do Distrito Federal (CONAM/DF, 2006) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente elaboraram a Resolução CONAM/DF nº 03/2006 e a Resolução CONAMA no 375/2006, respectivamente, que recepcionam os limites para concentração de ovos viáveis de helmintos em biossólidos Classe A, que serão os únicos permitidos na agricultura brasileira a partir de 2011 (CONAMA, 2006).

O biossólido é comprovadamente um excelente fornecedor de matéria orgânica, capaz de melhorar as propriedades físicas do solo, rico em fósforo e nitrogênio, além de outros nutrientes presentes em menores quantidades (SILVA et al, 1998), podendo ser benficialmente reciclado dentro de ambientes (HENRY et al,1994), exercendo um papel fundamental na produção agrícola. Além disso, a matéria orgânica contida nos biossólidos pode aumentar o conteúdo de húmus que melhora a capacidade de armazenamento e de infiltração da água no solo, aumentando a resistência dos agregados e reduzindo a erosão (BETTIOL e CAMARGO, 2000). Apresentam grande potencial de uso como fertilizantes e condicionadores do solo e, quando atendem aos requisitos necessários quanto à concentração de metais pesados e patógenos, podem substituir parcial ou totalmente os fertilizantes minerais (SILVA et al., 2002a).

Segundo Raij (1998), os benefícios da aplicação do biossólido podem se equiparar ou superar os alcançados com a adubação mineral, principalmente em relação à produtividade e economia com fertilizantes, sobretudo, nitrogenados. A aplicação de biossólidos tem sido recomendada em culturas perenes e anuais, cujas partes comestíveis não entram em contato com o resíduo, e em pastagens e reflorestamentos (ANDREOLI et al., 1999; BETTIOL & CAMARGO, 2000).

2.5.3. Torta de mamona

A torta de mamona vem sendo utilizada como adubo desde meados do século passado, em diversos países, inclusive no Brasil, inicialmente na cultura do café. É aconselhável que a torta, mesmo sendo usada como adubo, passe pelo processo de destoxicação e desalerginização visto que, sua aplicação pode causar alergia aos trabalhadores e aos moradores das proximidades para onde a poeira da torta pode ser levada pelo vento, além de poder provocar intoxicação em animais domésticos, por outro lado, é provável que a desintoxicação diminua, esta também apresenta efeitos nematicidas como aqueles citados por Sampaio et al. (2006) e Damasceno et al. (2006), e efeitos na melhoria da estrutura física de solos compactados (BELTRÃO et al., 2006) e na formulação de substratos para a produção de mudas de tomate.

De acordo com Severino (2005), a torta é o principal subproduto da cadeia produtiva da mamona, produzida a partir da extração do óleo das sementes desta oleaginosa. Trata-se de produto com elevado teor de proteínas que é produzido na proporção aproximada de 1,2 tonelada para cada tonelada de óleo extraída (AZEVEDO e LIMA, 2001), valor que pode variar de acordo com o teor de óleo da semente. Em todo o mundo, seu uso predominantemente tem sido como adubo orgânico, embora possa obter valor significativamente maior se utilizada como alimento animal, aproveitando o alto teor de proteínas. No entanto, o autor afirma que este uso não tem sido possível, até o presente momento, devido à presença de elementos tóxicos e alergênicos em sua composição e à inexistência de tecnologia viável em processo industrial para seu processamento. Alguns estudos já demonstraram a rapidez com que a torta de mamona se mineraliza e consequentemente disponibiliza seus nutrientes. Entre 75 e 100% do nitrogênio da torta de mamona foi nitrificado em três meses. A velocidade de mineralização da torta de mamona, medida pela respiração microbiana, é cerca de seis vezes mais rápida que a de esterco bovino e quatorze vezes mais rápida que o bagaço de cana (SEVERINO *et al.*, 2004).

2.6. Adubação foliar

As plantas podem absorver N tanto da solução do solo como nas adubações foliares. A adubação foliar do N é mais eficiente do que a aplicação no solo, em termos de percentagem de absorção de N aplicado (recuperação superior a 80%) (ALEXANDER & SCHRODER, 1987), mas há a necessidade de múltiplas aplicações de soluções bastante diluídas para fornecer o N necessário a planta.

O nutriente aplicado foliarmente deve passar pela cutícula, formada pela deposição de cutina, que recobre a superfície foliar impermeabilizando parcialmente a folha e impedindo a livre movimentação de água e solutos. Os estômatos também podem permitir a passagem de soluções, desde que seja utilizado um espalhante adesivo que diminua a tensão superficial da solução, além de favorecer uma distribuição mais uniforme sobre a superfície foliar (HARPER, 1984).

Segundo Malavolta et al. (1997), o nitrogênio (N) estimula a formação e o desenvolvimento de gemas florais e frutíferas, maior vegetação e perfilhamento e aumento nos teores de proteína. Vieira et al. (1995) observaram que sementes de trigo de plantas submetidas à adubação nitrogenada em cobertura, independentemente da dose e da época de aplicação, elevaram a produção e sementes e não foram afetadas em sua qualidade fisiológica. De acordo com Malavolta et al. (1997), o potássio (K) estimula a vegetação e o perfilhamento, aumenta os teores de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas, estimula o enchimento de grãos, diminuindo o chochamento, melhora a utilização da água, aumenta a resistência à seca, às pragas e moléstias, além de ser um ativador de mais de 50 enzimas. Já o fósforo (P) pode acelerar a formação de raízes, apressar a maturação dos frutos, aumentar os teores de carboidratos, óleos, gorduras e proteínas e ajudar a fixação simbiótica do N. O cálcio (Ca) estimula o desenvolvimento das raízes, aumenta o pegamento das flores, além de ser essencial para manter a integridade estrutural das membranas e da parede celular.

2.6.1 Absorção e participação do Nitrogênio com a adubação foliar

O Nitrogênio (N) é um dos elementos cuja deficiência mais afeta o crescimento dos vegetais, por isso é um dos nutrientes mais requeridos pela plantas. Junto ao N, o carbono (C), o oxigênio (O) e o hidrogênio (H) são os principais constituintes das biomoléculas. O nitrogênio, em relação aos adubos, tende a ser o de preço mais elevado,

pois sua industrialização requer diversas etapas que tornam seu custo de fabricação alta quando comparado aos demais nutrientes. A quantidade de N colocado a disposição das plantas, além de estar diretamente relacionado aos custos de produção, afeta o desenvolvimento vegetal e, em consequência, a qualidade e quantidade da produção (MC CULLOUGH et al, 1994).

Redinbaugh & Campbell (1991) caracterizaram o íon nitrato (NO_3^-) como responsável em acelerar as mudanças no metabolismo e o desenvolvimento da planta em resposta à disponibilidade flutuante dessa fonte de N. Em função da importância do N em seu desenvolvimento, as plantas desenvolveram complexos sistemas de absorção, transporte e assimilação de N para, além de otimizar o gasto de energia, evitar também a perda do nutriente.

No solo, o N pode existir tanto em forma orgânica como mineral. As formas minerais mais comuns de N nos solos são a nítrica (NO_3^-) e a amoniacal (NH_4^+). As plantas podem absorver N tanto da solução do solo como de aplicações foliares. A adubação via foliar de N é mais eficiente do que a aplicação no solo, em termos de percentagem de absorção de N aplicado (recuperação superior a 80%) (ALEXANDER & SCHROEDER, 1987), mas a necessidade de múltiplas aplicações de soluções bastante diluídas para fornecer o N necessário a planta, torna o anti-econômico como método primário de fertilização.

2.7. Uréia

Apenas os fertilizantes amoniacais ou formadores de amônio, como a uréia, são recomendados no cultivo. A uréia destaca-se pelo elevado conteúdo de nitrogênio (N) e menor custo por unidade do nutriente aplicado, razões que a tornam na principal fonte de N para a cultura. No entanto, este fertilizante apresenta reação inicial alcalina no solo, favorecendo as perdas por volatilização de amônia, processo cuja intensidade varia em função das condições climáticas, atributos do solo e de práticas de manejo.

Existem alternativas associadas ao manejo do fertilizante que podem minimizar as perdas por volatilização de amônia. Neste sentido, os inibidores de urease têm se destacado como estratégia bastante promissora (WATSON, 2000). Os inibidores de urease são compostos que, quando adicionados à uréia, diminuem a atividade da urease, retardando a hidrólise do fertilizante. Em decorrência, há mais tempo para que a uréia se difunda do local de aplicação, por ação da chuva ou da água de irrigação, reduzindo a

volatilização de amônia (AGROTAIN, 2001). De forma geral, recomenda-se a sua utilização em lavouras com alto potencial produtivo, sob condições de solo e/ou de cultivo favoráveis à volatilização de amônia e na ocorrência de baixa probabilidade de incorporação da uréia ao solo por ação da água (WATSON, 2000).

2.7.1. Avaliação do estado nutricional

Na maioria das vezes a folha é o órgão da planta onde as alterações fisiológicas devidas a distúrbios nutricionais se tornam mais evidentes. Por essa razão quase sempre os diagnósticos nutricionais das plantas são feitos através das folhas pela técnica que de forma ampla se denomina como diagnose foliar. A diagnose foliar pode ser feita por meio da observação visual de sintomas de distúrbios nutricionais - diagnose visual ou através de procedimentos mais sofisticados que envolvem a análise química das folhas. Em ambos os casos há necessidade de serem observados determinados princípios para que os resultados possam ser devidamente interpretados para garantirem recomendações apropriadas com resultado econômico para os produtores.

Os sintomas visuais são manifestações exteriores de eventos bioquímicos que ocorrem a nível molecular, celular e nos tecidos vegetais. Isso permite que os sintomas de deficiências ou excessos sejam reproduzíveis mesmo em espécies de plantas diferentes uma vez que os processos bioquímicos exercem sempre funções específicas (MALAVOLTA *et al.* 1989). É evidente que há diferença de comportamento entre espécies, nem sempre havendo manifestação de sintomas de todos os nutrientes. Há espécies que são comuns deficiências de alguns nutrientes enquanto em outras os mesmos não se manifestam.

Segundo Malavolta (1989), de forma bastante simplificada os sintomas de deficiência mais comuns podem ser descritos como segue:

Nitrogênio - O principal indício da deficiência é uma coloração verde amarelada pálida nas folhas. A folha depois torna-se amarela. Há redução no tamanho das folhas, menor crescimento das árvores que se tornam raquícticas.

Fósforo - Plantas pouco desenvolvidas, caules finos e pequeno número de folhas. As folhas deficientes apresentam um bronzeamento na parte inferior restrito em geral à metade distal da folha.

Potássio - Folhas com margens cloróticas que em seguida secam e tornam-se necróticas. A necrose progride para o centro das folhas.

Magnésio - Desenvolvimento de clorose nas regiões entre as nervuras. A clorose pode se espalhar para dentro das folhas a partir das bordas formando uma espécie de espinha de peixe.

Boro - As folhas ficam retorcidas, coloração brilhante com nervuras aparentemente mais largas. Em plantas não ramificadas não há diferenciação de lançamentos, formando o que se chama de escova de garrafa. Pode haver morte de gemas.

Cobre - Secamento da extremidade e depois das margens das folhas. Ocorre desfoliação precoce, a gema terminal morre e novos brotos laterais se desenvolvem.

Zinco - A lâmina foliar fica muito reduzida em relação ao seu comprimento. Há redução do tamanho dos internódios com a formação de tufos terminais de folhas tipo roseta.

Ferro- Os sintomas de deficiência ocorrem nas folhas mais novas, que tornam-se de cor verde-amarelada ou amarelo-parda e, com as nervuras principal e secundárias permanecendo verdes, podendo ocorrer, ainda, a queda dessas folhas. No entanto, a exigência da bananeira quanto a esse micronutriente é muito pequena.

Manganês- Os sintomas de carência iniciam-se com uma clorose nas folhas II, III e IV e depois nas mais novas e mais velhas, com um amarelecimento das margens, que progride para a nervura principal, permanecendo verdes os espaços internervais, levando a morte prematura das folhas e, inclusive, a perdas elevadas na produção no caso de deficiência severa, causada, muitas vezes, pelo excesso no uso da calagem ou quando da presença de solos com alto teor de matéria orgânica.

Molibdênio- O molibdênio é necessário para a formação da enzima nitrato redutase, que reduz o nitrato a amônio dentro da planta, O molibdênio intervém ainda, no metabolismo do fósforo. Ao contrário do que ocorre com o boro, ferro, cobre e zinco, a disponibilidade de molibdênio aumenta a medida que se eleva o pH do solo

Cloro- Em excesso provoca clorose e necrose foliar. A carência de cloro reduz o crescimento vegetal em mais de 50 % e provoca o aparecimento de folhas murchas por clorose e necrose, bem como o atrofiamento das raízes. Inicialmente, os sintomas acentuam-se nas zonas mais velhas das plantas. A carência de cloro é raríssima.

3.0. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido através de dois experimentos instalados nas dependências do CNPA- EMBRAPA, na cidade de Campina Grande em ambiente natural, para determinação do crescimento inicial do pinhão manso na adubação no solo e foliar, em função de épocas, fontes e quantidades variadas.

3.1. Localização do experimento, características climáticas e ambientes edáficos

O Centro Nacional de Pesquisa de Algodão localiza-se na Zona Centro Oriental do Estado da Paraíba, no Planalto da Borborema, cujas coordenadas geográficas são latitude sul $7^{\circ}13'11''S$, longitude oeste $35^{\circ}53'31''W$ e altitude 547,56m. O período chuvoso é de março a julho e o mais seco de outubro a dezembro. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o município apresenta precipitação total anual de 802,1mm, temperatura máxima normal de $27,5^{\circ}C$ e a mínima normal em média de $19,2^{\circ}C$.

3.2. Material do solo

O material do solo utilizado para a condução de ambos os experimentos, foi do tipo Neossolo Regolítico, proveniente do município de Lagoa Seca, PB. O material do solo foi coletado nas instalações da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária (EMEPA), na profundidade de 0-20cm, e caracterizado quimicamente no Laboratório de Solos da Embrapa Algodão e a análise física foi realizada na UFCG.

3.3. Unidades experimentais

Foram utilizados vasos plásticos, com capacidade de aproximadamente 37litros, no total de 51 vasos, os quais foram levados aproximadamente à capacidade de campo usando-se água de abastecimento local. No fundo dos vasos foram feitos furos na parte inferior para permitir a drenagem, todos foram pintados de cor prata fosca, tendo-se em vista amenizar os efeitos dos raios solares emitidos por esta cor.

3.4. Controle de pragas e plantas daninhas

Para o controle de pragas nos experimentos, foram realizadas amostragens periódicas, para que fosse possível avaliar os danos e adotar o método de controle mais eficaz. Assim sendo, o controle foi realizado inicialmente com Endosulfan no controle dos ácaros, com pulverizador costal manual. Posteriormente foi realizada pulverização preventiva com Enxofre-(inorgânico)*. No decorrer do experimento, a cultura foi mantida livre de ervas daninhas, eliminando-se manualmente as que por ventura apareciam.

3.5. Irrigação

Foram realizadas irrigações diárias nos vasos quando necessário, de forma a repor a água consumida na evapotranspiração e manter o solo com umidade próxima à capacidade de campo. A água utilizada foi à de abastecimento do município de Campina Grande, PB, cujas características físico-químicas encontram-se na Tabela (1).

Tabela 1- Composição físico-química da água de abastecimento usada no experimento. Embrapa Algodão- Campina Grande – PB –2006.

pH	C.E. (dS.m ⁻¹)	DQO (mg.L ⁻¹)	Mg (mg.L ⁻¹)	HCO ₃ (mg.L ⁻¹)	Alcalinidade (mg.L ⁻¹)	Ca (mg.L ⁻¹)
7,89	0,59	30	76	66,92	80	113
Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo total	Ortofosfato	Sólidos suspensos	Sólidos totais
----- (mg.L ⁻¹) -----						
0,88	0,00	0,18	0,09	0,05	5	454

Análises realizadas no Laboratório de Análises químicas, físicas e microbiológicas do PROSAB.

DQO=Demandânia química de Oxigênio/ C.E= Condutividade Elétrica

3.6. Condução do Experimento 1 – Adubação no solo

3.6.1. Média diária mensal da temperatura no período do experimento

Apresentam-se na Tabela 2, os dados da temperatura e umidade, registrados na Estação Metereológica do CNPA-EMBRAPA, durante o período de condução do experimento, coompreendido entre o plantio e a última colheita.

*Produto comercial- Kumulus DF

Tabela 2- Média diária da temperatura e umidade relativa do ar na EMBRAPA-ALGODÃO (Abril á Setembro- 2006)

	Temperatura (°C)			Umidade relativa do ar %
	média	máxima	mínima	
Abril	24,4	29,0	21,4	80
Maio	23,6	28,0	20,6	81
Junho	22,1	26,1	19,5	83
Julho	21,6	26,0	18,7	81
Agosto	21,9	26,8	18,7	77
Setembro	23,0	28,9	19,5	71

3.6.2. Características Químicas e Físicas do Solo

As características físicas e químicas do solo da camada de 0–20cm utilizado no experimento são apresentados na tabela 3 e 4.

Tabela 3 – Características químicas do solo usado no experimento.
Embrapa Algodão, Campina Grande – Pb, 2006.

pH		Complexo Sortivo (mmolc/dm ³)						%	mmolc/d m ³	mg/dm ³	g/kg	
1:2,5	H ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺²	K ⁺²	S	H+Al	T	V	Al ⁺³	P	MO
5,8		10,6	5,3	0,3	1,2	13,5	11,6	25,1	54	1,0	1,2	3,1

Análises realizadas pelo Laboratório de Solo da Embrapa Algodão. Campina Grande, PB. 2006.

Tabela 4 – Características físicas do solo usado no experimento. Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2006.

Densidade – g/cm ³			Granulometria - g/kg				
Densidad	Densida	Porosidade%	Umidade	Areia	Silte	Argila	Classificação Textural
Aparente	de Real						
1,77	2,65	33,15	0,50	77,16	11,36	11,48	Franco Arenoso

Análises realizadas pelo Laboratório de Solo da UFCG. Campina Grande, PB. 2006.



Figura. 04- Vista parcial do experimento. Campina Grande, 2006
Fonte: Andreia Sousa Guimarães

3.6.3. Preparo do solo

O material do solo fornecido para o experimento, inicialmente foi preparado convencionalmente e logo após foi adicionado os respectivos substratos (esterco bovino, biossólido, torta de mamona e N- Mineral) nas quantidades pré-calculadas que serão expostas a seguir, levando-se em consideração os teores de nitrogênio considerados das fontes fornecidas: Esterco Bovino (1,7% de N) /Biossólido (2,6% de N)/ Torta de mamona (4,5% de N)/ Uréia (45% de N) (Tabela 5) . A adubação química realizada foi feita com base no resultado da análise química do solo. Todos os tratamentos receberam uma adubação convencional, em fundação, em cada vaso, sendo aplicado um lastro de superfosfato triplo (P_2O_5) e Cloreto de Potássio (K_2O) respectivamente, sendo a quantidade de adubo calculada (baseada no total estipulado de 80 kg/ha) foi de 4,6g por vaso de superfosfato simples e 1,4g de Cloreto de Potássio. Por ser o nitrogênio muito volátil e sua volatilidade variar com a temperatura, as quantidades de nitrogênio na adubação química foram parceladas: 33% no plantio e 67% em cobertura.

Tabela 5. Analise da composição química dos adubos utilizados

	N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	CaO	Mg	MgO
Torta de mamona	4,5	3,11	7,1		0,66	0,79	0,75	1,05	0,51 0,88
Esterco bovino	1,7	0,87	2,0		0,32	0,38	0,30	0,42	0,18 0,31
Lodo de esgoto	2,6	3,76	8,6		0,21	0,25	1,61	2,25	2,04 3,54

Analise realizada pelo Laboratório de Química do Solo, pertencente a Embrapa Algodão

3.6.4. Plantio

O plantio ocorreu no dia 12/04/2006, com sementes provenientes do município de Garanhuns-PE, sendo semeadas cinco sementes por vaso, inserida na posição com a carúncula para cima, tendo em vista a aceleração na germinação da semente. As sementes foram plantadas com uma profundidade de aproximadamente 5cm e uma distância de 3cm entre as sementes. O desbaste foi realizado quinze dias após a emergência das sementes, retirando-se as plântulas consideradas menos vigorosas e se deixando apenas uma planta por vaso, sendo escolhidas as de tamanho uniforme e bem distribuída no recipiente.

3.6.5. Descrição das variáveis avaliadas

Com base no procedimento recomendado por Beltrão (1998), fez-se uma avaliação das características de crescimento inicial. Sendo as variáveis relacionadas ao crescimento do pinhão manso aos 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias após a emergência das plântulas, tendo as seguintes variáveis:

Altura da planta (cm): foram feitas medições da altura a cada 15 dias com a utilização de uma régua graduada, desde o colo da planta até a inserção da última folha.

Diâmetro caulinar: a avaliação do diâmetro caulinar foi realizada com um paquímetro, verificando-se o diâmetro a 3, 5 e 8 cm do solo.

Área foliar: tomou-se as medidas da folha (largura e comprimento da nervura principal), considerando-se como tamanho da nervura principal a distância entre o ponto de inserção do pecíolo e a extremidade inferior da folha e como largura a maior dimensão aproximadamente perpendicular a nervura principal. A área foliar foi calculada pela fórmula $A = 0,84 \times (P + L) \times 0,99$ sugerida por Severino et al. (2006), utilizando valores do comprimento da nervura principal (P) e da largura da folha (L).

Comprimento das raízes: logo após o término das nove avaliações, as raízes foram removidas, lavadas e secas, sendo então medidas o seu comprimento com uma régua, analisando cada tratamento.

Peso da fitomassa aérea: a parte área de cada tratamento (caule e folhas), foram cortados e recolhidos em sacos de papel, onde logo após sendo levados a estufa a 65° C, permanecendo durante 96h. Depois de retirados da estufa o material foi retirado da estufa e colocado em sacos plásticos (para evitar ganho de umidade) para o transporte até o local onde foi feita a pesagem em balança de precisão, anotando-se cada tratamento.

Peso das raízes: as raízes foram removidas e logo após foram lavadas em água corrente, levado a estufa a 65° C durante 96h, onde realizou-se a pesagem conforme descrito na fitomassa aérea.

Análise do tecido vegetal: após o procedimento de secagem das partes das plantas as amostras foram trituradas em moinho e acondicionadas em sacos de papel para análises posteriores. Depois de processadas, as amostras secas foram submetidas ao processo de digestão sulfúrica para avaliação dos teores dos macronutrientes.

3.6.6. Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se no experimento o delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, totalizando dezessete tratamentos, sendo este último à testemunha sem adubação. Os tratamentos consistiram em quatro tipos de fertilizantes (esterco de curral, bioossólido, torta de mamona e adubo químico em dose de uréia) e cada um com quatro doses distintas (85, 170, 225 e 340 kg de “N” por há equivalente).

TRATAMENTOS:

- T1-Esterco de Curral, D1= 50,8g/vaso(85 kg de N/ha).
- T2-Esterco de Curral, D2= 101,6 g/vaso(170 kg de N/ha).
- T3-Esterco de Curral, D3=152,46 g/vaso(255 kg de N/ha).
- T4-Esterco de Curral, D4= 203,28 g/vaso(340 kg de N/ha).
- T5-Biossólido, D1 33,2 g/vaso(85 kg de N/ha).
- T6-Biossólido, D2 66,4 g/vaso(170 kg de N/ha).
- T7-Biossólido, D3 =99,6 g/vaso (255 kg de N/ha).
- T8-Biossólido, D3= 132,8 g/vaso (340 kg de N/ha).
- T9-Torta de mamona, D1= 19,2 g/vaso(85 kg de N/ha).
- T10-Torta de mamona, D2= 38,4 g/vaso(170 kg de N/ha).
- T11-Torta de mamona, D3= 57,6 g/vaso(255 kg de N/ha).
- T12-Torta de mamona, D4= 76,8 g/vaso(340 kg de N/ha).
- T13-Uréia, D1= 1,8 g/vaso (85 kg de N/ha).
- T14-Uréia, D2= 3,6 g/vaso (170 kg de N/ha).
- T15-Uréia, D3= 5,4 g/vaso (255 kg de N/ha).
- T16-Uréia, D4= 7,2 g/vaso (340 kg de N/ha).
- T17-Testemunha, sem adubação

3.6.7. Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste F, quando se constatou efeito significativo na análise de variância. Foi utilizada análise de regressão para determinação do modelo matemático de forma a expressar as respostas das variáveis quantitativas das fonte e quantidades nas plantas.

3.7. Condução do Experimento II – Adubação foliar

3.7.1. Localização do experimento, características climáticas e do solo.

Na tabela 06, encontram-se as médias de temperatura e umidade relativa do ar durante os meses do experimento.

Tabela 06. Média diária da temperatura e umidade relativa do ar na EMBRAPA-ALGODÃO (Novembro-2006 á Abril- 2007)

MESES	média	Temperatura Máxima (°C)	mínima	Umidade Relativa do Ar (%)
Novembro	24,3	30,7	20,7	71
Dezembro	24,9	21,4	21,3	74
Janeiro	25,0	31,2	21,6	69
Fevereiro	25,3	31,0	21,9	74
Março	24,4	29,3	21,3	78
Abril	24,6	29,9	21,4	80

Tabela 07 – Características químicas do solo usado no experimento.
Embrapa Algodão, Campina Grande – Pb, 2006.

pH	H ₂ O	Complexo Sortivo (mmolc/dm ³)						%	mmolc/dm ³	mg/dm ³	g/kg	
		Ca ⁺ ²	Mg ⁺ ²	Na ⁺	K ⁺	S	H+Al	T	V	Al ⁺ ³	P	MO
1:2,5		6,0	10,8	5,8	0,8	1,4	13,5	12,1	21,3	80,8	1,5	1,0
												1,3

Análises realizadas no Laboratório de Solo da Embrapa Algodão. Campina Grande, PB. 2006.

3.7.2. Preparo do solo

O solo fornecido para o experimento, inicialmente foi preparado convencionalmente e logo após foi feita uma adubação de lastro (PK), com base nas recomendações colocadas na análise de fertilidade do solo.

3.7.3. Preparação das mudas

O plantio das mudas ocorreu no dia 07/11/2006, onde foi realizada uma adubação com esterco, e logo após plantadas sementes provenientes do município de

Garanhos- PE, sendo semeadas duas sementes por cada saco de polietileno, inserida na posição com a carúncula para cima, tendo em vista a aceleração na germinação da semente. As sementes foram plantadas com uma profundidade de aproximadamente 5cm e o desbaste foi realizado quinze dias após a emergência, deixando apenas uma planta por saco.



Fig. 05- Mudas em casa de vegetação antes do replantio. Campina Grande (2006)
Fonte: Andreia de Sousa Guimarães

3.7.4. Replantio

O replantio para os vasos no local da condução do experimento ocorreu no dia 23/11/2006, com a adubação de lastro já realizada. Após o replantio, as plantas foram irrigadas evitando a perda de água nas mudas.

3.7.5. Adubação foliar

Antes das adubações foliares, foi feita a calibração no pulverizador costal de 20 litros, tendo uma vazão média de 304,33 l/ha. Foram realizadas cinco adubações foliares aos 65, 80, 95, 110 e 125 dias após a emergência, no período da manhã. As adubações quinzenais consistiam de aplicações de Uréia (6, 8, 10, 12%) como fonte de nitrogênio e Cloreto de potássio (2, 4, 6 e 8%) como fonte de potássio, com uma base em um volume de calda de 300l/ha. Para a pulverização, cada tratamento era disposto em fileiras e logo após pulverizados em uma distância total de 10 metros.

3.7.6. Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se no experimento o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema de análise fatorial $[(4 \times 4) + 1]$, com três repetições,

totalizando dezessete tratamentos, sendo este último à testemunha sem adubação foliar. Os tratamentos consistiram em quatro tipos de dosagens de Uréia e Cloreto de Potássio e cada um com quatro doses distintas (Uréia- 6, 8, 10 e 12% e KCl- 2, 4, 6 e 8%).

Dosagens:

N_1 = Uréia 6% (D1) = 1,6g/vaso (22,5 Kg de N/ha)

N_2 = Uréia 8% (D2) = 3,2g/vaso (45,0 Kg de N/ha)

N_3 = Uréia 10% (D3) = 4,8g/vaso (67,5 Kg de N/ha)

N_4 = Uréia 12% (D4) = 6,4 g/vaso (90,0 Kg de N/ha)

K_1 = Cloreto de Potássio 2% (D1) = 0,54g/vaso (12,0 Kg de K/ha)

K_2 = Cloreto de Potássio 4% (D2) = 1,08g/vaso (24 Kg de K/ha)

K_3 = Cloreto de Potássio 6% (D3) = 1,62g/vaso (36 Kg de K/ha)

K_4 = Cloreto de Potássio 8% (D4) = 2,18g/vaso (48 Kg de K/ha)

TRATAMENTOS:

$T_1 = N_1 + K_1$

$T_2 = N_1 + K_2$

$T_3 = N_1 + K_3$

$T_4 = N_1 + K_4$

$T_5 = N_2 + K_1$

$T_6 = N_2 + K_2$

$T_7 = N_2 + K_3$

$T_8 = N_2 + K_4$

$T_9 = N_3 + K_1$

$T_{10} = N_3 + K_2$

$T_{11} = N_3 + K_3$

$T_{12} = N_3 + K_4$

$T_{13} = N_4 + K_1$

$T_{14} = N_4 + K_2$

$T_{15} = N_4 + K_3$

$T_{16} = N_4 + K_4$

T_{17} = Testemunha

3.7.7. Descrição das variáveis avaliadas

Com base no procedimento recomendado por Beltrão (1998), fez-se uma avaliação das características do crescimento. Sendo as variáveis relacionadas ao crescimento do pinhão manso aos 65, 80, 95, 110, 125 e 140 dias após a emergência das plântulas, tendo as seguintes variáveis: altura da planta, diâmetro caulinar, área foliar, comprimento das raízes, fitomassa e análise do tecido vegetal, semelhante aos métodos utilizados no primeiro experimento.

3.7.8. Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste F, quando se constatou efeito significativo na análise de variância. Foi utilizada análise de regressão para determinação do modelo matemático de forma a expressar as respostas das variáveis quantitativas das fontes e doses nas plantas e desdobramento da interação dos fatores entre as doses de nitrogênio e cloreto de potássio. Foi utilizado o software SAS (Statistical Analysis System, versão 6.12), utilizando-se Regressão.

4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTO 1

4.1. Variáveis de crescimento

4.1.1. Altura Caulinar, Diâmetro e área foliar em função das fontes

As características de crescimento da planta do pinhão manso, via análise não destrutiva, foram estimados pelo valor das variáveis: altura, diâmetro caulinar e área foliar das plantas, a partir dos 15 dias após a emergência, em função dos quatro tipos de fertilizantes; Esterco Bovino (F1), Biossólido (F2), Torta de Mamona (F3) e NPK- Mineral (uréia- F4), durante nove avaliações sucessivas. São verificados na tabela 08, os modelos matemáticos para análise de crescimento, onde das variáveis avaliadas, a maioria apresentaram efeito significativo a 1% de probabilidade, tendo o menor coeficiente de relação observado nas plantas com fonte da torta de mamona. De acordo com Lopes (1989) a adubação é responsável por cerca de um terço ou mais da produção total das culturas chegando a muitos casos a 60-80%. Muitos autores acreditam que nenhum outro insumo leva a retorno tão elevado quanto ao uso dos fertilizantes.

Tabela 8. Modelos matemáticos para análise de crescimento: altura de planta; diâmetro caulinar e área foliar, em relação ao tempo, em função das diferentes fontes de Nitrogênio. Campina Grande, 2006.

Variável	Modelo	R ²	F
Altura de planta			
Esterco	$y = 17,4323/1+e^{(0,2508-0,0178*X)}$	0,99	8950,59**
Biossólido	$y = 21,6774/1+e^{(0,8276-0,0357*X)}$	0,99	7163,19**
Torta de mamona	$y = 20,7581/1+e^{(0,874-0,0415*X)}$	0,99	9244,78**
NPK	$y = 28,0249/1+e^{(1,4825-0,0522*X)}$	0,99	3981,94**
Diâmetro caulinar			
Esterco	$y = 142,8/1+e^{(5,4209-0,009*X)}$	0,99	2609,64**
Biossólido	$y = 3,5559/1+e^{(1,5937-0,019*X)}$	0,99	2270,11*
Torta de mamona	$y = 3,2855/1+e^{1,5786-0,0249*X}$	0,99	5584,7**
NPK	$y = 3,4305/1+e^{(1,2845-0,0251*X)}$	0,99	429,94**
Área foliar por planta			
Esterco	$y = 683,6/1+e^{(2,4309-0,0242*X)}$	0,97	249,91**
Biossólido	$y = -455,5+1026,4*(1-e^{(-0,0411*X)})$	0,93	40,81**
Torta de mamona	$y = -781,6+1344,5*(1-e^{(-0,0616*X)})$	0,72	7,56*
NPK	$y = 906,2/1+e^{(5,4109-0,1719*X)}$	0,80	61.55**

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

ns Não significativo

Nas figuras 06, são apresentados o comportamento da altura, diâmetro e área foliar, em função das fontes fornecidas dia após a emergência. Observa-se que o comportamento dessas variáveis, foi maior na fonte 4 (NPK-mineral), desde o início até o final das avaliações. Haja visto que a uréia é um fertilizante que tem por finalidade fornecer nitrogênio às plantas, trazendo como benefício um melhor crescimento e desenvolvimento das plantas. Seu uso feito de forma correta pode trazer aumentos de produtividade significativos.

Em relação aos adubos orgânicos foi verificada uma maior resposta nas variáveis de crescimento com a Fonte 2 (Biossólido) e a Fonte 3 (Torta de Mamona). Evidenciando assim que o biossólido é uma estratégia viável para o aproveitamento deste resíduo, pois o seu conteúdo é rico em nutrientes minerais, principalmente nitrogênio, fósforo e micronutrientes (TSUTIYA et al, 2001). Diante dos resultados, confere-se as vantagens da torta de mamona, devido o seu alto teor de nitrogênio com relação a quantidade de adubo aplicado. Guimarães et al (2006) notaram maior altura da mamoneira adubada com torta de mamona em comparação com o esterco bovino e biossólido, em experimento conduzido em casa de vegetação, utilizando vasos e matéria orgânica equivalente a 255 Kg de N/ha.

Observa-se que a adubação com Biossólido e torta de mamona, na altura caulinar diante da quinta avaliação, promoveu um efeito significativo de 40,90%, em relação à testemunha. O diâmetro caulinar para a torta de mamona apresentou um aumento de 40,62% em relação ao tratamento não adubado.

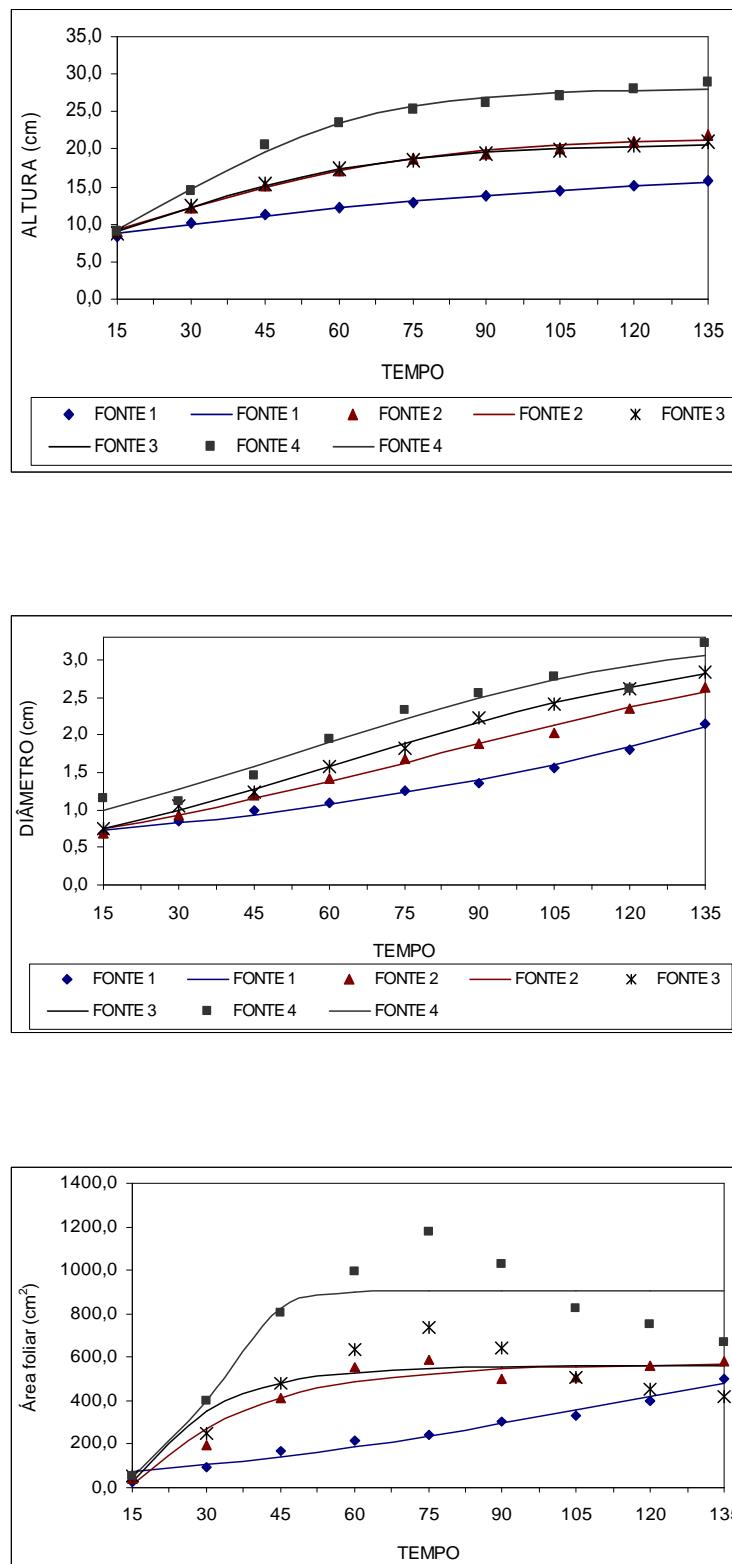


Fig.06- Altura Caulinar, diâmetro e área foliar, do pinhão manso em função das fontes fornecidas, diante das nove avaliações: F1 (Esterco bovino), F2 (Biossólido), F3 (Torta de mamona e F4 (NPK- Mineral- uréia). Campina Grande, 2006.

4.1.2. Altura Caulinar em função das fontes e quantidades

Na Tabela 09 encontram-se as equações de regressão da altura em função das fontes e quantidades aplicadas. Verifica-se que nessa variável, as fontes e quantidades exerceram efeitos significativos a 1% de probabilidade na altura caulinár do pinhão manso.

Tabela 09. Modelos matemáticos para altura, em função do tipo de fonte de matéria orgânica e suas respectivas quantidades. Campina Grande, 2006.

Altura de planta	Modelo	R ²	F
<u>Esterco</u>			
85 kg de N/ha	$y = 15,886/1+e^{(0,1806-0,014*X)}$	0,98	3497,04**
170 kg de N/ha	$y = 14,3635/1+e^{(-0,1458-0,0292*X)}$	0,99	14679,7**
255 kg de N/ha	$y = 21,9565/1+e^{(0,5034-0,0156*X)}$	0,99	4735,24**
340 kg de N/ha	$y = 19,2367/1+e^{(0,5539-0,0181*X)}$	0,99	6134,87**
<u>Biossólido</u>			
85 kg de N/ha	$y = 20,0681/1+e^{(0,7616-0,0411*X)}$	0,99	4801,65**
170 kg de N/ha	$y = 18,0468/1+e^{(0,4837-0,0421*X)}$	0,98	3948,27**
255 kg de N/ha	$y = 23,1948/1+e^{(0,9157-0,0303*X)}$	0,99	6093,66**
340 kg de N/ha	$y = 25,5849/1+e^{(1,1739-0,0372*X)}$	0,99	2748,98**
<u>Torta de Mamona</u>			
85 kg de N/ha	$y = 19,3898/1+e^{(0,7763-0,0366*X)}$	0,98	2488,21**
170 kg de N/ha	$y = 20,531/1+e^{(0,8867-0,0392*X)}$	0,99	4318,21**
255 kg de N/ha	$y = 20,4261/1+e^{(0,6601-0,0325*X)}$	0,98	2872,21**
340 kg de N/ha	$y = 23,2047/1+e^{(1,2311-0,0574*X)}$	0,98	2061,86**
<u>NPK</u>			
85 kg de N/ha	$y = 27,1764/1+e^{(1,2859-0,0483*X)}$	0,99	3462,13**
170 kg de N/ha	$y = 28,7553/1+e^{(1,6053-0,0498*X)}$	0,99	1842,75**
255 kg de N/ha	$y = 27,1395/1+e^{(1,3789-0,0462*X)}$	0,99	4600,31**
340 kg de N/ha	$y = 29,3365/1+e^{(1,7253-0,0663*X)}$	0,98	1469,82**

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

NS Não significativo

A figura 07, representa o comportamento da altura, verificando a evolução da planta ao longo do experimento. Pelas curvas de crescimento, estima-se que os maiores valores para a altura é 15,8 , 13,9 e 12,0cm, para esterco bovino nas quantidades de 255 Kg de N/ha; 340 Kg de N/ha e 170 Kg de N/ha, respectivamente, todos em torno de 90 dias após à emergência da planta. Lima et al (2006), verificaram maior crescimento da mamoneira quando adicionaram esterco bovino em comparação com a adição de cinza de madeira e afirma que este é o melhor desempenho, provavelmente a elevação do pH do

solo e a melhoria nas características físicas. Na quantidade de 255 Kg/ha de N, houve um aumento de 10,37% em relação à testemunha, no que se refere à altura.

Na mesma figura, a quantidade que sobressaiu das demais foi a F2D4 (biossólido-340 Kg de N/ha), o mesmo pode ser observado na figura “C”, quando a quantidade mesmo diante da fonte 3 (torta de mamona), também apresentou a melhor altura. Na figura “D”, a F4D4 (NPK-340 Kg de N/ha) foi a que mais favoreceu a altura da planta, obtendo um aumento de crescimento da planta de 104,95% em relação à testemunha. Esses resultados concordam com Filho et al (2005), onde a aplicação de nitrogênio, seja na forma de uréia ou de sulfato de amônio, resultou em rendimentos de grãos de feijão significativamente maiores que os demais tratamentos. A resposta ao nitrogênio indica que nem sempre o nitrogênio dessa fonte está disponível (VIEIRA, 2000).

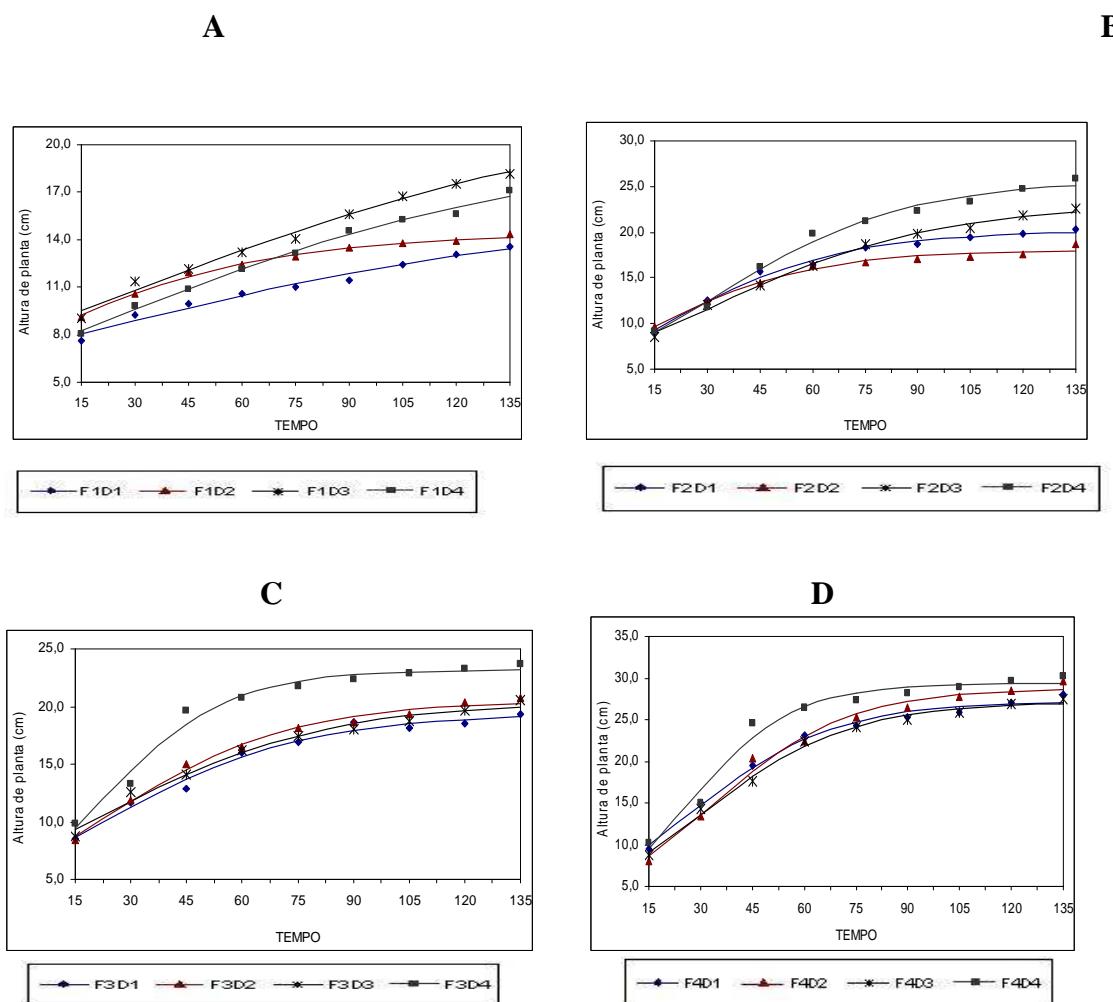


Fig. 07- Altura Caulinar em função das fontes e quantidades fornecidas. Fontes: F1 (Esterco bovino), F2 (Biossólido), F3 (Torta de mamona) e F4 (NPK- Mineral- uréia) /

Quantidades: D1 (85 Kg de N/ha); D2 (170 Kg de N/ha); D3 (255 Kg de N/ha) e D4 (Kg de N/ha).Campina Grande, 2006.

Observa-se na figura 8 e 9 o crescimento da planta nos primeiros 34 dias, entre as fontes (Esterco e Biossólido), onde verifica-se um maior crescimento no tratamento com Biossólido. Nas figuras 10 e 11, torna-se evidente a importância da adubação, haja visto que a Fonte (NPK-mineral) superou a testemunha em 77,89 e 45,16% em relação a altura caulinar e o diâmetro. A nutrição e adubação mineral exercem grande influência no processo de crescimento, fazendo-se necessário otimizar seu uso com a finalidade de se obter o maior rendimento com o menor custo possível (CARVALHO, 1998).



Fig. 08- Esterco (Quantidade 2)- 34 DAE
Fonte: Napoleão Beltrão (2006)



Fig. 09- Biassólido (Quantidade 2) - 34 DAE
Fonte: Napoleão Beltrão (2006)



Fig.10- Testemunha - 68 DAE
Fonte: Napoleão Beltrão (2006)



Fig. 11- NPK (Quantidade 1) - 68 DAE
Fonte: Napoleão Beltrão (2006)

4.1.3. Diâmetro em função das fontes e quantidades

Observa-se na tabela 10, os modelos matemáticos utilizados nos diâmetros das plantas, em todas as fontes e quantidades fornecidas, onde o efeito foi significativo a 1% de probabilidade. O diâmetro do caule é uma característica importante, haja visto que, quanto maior o seu valor mais a planta apresenta vigor, robustez e, portanto, maior resistência. Trabalhos realizados por Santos (2008), com aplicação de fertilizantes e doses de nitrogênio variadas, com Esterco e Biossólido em mamoneira, verificou-se que nem as quantidades nem os fertilizantes aplicados, exercearam efeitos significativos sobre o diâmetro do caule.

Tabela 10. Modelos matemáticos para diâmetro, em função do tipo de fonte de matéria orgânica e suas respectivas quantidades. Campina Grande, 2006.

Diâmetro caulinar	Modelo	R ²	F
<u>Esterco</u>			
85 kg de N/ha	$y = 156,2/1+e^{(5,5647-0,00828*X)}$	0,97	765,86**
170 kg de N/ha	$y = 109,5/1+e^{(5,1557-0,00823*X)}$	0,98	1096,81**
255 kg de N/ha	$y = 10,8062/1+e^{(2,6495-0,00977*X)}$	0,99	3444,47**
340 kg de N/ha	$y = 241,9/1+e^{(6,0518-0,0108*X)}$	0,99	1877,22**
<u>Biossólido</u>			
85 kg de N/ha	$y = 3,8187/1+e^{(1,673-0,018*X)}$	0,99	2258,77**
170 kg de N/ha	$y = 4,2431/1+e^{(1,7381-0,0148*X)}$	0,99	1473,23**
255 kg de N/ha	$y = 3,2718/1+e^{(1,6494-0,0214*X)}$	0,99	2059,08**
340 kg de N/ha	$y = 3,3393/1+e^{(1,5147-0,023*X)}$	0,98	964,20**
<u>Torta de mamona</u>			
85 kg de N/ha	$y = 3,0969/1+e^{(1,7133-0,0256*X)}$	0,97	415,10**
170 kg de N/ha	$y = 3,6648/1+e^{(1,6196-0,0229*X)}$	0,99	1656,67**
255 kg de N/ha	$y = 3,6164/1+e^{(1,5587-0,0213*X)}$	0,99	2227,86**
340 kg de N/ha	$y = 3,0031/1+e^{(1,5465-0,031*X)}$	0,99	7128,73**
<u>NPK</u>			
85 kg de N/ha	$y = 3,484/1+e^{(1,5237-0,0275*X)}$	0,98	1017,20**
170 kg de N/ha	$y = 3,4092/1+e^{(1,9129-0,037*X)}$	0,99	3434,19**
255 kg de N/ha	$y = 3,6251/1+e^{(1,807-0,0291*X)}$	0,99	1716,09**
340 kg de N/ha	$y = 3,2967/1+e^{(1,7176-0,0353*X)}$	0,99	20837,0**

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

NS Não significativo

Verifica-se na figura 12, o comportamento do diâmetro em respostas as fontes e quantidades aplicadas. Observa-se que o Esterco a 255 Kg de N/ha, obteve um melhor crescimento nas sete avaliações, porém a partir da oitava a maior quantidade de esterco conferiu melhor resposta. Níveis altos de N no solo geralmente coincidem com níveis elevados de N na planta, resultando em um crescimento mais rápido (PRIMAVESI, 1988). Na figura B, a quantidade mais elevada do Biossólido foi a que apresentou respostas mais significativas em relação às quantidades inferiores. Constatando-se um efeito de 43,58% maior que a testemunha nos 135 dias de experimento. Resultados semelhantes foram obtidos por Nascimento (2003), em experimento utilizando biossólido como adubo e condicionador do solo na cultura da mamona, nas quantidades de 75 e 150 Kg de N/ha.

Respostas semelhantes são encontradas nas figuras “C” e “D”, onde torta de mamona e o NPK-mineral, se sobressaíram na quantidade de 340 Kg de N/ha, favorecendo a variável analisada. A eficiência da Uréia relaciona-se com o pH do solo que foi de 5,8, favorecendo assim a não volatilização com facilidade, em presença de temperaturas maiores que 19⁰C. Segundo Mengel (1996), menos de 50% do N incorporado no solo na forma orgânica é transformado em N inorgânico, ou seja, é mineralizado, sendo a outra parte encontrada em associação à massa microbiana do solo. Este processo de decomposição dos resíduos vegetais é muito importante e tem implicações práticas quanto ao manejo da adubação nitrogenada das culturas.

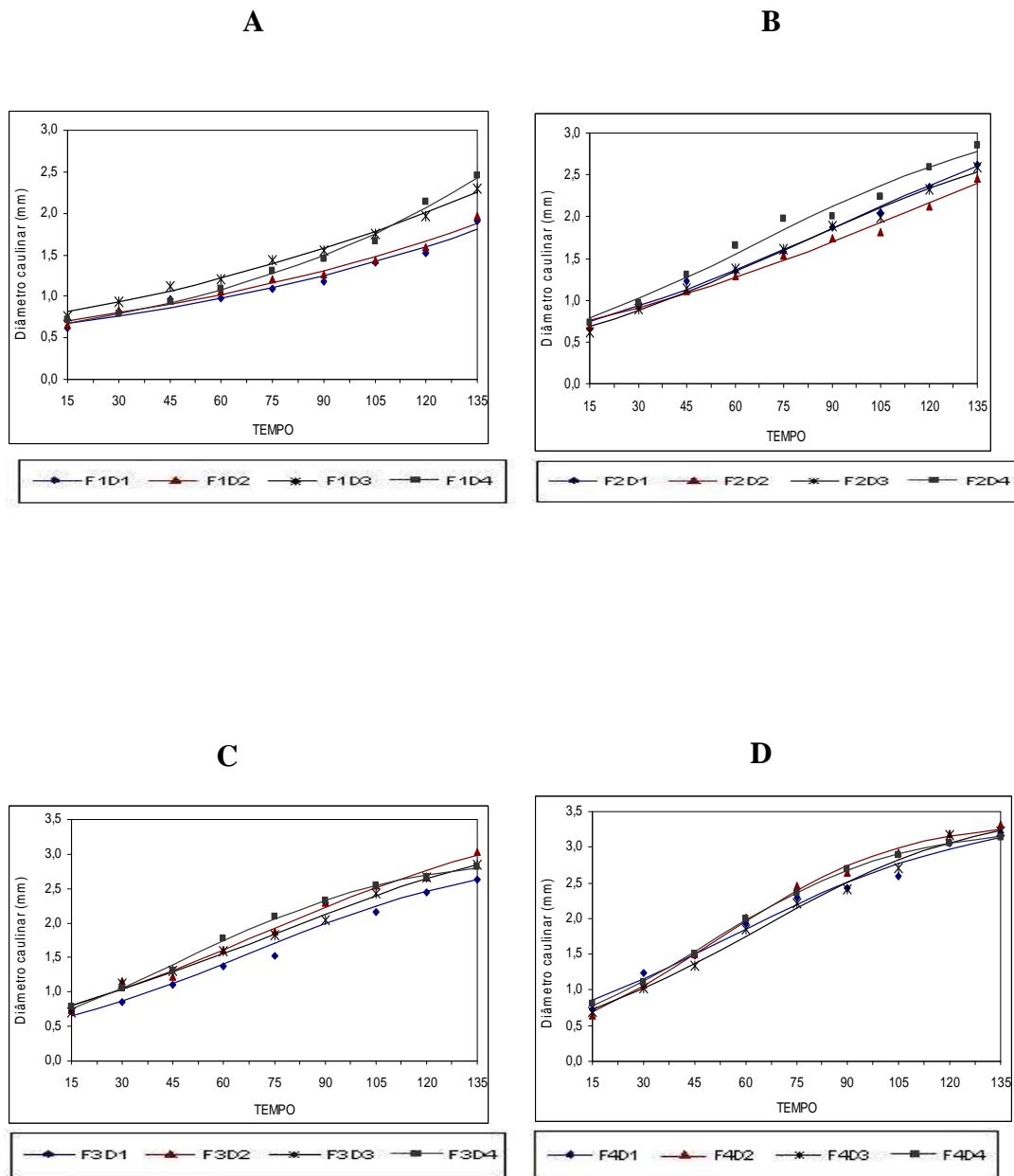


Fig. 12- Diâmetro em função das fontes e quantidades fornecidas. Fontes: F1 (Esterco bovino), F2 (Biossólido), F3 (Torta de mamona) e F4 (NPK- Mineral- uréia) / Quantidades: D1 (85 Kg de N/ha); D2 (170 Kg de N/ha); D3 (255 Kg de N/ha) e D4 (340 Kg de N/ha), CampinaGrande,2006

4.1.4. Área foliar em função das fontes e quantidades

Admitindo-se as equações para área foliar da planta (Tabela 11), que em quase todas as quantidades e fontes apresentaram efeitos significativos a 1% de probabilidade, exceto na quantidade de 340 Kg de N/ha para a torta de mamona e NPK- mineral. Trabalhos realizados por Guimarães et al (2007), testando fontes orgânicas e mineral na

mamoneira, obtiveram resultados semelhantes, tendo a quantidade de 255 Kg de N/ha, a que maior favoreceu o desempenho para a área foliar.

Albuquerque et al (2006), objetivando verificar o crescimento vegetativo da mamoneira submetida a diferentes fontes (torta de mamona, sulfato de amônio) e quantidades de nitrogênio (30, 60, 120, 240 e 480Kg de N/ha), observaram que as quantidades de nitrogênio de 291,2 e de 465,9 apresentaram os melhores resultados para altura, diâmetro e área foliar.

Tabela 11. Modelos matemáticos para área foliar, em função do tipo de fonte de nitrogênio e suas respectivas quantidades. Campina Grande, 2006.

Área foliar por planta	Modelo	R ²	F
<u>Esterco</u>			
85 kg de N/ha	$y = 348,6/1+e^{(2,2604-0,0298*X)}$	0,94	147,96**
170 kg de N/ha	$y = -73,021+356,7*(1-e^{(-0,0206*X)})$	0,94	44,93**
255 kg de N/ha	$y = 178355/1+e^{(7,6019-0,0156*X)}$	0,95	159,52**
340 kg de N/ha	$y = 804,6/1+e^{(2,7418-0,0298*X)}$	0,97	282,47**
<u>Biossólido</u>			
85 kg de N/ha	$y = 492,4/1+e^{(4,858-0,1561*X)}$	0,91	165,87**
170 kg de N/ha	$y = 428,9/1+e^{(3,4999-0,1082*X)}$	0,85	96,26**
255 kg de N/ha	$y = 679,4/1+e^{(3,9916-0,0901*X)}$	0,99	1145,44**
340 kg de N/ha	$y = 621,2/1+e^{(6,055-0,1838*X)}$	0,92	156,24**
<u>Torta de Mamona</u>			
85 kg de N/ha	$y = 448/(1+e^{(4,6231-0,1212*X)})$	0,62	21,25**
170 kg de N/ha	$y = -544,6+1116,9*(1-e^{(-0,0502*X)})$	0,71	7,28*
255 kg de N/ha	$y = -839,4+1469,2*(1-e^{(-0,0579*X)})$	0,79	11,37**
340 kg de N/ha	$y = -1448,7+2069,6*(1-e^{(-0,0853*X)})$	0,56	3,82 ^{ns}
<u>NPK</u>			
85 kg de N/ha	$y = 790/(1+e^{(6,0751-0,2043*X)})$	0,87	128,00**
170 kg de N/ha	$y = 1124,1/1+e^{(4,9239-0,1281*X)}$	0,81	52,68**
255 kg de N/ha	$y = 832,9/1+e^{(5,5675-0,1697*X)}$	0,67	29,17**
340 kg de N/ha	$y = -2475,2+3376,9*(1-e^{(-0,0907*X)})$	0,59	4,23 ^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

ns Não significativo

Os modelos de regressão verificados para análise foliar por planta, apresentados na figura 13, demonstra que a fonte 1 (esterco bovino), apresentou efeitos semelhantes em quase todas as quantidades. Segundo Pedrosa et al (2005), em trabalhos realizados com biossólido em algodão, conclui que quantidades acima de 350 kg de N/ha, ocasiona o aumento do pH do solo, que por sua vez irá diminuir a disponibilidade de micronutrientes (Fe, B, Cu, Zn, Mn), culminando na queda de uma futura produção.

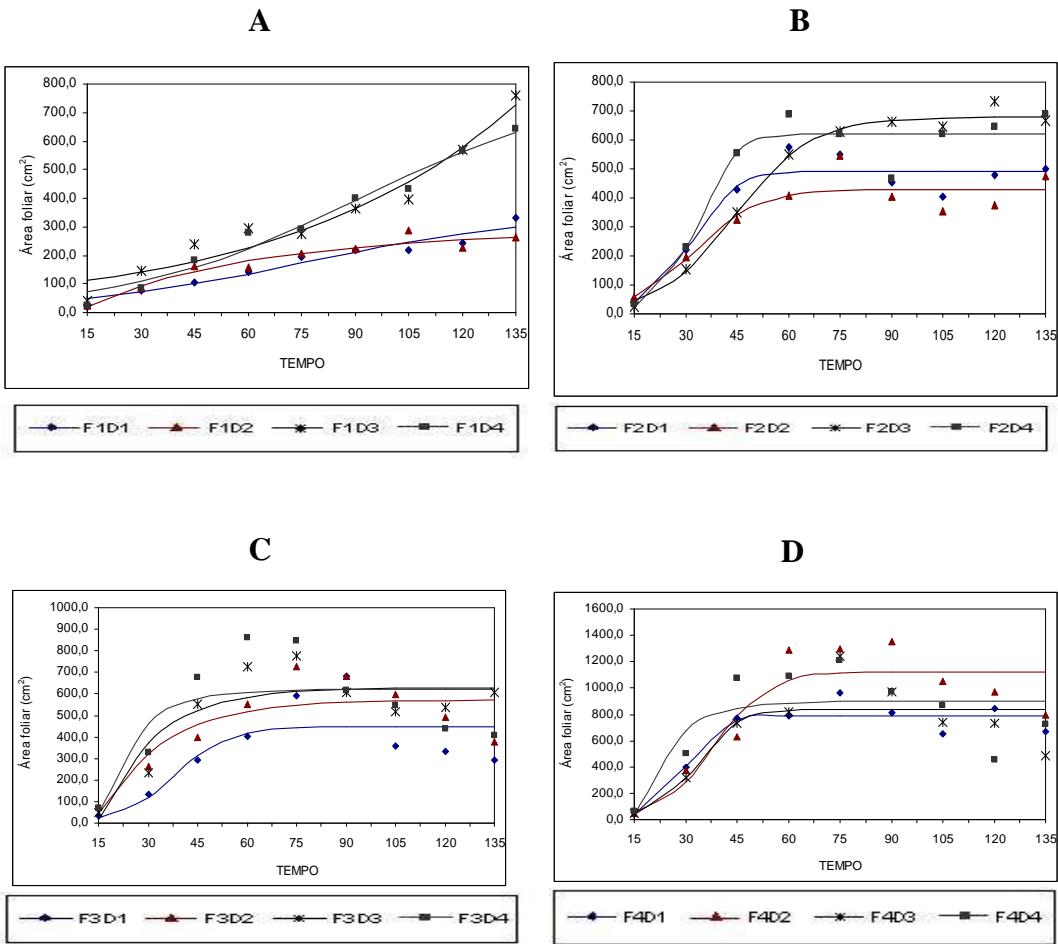


Fig. 13- Área foliar em função das fontes e quantidades fornecidas. Fontes: F1 (Esterco bovino), F2 (Biossólido), F3 (Torta de mamona) e F4 (NPK- Mineral- uréia) / Quantidades: D1 (85 Kg de N/ha); D2 (170 Kg de N/ha); D3 (255 Kg de N/ha) e D4 (340 Kg de N/ha). Campina Grande, 2006

4.1.5. Análise da Fitomassa

Na tabela 12 verifica-se o resumo da análise de variância do experimento para a regressão das variáveis: raiz, caule, folha, peso seco aéreo, raiz/parte aérea e comprimento da raiz, do pinhão manso submetido a diferentes tratamentos ao final de 135 dias após a emergência. De acordo com os resultados da ANOVA, utilizando-se o teste F pode-se notar que houve diferenças significativas ao nível de 1% de

probabilidade entre os tratamentos e blocos em relação às variáveis analisadas. Nota-se também que houve efeito significativo a 5% de probabilidade em relação às variáveis caule e folha.

Tabela 12. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados da fitomassa em função de diferentes fontes e quantidades.

Quadrados médios									
F.V	G.L.	Raíz	Caule	Folha	PS Tot	PS Aer	Raíz/ P aer	Com Raíz	
Tratamentos	16	128,53**	366,48**	21,29**	1219,68**	586,24**	0,022**	78,20**	
Bloco	2	29,82**	91,90*	8,88*	310,57**	162,18**	0,016	89,34**	
Trata. vs									
Testemunha	1	136,19**	436,35**	98,42**	1759,13**	926,55**	0,0012	10,18	
Resíduo	32	5,115	17,77	2,56	45,92	27,81	0,008	8,90	
C.V. (%)	-	21,92	20,83	23,53	18,29	19,65	25,05	18,86	

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

Os dados da fitomassa fresca radicular para a fonte 4 (NPK- mineral), confirma que a fitomassa cresceu até a quantidade de 172,4 Kg/ha proporcionando 22,23g de fitomassa. Após esta quantidade, de acordo com o modelo de regressão ajustado, o aumento das quantidades de N causou redução desta variável. Para a fonte 1 (esterco) e fonte 3 (torta de mamona), constata-se com a figura 14A, que o aumento da quantidade de N proporcionou um incremento de 0,0125 e 0,0264g na fitomassa fresca radicular. O valor de R^2 indica que o modelo explica 0,68 e 0,81% de variação total observada nos dados, apresentando uma baixa alienação. Observa-se na figura B, a fitomassa fresca Parte área nas quatro quantidades de N aplicadas, verificando que o esterco e o bioassólido apresentaram modelo linear com aumento na fitomassa, à medida que a quantidade aumentava; já a torta de mamona revelou modelo quadrático indicando crescimento desta variável até um valor máximo de 19g, que ocorreu na quantidade de 225 Kg/ha.

Notou-se na figura C, que a curva na fonte da torta de mamona, ocorreu de forma crescente até 227,31 Kg/ha, aumentando a fitomassa das folhas do pinhão manso em 6,93g. Após esta quantidade, de acordo com o modelo de regressão ajustado, o aumento das quantidades de N causou redução da variável. Valida-se na figura D, que o aumento das quantidades de N para esterco e torta de mamona, foram linear e crescente

da primeira até a última quantidade no que se refere a fitomassa total, indicando um aumento de 164% em relação a testemunha.

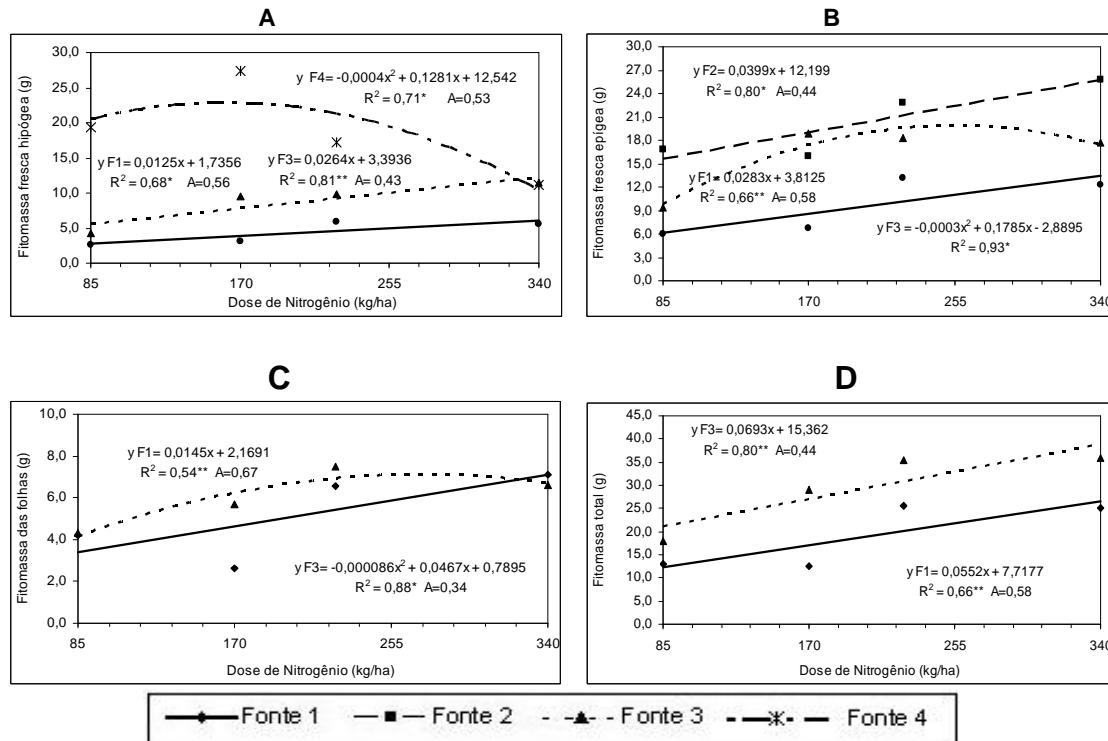


Fig. 14. Modelos de regressão para peso seco da raiz, nas Fontes esterco, torta de mamona e NPK (A); peso seco do caule e ramos, nas fontes 1, 2 e 3 (B); peso seco das folhas, nas fontes 1 e 3 (C); e peso seco total nas Fontes 1 e 3 (D) em função das quantidades de Nitrogênio (Kg/ha). Campina Grande, 2006

Na figura 15 A e B, observa-se que na variável raíz/parte aérea, o NPK-mineral apresentou um modelo quadrático com um coeficiente de 0,91%. Em relação ao comprimento da raiz, a fonte que determinou o efeito crescente foi o biossólido, finalizando na quantidade de 340 kg/ha um comprimento referente a 23,2cm. Stone et al. (1999), trabalhando com adubação nitrogenada em arroz de sequeiro com níveis de 0 a 160 Kg/ha de N obtiveram resposta linear para IAF e massa seca de plantas.

Araújo et al. (2005) notaram decréscimos significativos na produção de fitomassa seca de plântulas de soja e trigo em solos tratados com quantidades de

biossólido. Resposta quadrática observada na produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes na cultura do maracujazeiro, com aplicação de lodo de esgoto, foi observada por Prado & Natale (2005), em casa de vegetação, com quantidades de até 3Kg/ ha (base seca).

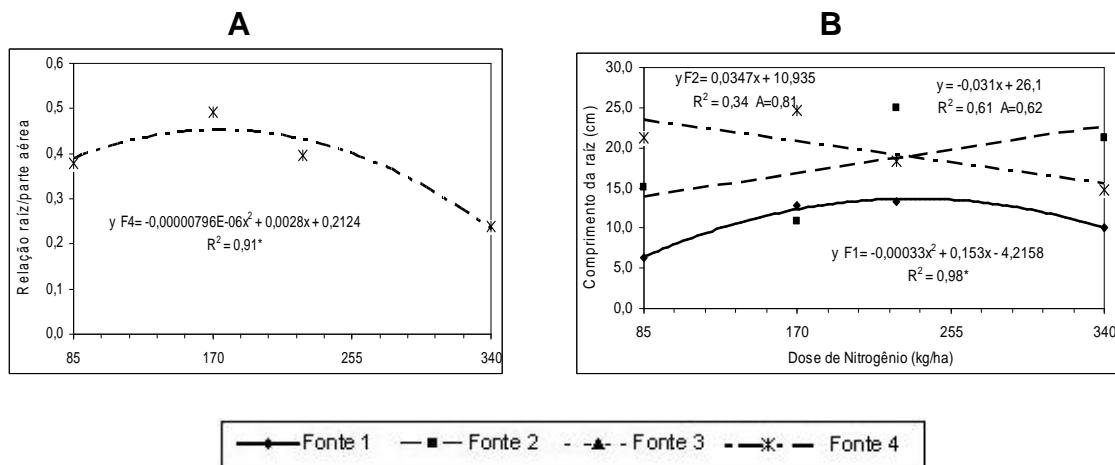


Fig. 15. Modelos de regressão para peso seco da parte aérea, nas Fontes esterco, biossólido e torta de mamona (A); relação raiz/parte aérea, na Fontes NPK (B); e comprimento da raiz, nas fontes esterco, biossólido e NPK; (C) em função das quantidades de Nitrogênio (kg/ha). Campina Grande, 2006

Nas figuras 16 e 17, observa-se que a quantidade aplicada na maior proporção de N evidenciou, que o NPK- mineral contribuiu para um maior crescimento do sistema radicular, quando comparado com a testemunha, sendo esse aumento de 28,79% na última quantidade, sendo a uréia um fertilizante mineral rico em N.

Na comparação entre esterco e torta de mamona (fig. 18 e 19), percebeu-se que o máximo de comprimento radicular foi obtido com a torta de mamona, sendo esse semelhante ao biossólido na última quantidade aplicada

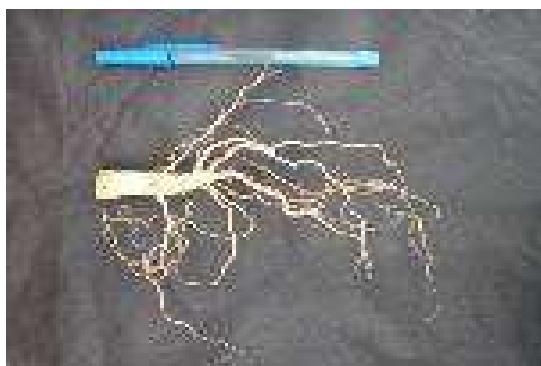


Fig.16 – Testemunha

Fonte: Andreia de Sousa Guimarães (2006)



Fig. 17- NPK- Quantidade 4

Fonte: Andreia de Sousa Guimarães(2006)



Fig. 18- Esterco- Quantidade 4

Fonte: Andreia de Sousa Guimarães (2006)



Fig. 19- Torta de mamona- Quantidade 4

Fonte: Andreia de Sousa Guimarães(2006)

4.1.6. *Análise do Tecido vegetal*

Observa-se nas tabelas 13 e 14, os valores médios da análise vegetal em função das fontes e quantidades aplicadas, constatando que o P, P₂O₅, K, K₂O, Mg e MgO exerceram uma influência significativa de 5% de probabilidade e o Ca e CaO, apresentaram uma influência de 1% de probabilidade. O acúmulo de Nitrogênio, proteína bruta, Potássio e K₂O na fonte 1 (esterco) foi verificada e apresentada uma equação quadrática, já para a fonte 2 (biossólido) foi observada uma equação linear, onde ambas foram significativas a 1 e 5% de probabilidade (Fig. 20). Este acréscimo pode estar associado a um possível aumento na mineralização da matéria orgânica e maior disponibilização pelo maior contato com as partículas do solo. De forma similar, Simonete et al. (2003) constataram aumento no acúmulo de nutrientes com a aplicação de biossólido a um Argissolo Vermelho-Amarelo, na cultura do milho. Este aumento no

acúmulo de N e K era esperado, uma vez que há aumento nos teores trocáveis de Ca, Mg e K, com a aplicação e maior incorporação do lodo de esgoto, conforme observado por Simonete et al. (2003), que notaram aumento proporcional na soma de bases a cada dose aplicada do resíduo. O Cálcio (Ca) é essencial para o crescimento e aprofundamento das raízes, vital para a germinação do grão de pólen e faz parte da parede celular dos tecidos vegetais.

Tabela 13. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados análise do tecido vegetal (%) em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio Campina Grande, 2006.

F.V	G.L	N	P.B.	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O
Tratamentos	16	0.314ns	12.31ns	0.015**	0.081**	0.172**	0.248**
Bloco	2	0.636ns	24.74ns	0.01ns	0.054ns	0.022ns	0.033ns
Trata. vs Test	1	0.617ns	24.31ns	0.013ns	0.074ns	0.456**	0.657ns
Resíduo	32	0.212	8.27	0.0049	0.026	0.024	0.035
C.V. (%)	-	22,87	22,85	21,37	21,27	17,20	17,20

N- Nitrogênio; P.B.- Proteína Bruta; P-Fósforo; P₂O₅ –pentóxido de Fósforo; K- Potássio; K₂O- óxido de Potássio.

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

ns Não significativo

Tabela 14. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados da análise do tecido vegetal (%) em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio Campina Grande, 2006. (continuação)

F.V	G.L	Ca	CaO	Mg	MgO	S
Tratamentos	1	60.14*	0.279*	0.044**	0.132**	0.001ns
Bloco	2	0.11ns	0.223ns	0.031ns	0.096ns	0.0009ns
Trata. Vs Test	1	0.01ns	0.028ns	0.023ns	0.068ns	0.001ns
Resíduo	32	0.062	0.124	0.011	0.036	0.001
C.V. (%)	-	31,31	31,41	11,86	11,93	20,66

Ca- Cálcio; CaO.- Óxidode Cálcio; Mg-Magnésio; MgO –óxido de Magnésio ;S- Enxofre

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

ns Não significativo

Ao final do experimento, verifica-se que o aumento das quantidades de N, diminui a quantidade de N e proteína bruta na planta quando fornecida a Fonte 1 (esterco), já para o potássio e o K₂O a equação apresentada foi quadrática, com uma curva crescente a medida que as quantidades de N aumentavam.

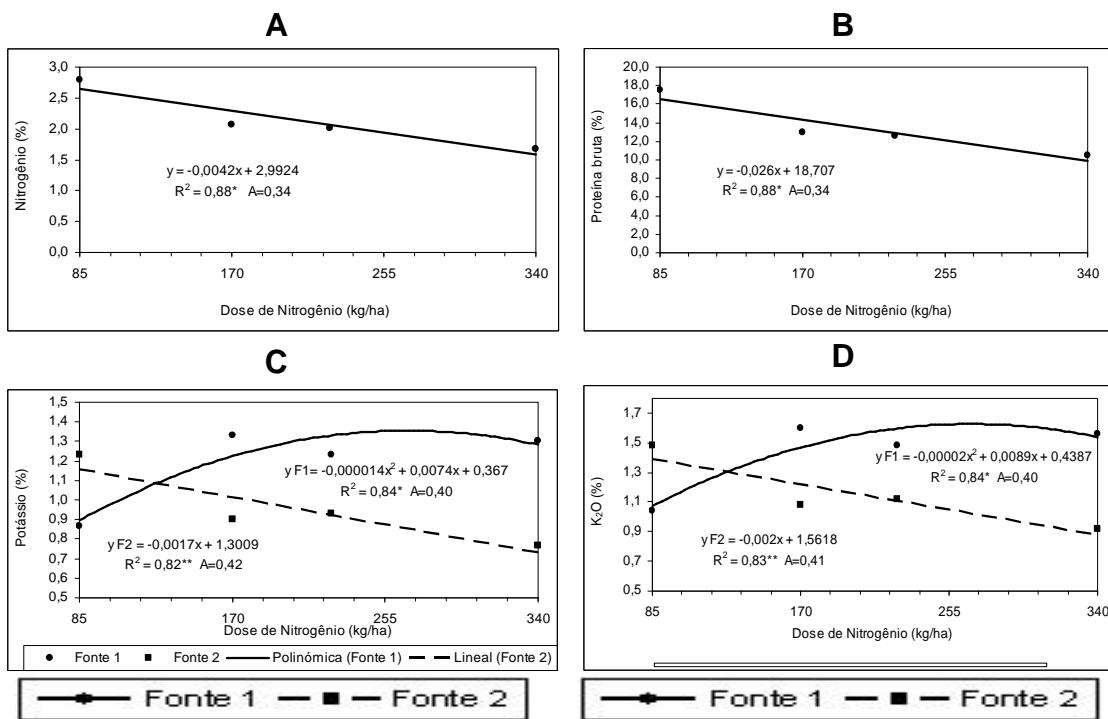


Fig. 20. Modelos de regressão para os teores observados na análise de tecido vegetal: teores de nitrogênio (A) e proteína bruta (B) na fonte esterco ; teores de potássio (C) e K₂O (D) nas fontes esterco e biossólido. Campina Grande, 2006.

Os dados da análise dos nutrientes determinados para esterco e torta de mamona, foram apresentados estimando uma equação de regressão $YF1=2E-05X^2-0,0101X +1,8455$, com r^2 ajustado= 0,98 para a presença de Ca na fonte 3 e uma equação de $YF3=-0,0016X+1,2064$, com r^2 ajustado=0,50 para o esterco (Fig.21A) e baixa alienação.

A equação de regressão obtida na análise de regressão para o CaO na fonte 1 (esterco) foi $YF1=0,00003 X^2 - 0,0146X +2,6361$, com $r^2 = 0,98$ e a fonte 3 (torta de mamona), $YF3=0,0023X+1,6909$, apresentando um r^2 de 0,47 (Fig. 21 B) e uma alienação alta de 0,72.

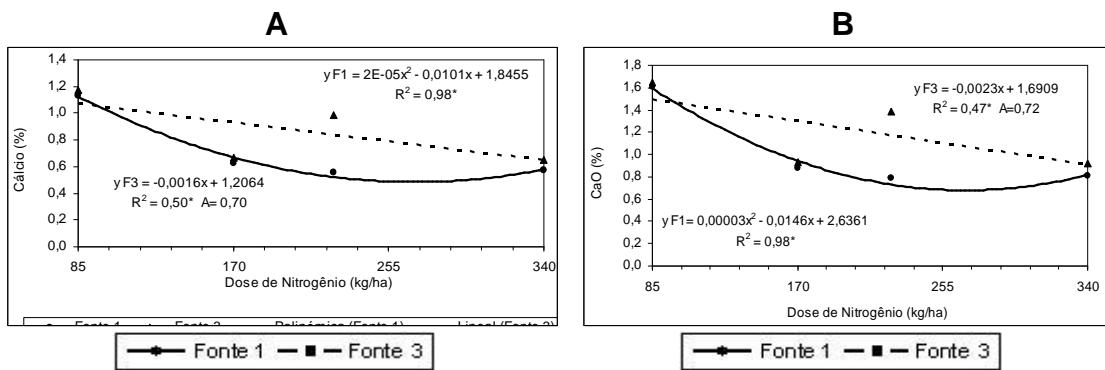


Fig. 21. Modelos de regressão para os teores observados na análise de tecido vegetal: teores de cálcio (A) e CaO (B) nas fontes de esterco e torta de mamona.

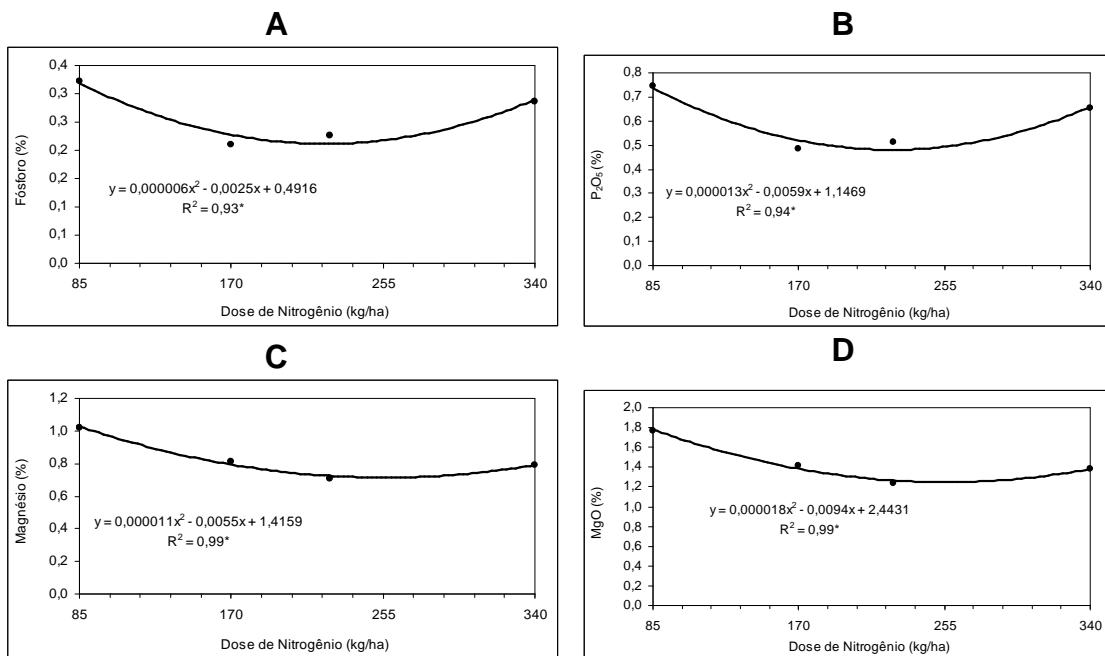


Fig.22- Modelos de regressão para os teores observados na análise de tecido vegetal: teores de fósforo (A) e P₂O₅ (B); Magnésio (C) e MgO (D) as fontes 4.

Na figura 22 encontra-se os teores de nutrientes da fonte 4 (NPK), para o P, P₂O₅, Mg e MgO em resposta às diferentes quantidades aplicadas. Verifica-se que o estádio inicial de crescimento do pinhão manso as menores quantidades e médias conferiram melhores respostas do que a quantidade mais elevada, porém a partir da segunda quantidade houve um decréscimo, ocorrendo novamente um aumento na de 340 kg de N/ha. O fósforo é essencial no metabolismo das plantas, desempenhando papel

importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É também componente estrutural dos ácidos nucléicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos.

5.0. CONCLUSÕES

- O pinhão manso nos primeiros 135 dias do seu ciclo, respondeu a adubação orgânica, com os produtos Biossólido e Torta de Mamona, de forma significativa em relação à testemunha sem fertilizantes.
- As plantas do pinhão manso foram beneficiadas pela adubação, em especial com a NPK-mineral, proporcionando um incremento na altura de 96,14% quando comparados com a testemunha, sem o uso de fertilizantes.
- Considerando a adubação orgânica, o biossólido e a torta de mamona aumentaram significativamente o crescimento da planta promovendo incremento, como traduzido pelas variáveis, altura da planta e diâmetro caulinar de respectivamente 40,9% e 40,6% com relação ao controle, sem adubação orgânica.
- A quantidade de maior resposta foi á de 340 Kg de N/ha, com a adubação mineral, com um incremento de 104,9% com relação à altura, quando comparado ao controle, e na fitomassa o aumento foi crescente até 227,3 Kg de N/ ha .

6.0. EXPERIMENTO 2

6.1. Variáveis de crescimento

6.1.1. Altura em função da interação das quantidades de N e K

As características de crescimento da cultura do pinhão manso, após adubação foliar foram representadas pela altura, diâmetro caulinar e área foliar das plantas, correspondente as seis avaliações sucessivas, realizadas aos 65, 80, 95, 110, 125 e 140 dias após a emergência.

Na tabela 15, estão apresentados os modelos matemáticos da altura em função das quantidades de N e K, observando-se que a variável apresentada foi significativa a 1% de probabilidade em todos os tratamentos durante os 140 dias. Alguns tratamentos foram superiores em se tratando do teste F, sendo esses o N1K1, N2K2, N3K2, N3K4 e N4K4.

Tabela 15. Modelos matemáticos para análise de crescimento (Altura), em função do nitrogênio nas quantidades de potássio. Campina Grande, 2007.

	Modelo	R ²	F
N1K1	$y = 85,3082/1+e^{(1,0524-0,0246*X)}$	0,99	17438,3**
N1K2	$y = 86,2198/1+e^{(2,2001-0,0433*X)}$	0,99	8153,35**
N1K3	$y = 88,198/1+e^{(1,8767-0,0392*X)}$	0,98	3841,81**
N1K4	$y = 83,0884/1+e^{(1,2731-0,0301*X)}$	0,99	9288,39**
N2K1	$y = 234,1/1+e^{(1,8204-0,00833*X)}$	0,99	5526,40**
N2K2	$y = 144,9/1+e^{(1,3475-0,0124*X)}$	0,99	19451,2**
N2K3	$y = 94,5742/1+e^{(1,8095-0,0304*X)}$	0,98	2123,90**
N2K4	$y = 148,4/1+e^{(1,2654-0,0109*X)}$	0,99	9055,35**
N3K1	$y = 164,9/1+e^{(1,4473-0,0111*X)}$	0,98	2567,27**
N3K2	$y = 193,3/1+e^{(1,4167-0,00732*X)}$	0,99	39615,4**
N3K3	$y = 106,2/1+e^{(1,5893-0,0198*X)}$	0,99	6681,09**
N3K4	$y = 106,5/1+e^{(1,2354-0,0183*X)}$	0,99	11909,8**
N4K1	$y = 100,6/1+e^{(1,5339-0,0237*X)}$	0,98	2974,50**
N4K2	$y = 209,4/1+e^{(1,628-0,00899*X)}$	0,97	1571,10**
N4K3	$y = 77,9404/1+e^{(1,6812-0,0335*X)}$	0,98	3321,36**
N4K4	$y = 120,3/1+e^{(1,096-0,0128*X)}$	0,99	16050,8**

N1K1- 22,5 Kg de N/ha + 12,0 Kg de K/ha; N1K2-22,5 Kg de N/ha+ 24,0 Kg de K/ha; N1K3- 22,5 Kg de N/ha+ 36,0 Kg de K/ha; N1K4- 22,5 Kg de N/ha+ 48,0 Kg de K/ha; N2K1-45,0 Kg de N/ha+12,0 Kg de K/ha; N2K2-45,0 Kg de N/ha+24,0 Kg de K/ha; N2K3-45,0 Kg de N/ha+36,0 Kg de K/ha; N2K4- 45,0 Kg de N/ha+48,0 Kg de K/ha; N3K1- 67,5 Kg de N/ha+12,0 Kg de K/ha; N3K2- 67,5 Kg de N/ha+24,0 Kg de K/ha; N3K3- 67,5 Kg de N/ha+36,0 Kg de K/ha; N3K4- 67,5 Kg de N/ha+48,0 Kg de K/ha; N4K1-90,0 Kg de N/ha+12,0 Kg de K/ha; N4K2- 90,0 Kg de N/ha+24,0 Kg de K/ha ; N4K3- 90,0 Kg de N/ha+36,0 Kg de K/ha; N4K4- 90,0 Kg de N/ha+48,0 Kg de K/ha.

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

NS Não significativo

Segundo os dados apresentados na Figura 20, podem ser observadas diferenças nas quantidades N1 (fig.23 A), sendo verificado uma curva crescente. Os tratamentos NIK2 e N1K3 se aproximaram diante do crescimento da planta, o mesmo pode-se verificar nos tratamentos N1K1 e N1K4. Mendes (1960), que observou absorção intensa de nutrientes a partir de 20 DAP. Pode-se deduzir então que a aplicação tardia da primeira cobertura com N interfere no desenvolvimento vegetativo da cultura, podendo resultar numa maior abscisão de botões diminuindo assim a produtividade.

Nota-se a influência significativa da variação das adubações foliares sobre a altura da planta do pinhão manso, sendo essa variável ajustada aos modelos de regressão, onde na figura “B” a N2K3, obteve um melhor crescimento do que as demais adubações aplicadas. A quantidade que sobressaiu das demais foi a N3K4 e N4K4 (Figura C e D). Segundo Carrow et al. (2001) a determinação da época de aplicação e a quantidade de N devem ser realizadas quando a planta está em pleno crescimento, o que está relacionado à temperatura. A altura caulinar do N4K4 ao final do experimento apresentou um aumento de 11,47% em relação à testemunha.

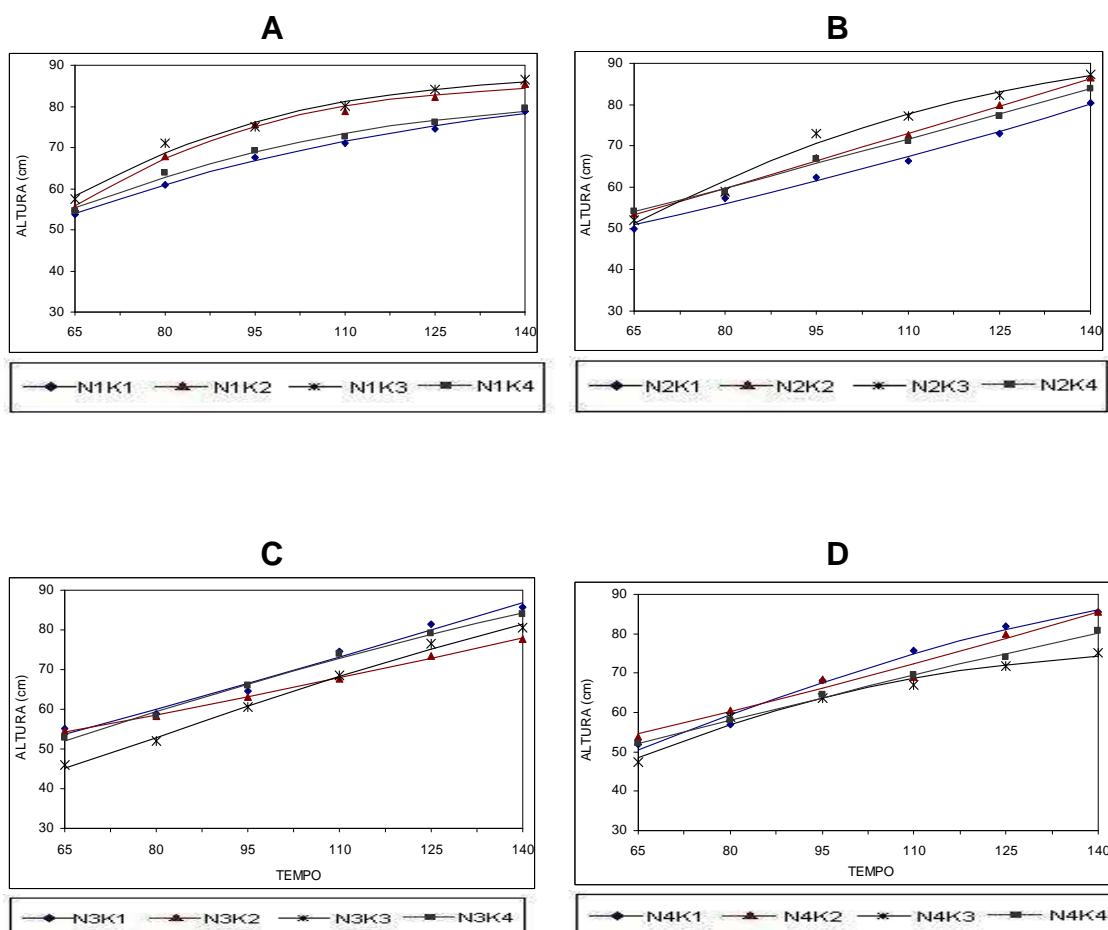


Fig. 23- Modelos de regressão para altura na quantidade de Nitrogênio 1 (A); Nitrogênio 2 (B); Nitrogênio 3 (C) e Nitrogênio 4 (D), dentro das doses de Potássio. Campina Grande, 2007.

6.1.2. Altura e Diâmetro em função das quantidades de N e K

Na Tabela 16 encontram-se os modelos matemáticos da altura e diâmetro em função das quantidades aplicadas para cada fonte analisada. Verifica-se que nessa variável, as quantidades aplicadas foram significativas a 1% de probabilidade.

Tabela 16. Modelos matemáticos para análise de crescimento, em função de diferentes quantidades de nitrogênio e potássio. Campina Grande, 2007.

Altura de planta	Modelo	R ²	F
<u>Nitrogênio</u>			
Quantidade 1	$y = 85,0698/1+e^{(1,5854-0,0344*X)}$	0,99	9723.59**
Quantidade 2	$y = 114/1+e^{(1,2036-0,016*X)}$	0,99	8450.33**
Quantidade 3	$y = 120,7/1+e^{(1,2326-0,0143*X)}$	0,99	9106.32**
Quantidade 4	$y = 100,3/1+e^{(1,174-0,0189*X)}$	0,99	12942.3**
<u>Potássio</u>			
Quantidade 1	$y = 109,1/1+e^{(1,1425-0,0164*X)}$	0,99	56713.3**
Quantidade 2	$y = 106,7/1+e^{(1,0185-0,0165*X)}$	0,99	8758.77**
Quantidade 3	$y = 89,7481/1+e^{(1,561-0,0282*X)}$	0,99	32429.1**
Quantidade 4	$y = 103,2/1+e^{(1,0259-0,0169*X)}$	0,99	40720.7**
<u>Diâmetro</u>			
<u>Nitrogênio</u>			
Quantidade 1	$y = 6,4386/1+e^{(0,995-0,014*X)}$	0,99	19975.2**
Quantidade 2	$y = 8,8334/1+e^{(1,2493-0,0099*X)}$	0,99	98383.7**
Quantidade 3	$y = 9,792/1+e^{(1,3167-0,00873*X)}$	0,99	127040,0**
Quantidade 4	$y = 5,6443/1+e^{(0,9268-0,0176*X)}$	0,99	133419,0**
<u>Potássio</u>			
Quantidade 1	$y = 12,5864/1+e^{(1,6355-0,00804*X)}$	0,99	17004.9**
Quantidade 2	$y = 5,8481/1+e^{(0,9661-0,0168*X)}$	0,99	49259.8**
Quantidade 3	$y = 7,7219/1+e^{(1,0115-0,0101*X)}$	0,99	18991.7**
Quantidade 4	$y = 6,1658/1+e^{(0,9996-0,0152*X)}$	0,99	52787.4**

Nitrogênio- Quantidade 1- 22,5 Kg de N/ha; Nitrogênio- Quantidade 2- 45,0 Kg de N/ha; Nitrogênio- Quantidade 3- 67,5 Kg de N/ha; Nitrogênio- Quantidade 4- 90,0 Kg de N/ha; Potássio- Quantidade 1- 12,0 Kg de K/ha; Potássio- Quantidade 2- 24,0 Kg de K/ha; Potássio- Quantidade 3- 36,0 Kg de K/ha; Potássio - Quantidade 4- 48,0 Kg de K/ha;

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

NS Não significativo

Na Figura 24, encontram-se o comportamento da altura e diâmetro em resposta as diferentes quantidades aplicadas de N e K. Observa-se que a N4 obteve um melhor desenvolvimento nas cinco avaliações, porém na sexta ocorreu uma estabilidade. Na figura “B”, os resultados das quantidades foram quase similares, apenas a K3 diferenciou um pouco das demais, não havendo diferenças entre os tratamentos aplicados em todas as seis avaliações. O potássio é um macronutriente presente nas plantas em quantidades similares ao nitrogênio. Para um ótimo crescimento, os teores

adequados situam-se entre 2 a 5% do peso seco, dependendo de cada espécie, do estádio de desenvolvimento e do órgão da planta.

Os modelos matemáticos da variável do diâmetro em função do nitrogênio nas quantidades de potássio, encontra-se na tabela 17, onde todas as quantidades aplicadas, apresentou um significativo a 1% de probabilidade. O nível de crescimento das plantas encaixa-se em uma condição de média de resposta esperada à aplicação de nitrogênio, conforme observações de Silva (1996). Esse autor enfatiza que solos ácidos ou em vias de correção, moderadamente adubados, podem levar a esse tipo de resposta à aplicação de nitrogênio na cultura do algodoeiro. Trabalhos desenvolvidos com uso de adubação foliar nitrogenada e potássica no algodoeiro, verificou-se que em variável de altura com interação de N e K, não houve diferença significativa em qualquer tratamento em relação à testemunha (RIBEIRO, 1999; FARÍAS et al, 1999).

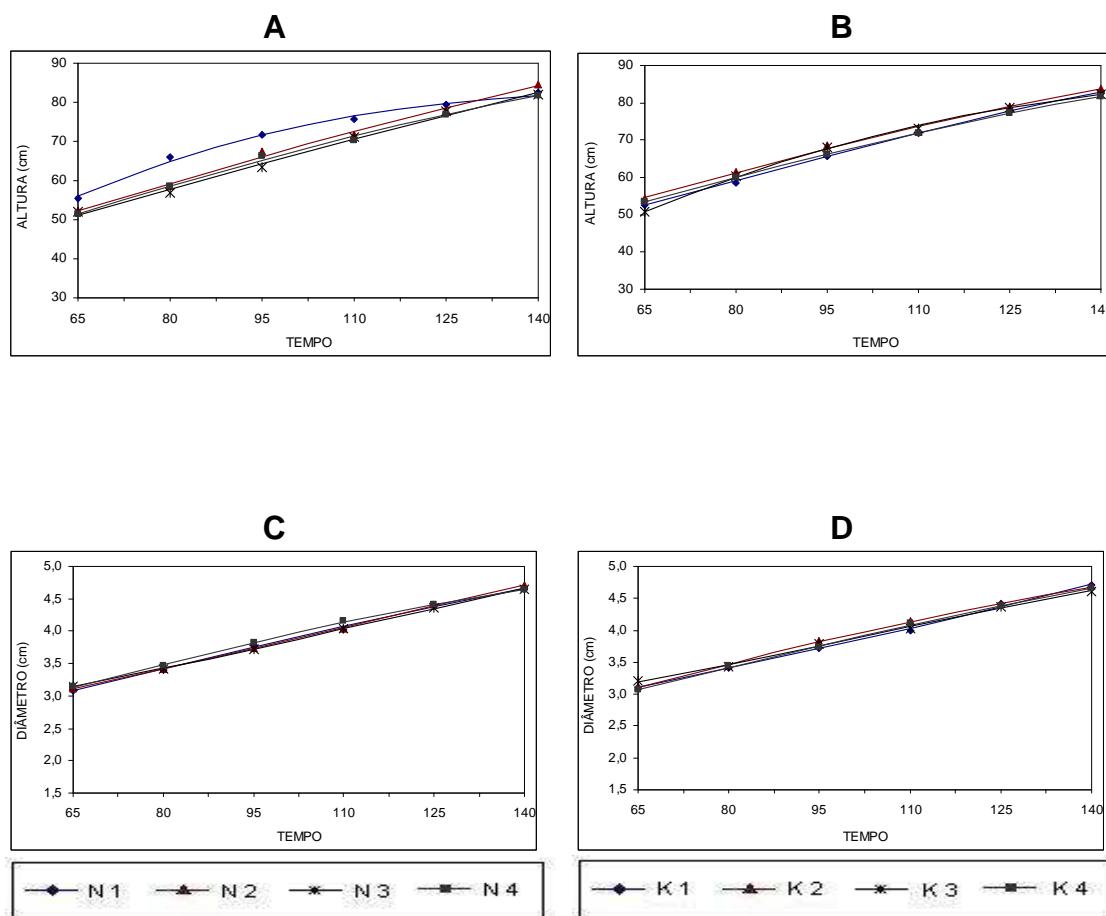


Fig. 24. Modelos de regressão para altura (A) e diâmetro (C) nas quantidades de Nitrogênio; e altura (B) e diâmetro (D) nas quantidades de Potássio. Campina Grande, 2007.

6.1.3. Diâmetro em função da interação das quantidades de N e K

Tabela 17. Modelos matemáticos para análise de crescimento (Diâmetro), em função do nitrogênio nas quantidades de potássio. Campina Grande, 2007.

	Modelo	R ²	F
N1K1	$y = 50,3255/1+e^{(3,1492-0,00633*X)}$	0,99	5459.95**
N1K2	$y = 5,0812/1+e^{(1,0332-0,024*X)}$	0,98	4542.56**
N1K3	$y = 15,0087/1+e^{(1,6911-0,00638*X)}$	0,98	4097.32**
N1K4	$y = 5,444/1+e^{(1,3923-0,022*X)}$	0,98	2293.20**
N2K1	$y = 15,0087/1+e^{(1,6911-0,00638*X)}$	0,98	4097.32**
N2K2	$y = 15,483/1+e^{(1,8603-0,00754*X)}$	0,99	20763.1**
N2K3	$y = 5,7801/1+e^{(0,8322-0,0158*X)}$	0,99	6475.68**
N2K4	$y = 7,3905/1+e^{(1,0744-0,0115*X)}$	0,99	99357.9**
N3K1	$y = 79,8386/1+e^{(3,5531-0,00552*X)}$	0,99	7487.96**
N3K2	$y = 6,3328/1+e^{(1,0074-0,0149*X)}$	0,99	11246.0**
N3K3	$y = 43,4598/1+e^{(2,9446-0,00556*X)}$	0,99	7361.01**
N3K4	$y = 6,2782/1+e^{(0,8939-0,0145*X)}$	0,99	13681.8**
N4K1	$y = 5,2214/1+e^{(1,042-0,0222*X)}$	0,99	9812.89**
N4K2	$y = 5,1915/1+e^{(1,1909-0,0232*X)}$	0,99	28565.6**
N4K3	$y = 6,6519/1+e^{(0,9111-0,0129*X)}$	0,99	99042.2**
N4K4	$y = 6,524/1+e^{(0,8713-0,0127*X)}$	0,99	14082.5**

N1K1- 22,5 Kg de N/ha + 12,0 Kg de K/ha; N1K2-22,5 Kg de N/ha+ 24,0 Kg de K/ha; N1K3- 22,5 Kg de N/ha+ 36,0 Kg de K/ha; N1K4- 22,5 Kg de N/ha+ 48,0 Kg de K/ha; N2K1-45,0 Kg de N/ha+12,0 Kg de K/ha; N2K2-45,0 Kg de N/ha+24,0 Kg de K/ha; N2K3-45,0 Kg de N/ha+36,0 Kg de K/ha; N2K4- 45,0 Kg de N/ha+48,0 Kg de K/ha; N3K1- 67,5 Kg de N/ha+12,0 Kg de K/ha; N3K2- 67,5 Kg de N/ha+24,0 Kg de K/ha; N3K3- 67,5 Kg de N/ha+36,0 Kg de K/ha; N3K4- 67,5 Kg de N/ha+48,0 Kg de K/ha; N4K1-90,0 Kg de N/ha+12,0 Kg de K/ha; N4K2- 90,0 Kg de N/ha+24,0 Kg de K/ha ; N4K3- 90,0 Kg de N/ha+36,0 Kg de K/ha; N4K4- 90,0 Kg de N/ha+48,0 Kg de K/ha.

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

ns Não significativo

O comportamento do diâmetro do pinhão manso, em resposta as diferentes quantidades de adubação foliar foi variado dentro das quatro quantidades aplicadas. Verifica-se na figura “A” que a N1K2, obteve um melhor desenvolvimento das demais. A quantidade N1K1 foi a que mais reduziu o diâmetro, porém a partir da quarta avaliação a mesma não diferiu das demais. Observa-se na Figura C, que a quantidade N3K1, apresentou resposta mais significativa em relação às demais e a N3K3 foi a que a cultura alcançou menor diâmetro. Na decisão de aplicação de quantidades altas de K, deve-se levar em consideração o tipo de solo, pois em algumas situações poder-se-á estar aplicando sem necessidade e esta quantidade poderá ser perdida por lixiviação, em se falando de solos com baixo teor de argila e baixa capacidade de troca de cátions (SANZONOWICZ & MIELNICZUK, 1985).

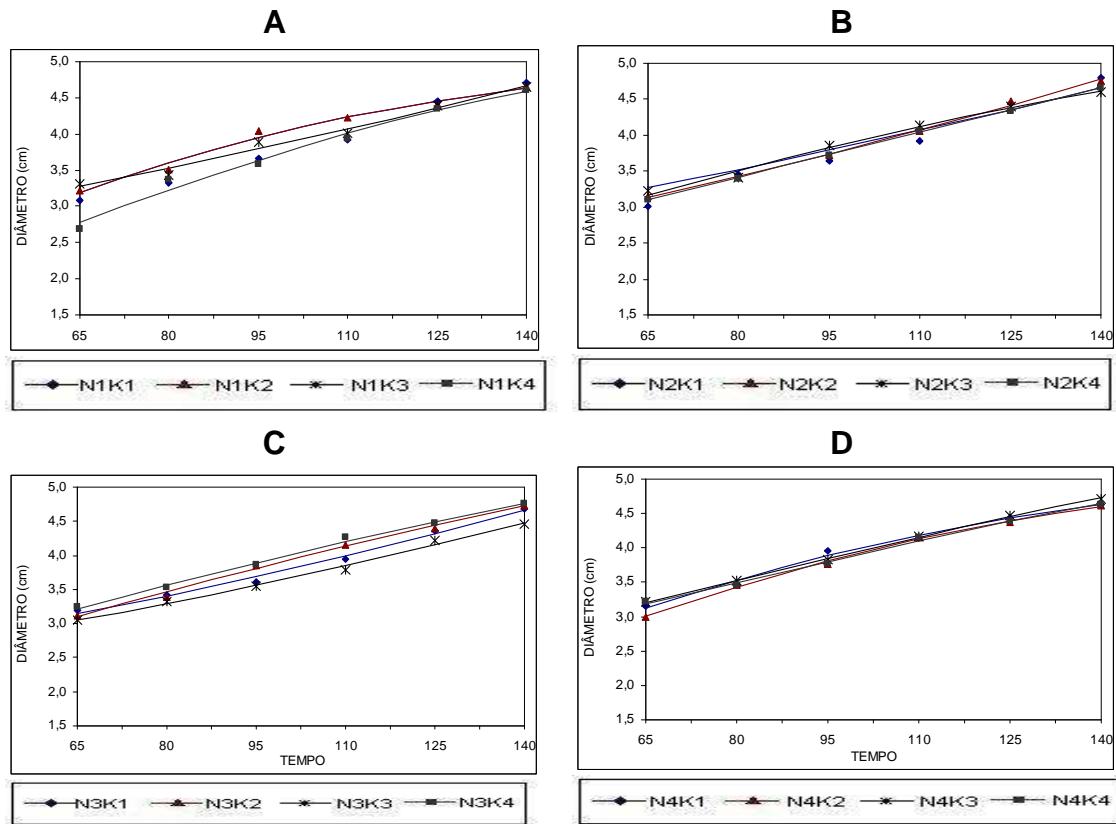


Fig. 25- Modelos de regressão para diâmetro na quantidade de Nitrogênio 1 (A); Nitrogênio 2 (B); Nitrogênio 3 (C) e Nitrogênio 4 (D), dentro das quantidades de Potássio. Campina Grande, 2007.



Fig. 26- Visão do experimento com 140 DAE
Fonte: Andreia de Sousa Guimarães (2007)

6.1.4. Área foliar em função da interação das quantidades de N e K

A representação gráfica para as quantidades de N e K oscilaram dentro de cada época, observando-se que até a quarta avaliação, todas as quantidades diferiram com mesma intensidade. Na quinta e sexta avaliação a AFN2, AFN3 e AFN4, obtiveram desempenhos semelhantes. A quantidade AFN1 permaneceu constante, diferindo das outras quantidades (Fig.24A).

Diante das quantidades de K na área foliar, observa-se que na primeira avaliação a AFK1 obteve a menor área e a maior foi atingida na AFK4, apresentando uma área total foliar de 6000 cm². Na última avaliação a AFK1 foi à menor área atingida e a AFK3 obteve maior área foliar em média de 7000cm² (Fig. 24B). Para as áreas foliares dentro de cada nível de N, verifica-se, que na primeira avaliação, a quantidade N1K1 foi a que obteve menor rendimento. Na última avaliação, a quantidade N1K4 foi superior as demais e a N1K1 ofereceu menor desempenho na área foliar.

Para as quantidades N3 e N4, as quantidades que proporcionaram maior área foliar a cultura na última avaliação foram às quantidades N3K3 e N4K3. Logo após a N3K1, N4K1, N3K2 e N4K2 apresentaram rendimentos semelhantes em proporção de área na cultura estudada. Segundo Snyder (1997), com pesquisas desenvolvidas com adubação foliar observou-se que a maior absorção de N e K ocorre após o início do florescimento. Entretanto Thompson (1999) em pesquisas realizadas na Região Centro-Sul dos EUA mostrou que a resposta ótima a adubação aconteceu quando todo o N, e provavelmente o K, foram aplicados antes do florescimento.

Os resultados apresentados nas figuras 27 e 28, para área foliar em função das quantidades de nitrogênio e potássio oscilaram significativamente, podendo evidenciar que houve a interação de vários fatores para o fenômeno observado, dentre eles: senescência, temperatura, aplicação da adubação foliar entre outros.

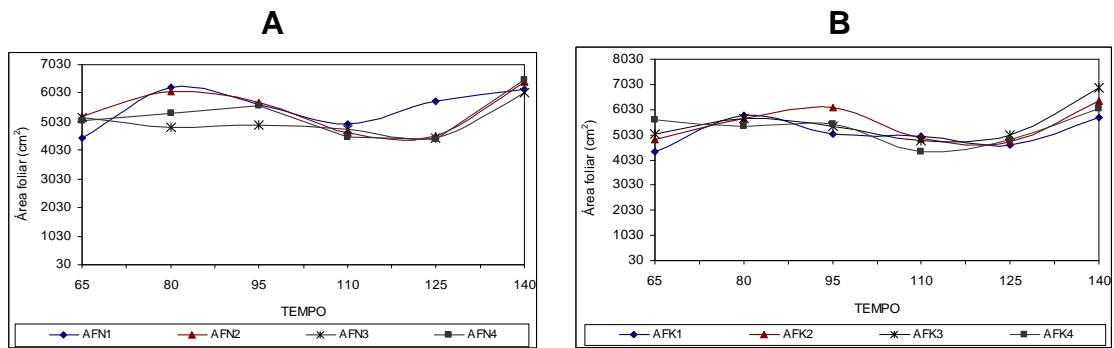


Fig. 27. Representação gráfica para área foliar na planta nas quantidades de Nitrogênio (A); e Potássio (B).

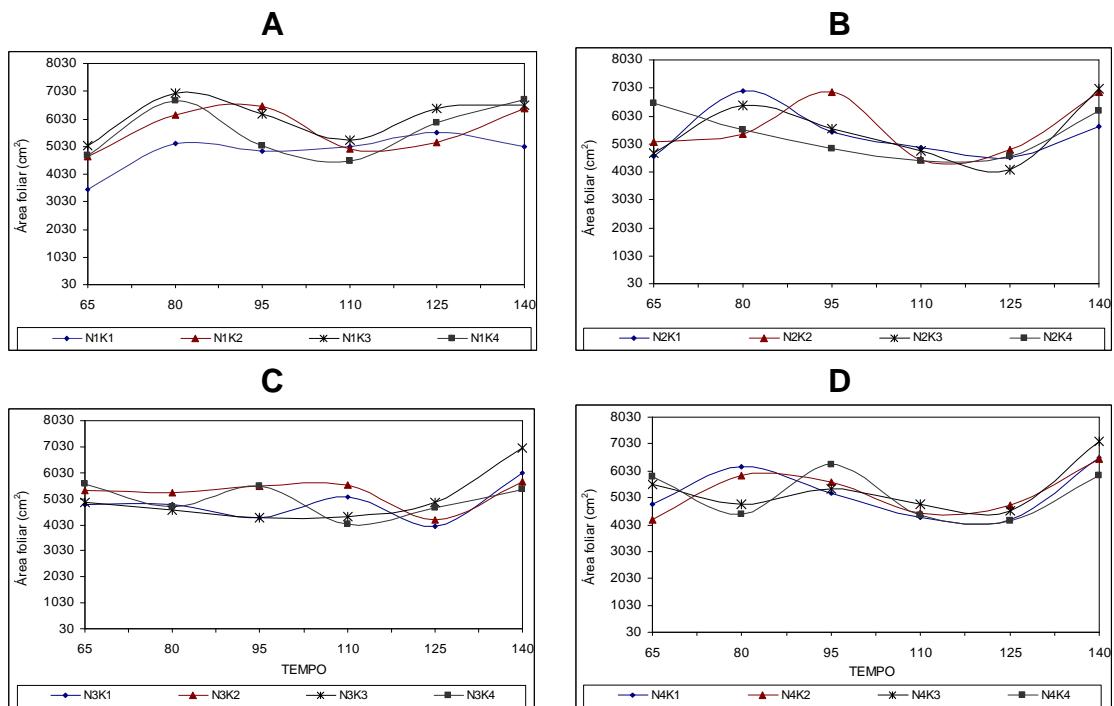


Fig.28- Representação gráfica para área foliar nas quantidades de nitrogênio dentro de cada quantidade de potássio, N1 em cada quantidade de K (A); N2 em cada quantidade de K (B); N3 em cada quantidade de K (C) e N4 em cada quantidade de K (D). Campina Grande, 2007.

6.1.5. Análise da fitomassa

Os valores médios de produção de matéria seca encontram-se na Tabela 18. Em relação aos níveis de adubação foliar, os dados apresentados mostram que, mesmo não havendo diferença significativa, houve maior produção de matéria seca da parte aérea do tratamento N2, que correspondeu à quantidade elevada de nitrogênio, concordando com as observações feitas por Oliveira e Thung (1988).

De acordo com os resultados da tabela 18, não houve resposta linear nem quadrática, tanto das quantidades de Nitrogênio (N) quanto as quantidades de Potássio (K). Em ambas as situações, os desvios de regressão não foram significativos, indicando um bom ajuste dos modelos de regressão. Deu-se interação NxK significativa a 5% de probabilidade, indicando que o padrão de resposta da fitomassa seca da raiz, caule, folha, raiz/parte aérea e comp. da raiz na aplicação de nitrogênio(N) varia com o nível de K. Variações na adubação foliar promovem diferença na fitomassa seca, sendo essa diferença, mas marcante no peso seco da folha, observando um aumento nessa variável na quantidade de K24 e uma diminuição no peso seco do caule na quantidade de K36 (Fig.26 C).

Observa-se com a figura 29A, que de acordo com a fitomassa fresca hipógea, a quantidade K48 apresentou uma equação quadrática de forma crescente até 67,5 Kg/ha, proporcionando 95,21g de fitomassa e após esta quantidade, houve um decréscimo da variável, indicando que um incremento maior de K não contribuiria com o crescimento. Prova-se que o aumento das quantidades de Nitrogênio proporcionou um aumento de 0,228g na fitomassa fresca das folhas, com uma equação linear e um valor de R^2 que indica 24% da variação total observada dos dados, consequentemente analisando um alto coeficiente de alienação. A fitomassa fresca do caule na dosagem de K24 e K36 apresentaram efeito linear e quadrático.

Verificou-se que as médias para parte área/raiz ajustaram-se ao modelo linear em função das quantidades de K, havendo um decréscimo na quantidade 2, apresentando um $r^2=0,85$ e uma significância de 5% de probabilidade e uma alienação baixa consequentemente. Na fig. 29B, observa-se que as médias se ajustaram a um modelo quadrático, indicando aumento nas quantidades de nitrogênio e uma diminuição posteriormente até a última quantidade, observando uma significância a 1% de probabilidade para K36. A disponibilidade de potássio é fortemente influenciada pelas condições de umidade do solo (RAIJ,1991, OLIVEIRA *et al.* 2004),

O comportamento da fitomassa em relação ao tempo é o esperado, visto que a variação da fitomassa seca está diretamente relacionada com a área foliar da cultura e a variação temporal desta, em geral, aumenta até um máximo, que ocorre entre 61 a 70 dias (ROBLES, 2003), em que permanece por algum tempo, decrescendo em seguida, devido à senescência das folhas velhas. Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo à área foliar permanecer ativa (PEREIRA & MACHADO, 1987).

Mesa et al. (1988) observaram que o potássio exerce grande influência no metabolismo, apesar de nem sempre ter um efeito muito marcante sobre os rendimentos de matéria seca, mas é necessário que o mesmo esteja presente em quantidades adequadas. Oliveira e Balbino (1995) avaliaram fontes de (sulfato de amônio e ureia) e doses de nitrogênio, aplicados em cobertura no algodão, e concluíram que a produtividade cresce com o aumento das doses de N aplicadas em cobertura, independente das fontes utilizadas

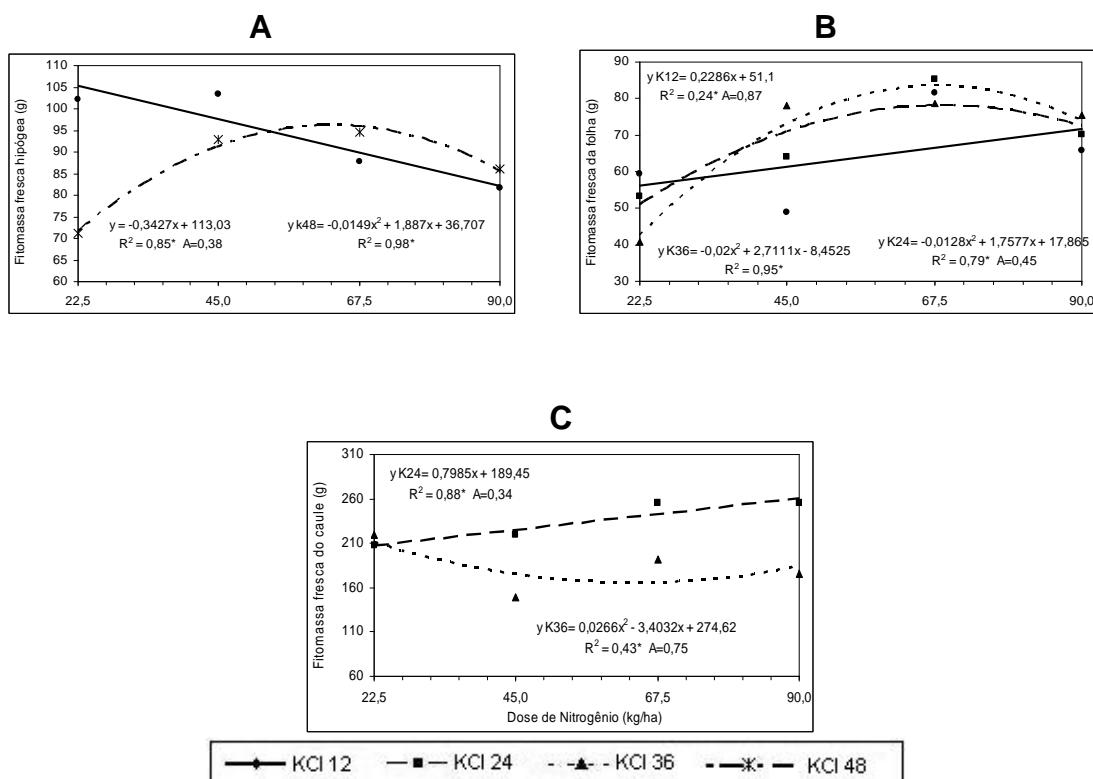


Fig. 29- Modelos de regressão para fitomassa radicular, (A); peso seco das folhas (B); peso seco do caule (C); em função do desdobramento das quantidades de Nitrogênio dentro de cada nível de K(Kg/ha). Campina Grande, 2007.

Tabela 18. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados de fitomassa seca em função de N e K em diferentes quantidades de adubação foliar. Campina Grande, 2007.

F.V	G.L.	Raiz	Caule	Folha	P S To	P Aerea	R/Ae	CRa
Tratamento	16	249,95**	2610,10**	481,61**	5323,83**	5457,16**	0,010**	55,80**
Nitrogênio (N)	3	290,89*	1224,20 ^{ns}	1347,50**	3411,25 ^{ns}	4451,48*	0,014**	2,71 ^{ns}
Linear	1	-	-	-	-	3534,33 ^{ns}	-	-
Quadrática	1	-	-	-	-	130,02 ^{ns}	-	-
Desv. de Regr.	1	-	-	-	-	9690,10 ^{ns}	-	-
Potássio (K)	3	175,34 ^{ns}	6382,85**	118,25 ^{ns}	13047,43 ^{ns}	15622,65**	0,016**	2,16 ^{ns}
Linear	1	-	-	-	-	346,08 ^{ns}	-	-
Quadrática	1	-	-	-	-	11004,96*	-	-
Desv. de Regr.	1	-	-	-	-	35516,93**	-	-
N x K	9	288,63*	1457,14*	278,37**	2546,57 ^{ns}	1512,08 ^{ns}	0,005*	85,29**
Bloco	2	1189,373**	2077,68*	3,53 ^{ns}	8635,27**	7307,83*	0,014**	32,18 ^{ns}
Trata. vs Testemunha	1	0,8094 ^{ns}	5826,15**	803,25**	12886,15**	13483,44**	0,027**	110,66*
Resíduo	32	80,788	467,22	60,42	42353,40	1391,89	0,002	18,81
C.V. (%)	-	10,07	10,91	11,60	10,14	13,74	14,87	12,45

PS To- Peso Seco Total; P Aerea- Parte aérea; R/Ae- raiz/parte aérea; CRa- Comprimento da raiz

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

NS Não significativo

Tabela 19. Desdobramento da interação dos fatores das quantidades de nitrogênio e de potássio (quadrados médios). Campina Grande (2007).

F.V	G.L	Raiz	Caule	Folha	R/Ae	CRa
<u>Nitrogênio/K 12</u>	3	347.64**	814.68^{ns}	556.25**	0.008*	31.51^{ns}
Linear	1	891.66*	-	396.81*	0.011	-
Quadrática	1	42.19 ^{ns}	-	21.60 ^{ns}	0.001	-
Desv. de Regr.	1	109.08 ^{ns}	-	1250.35**	0.011	-
<u>Nitrogênio/K24</u>	3	95.05^{ns}	1835.26*	533.96**	0.0098**	40.92^{ns}
Linear	1	-	4842.02*	772.57**	0.0252*	-
Quadrática	1	-	105.61 ^{ns}	503.18*	0.0002 ^{ns}	-
Desv. de Regr.	1	-	558.15 ^{ns}	326.20*	0.004 ^{ns}	-
<u>Nitrogênio/K36</u>	3	372.66**	2635.046**	1012.00**	0.0075*	85.63**
Linear	1	639.61 ^{ns}	1254.92 ^{ns}	1642.22**	0.010 ^{ns}	67.63 ^{ns}
Quadrática	1	440.44 ^{ns}	2181.60*	1226.14**	0.003 ^{ns}	183.30*
Desv. de Regr.	1	37.92 ^{ns}	4468.61**	167.67 ^{ns}	0.009 ^{ns}	5.95 ^{ns}
<u>Nitrogênio/K48</u>	3	342.13*	310.65^{ns}	80.39^{ns}	0.0056^{ns}	100.54**
Linear	1	327.13 ^{ns}	-	-	-	8.74 ^{ns}
Quadrática	1	685.54*	-	-	-	46.02 ^{ns}
Desv. de Regr.	1	13.73 ^{ns}	-	-	-	246.85**
<u>K/ Nitrogênio 22,5</u>	3	648.43**	590.54^{ns}	327.06**	0.013**	27.10^{ns}
Linear	1	1203.33*	-	2.90 ^{ns}	0.028*	-
Quadrática	1	490.24 ^{ns}	-	699.21**	0.002 ^{ns}	-
Desv. de Regr.	1	251.74 ^{ns}	-	279.07 ^{ns}	0.01 ^{ns}	-
<u>K/ Nitrogênio 45,0</u>	3	162.918^{ns}	2543.99**	530.16**	0.004^{ns}	95.01**
Linear	1	-	1764.75 ^{ns}	1324.46**	-	126.44*
Quadrática	1	-	100.92 ^{ns}	229.68 ^{ns}	-	105.02*
Desv. de Regr.	1	-	5766.32**	36.34 ^{ns}	-	53.58 ^{ns}
<u>K/ Nitrogênio 67,5</u>	3	218.565^{ns}	2702.69**	48.30^{ns}	0.0067*	52.10^{ns}
Linear	1	-	1124.93 ^{ns}	-	0.003 ^{ns}	-
Quadrática	1	-	2007.25 ^{ns}	-	0.016*	-
Desv. de Regr.	1	-	4975.88*	-	0.0005 ^{ns}	-
<u>K/ Nitrogênio 90,0</u>	3	12.01^{ns}	4917.06**	47.83^{ns}	0.0078*	83.83**
Linear	1	-	166.00 ^{ns}	-	0.0001 ^{ns}	60.80 ^{ns}
Quadrática	1	-	3059.21 ^{ns}	-	0.009 ^{ns}	58.08 ^{ns}
Desv. de Regr.	1	-	11525.97**	-	0.014 ^{ns}	132.61*

** Significativo a 1% de probabilidade / * Significativo a 5% de probabilidade/ ns Não significativa

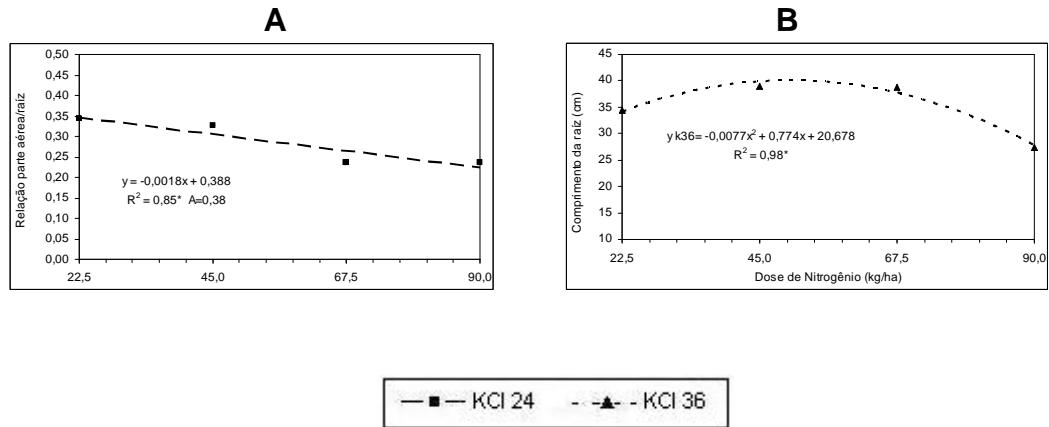


Fig.30- Modelos de regressão para relação peso da parte aérea/peso raiz (A); comprimento da raiz (B) em função do desdobramento das quantidades de Nitrogênio dentro de cada nível de K(Kg/ha). Campina Grande, 2007.

O uso das quantidades de K dentro de cada nível de nitrogênio não influenciou o peso seco da raiz, já na variável do peso seco da folha, ocorreu uma influência crescente no N45. A quantidade de K/N22,5, apresentou um modelo linear com um r^2 de 0,68, o mesmo não pode ser verificado nessa variável pela quantidade de K/N67,5, apresentando essa um modelo quadrático e um r^2 de 0,97 (Fig. 31). As médias ajustaram-se ao modelo quadrático, indicando uma redução no peso seco da folha até 45g, com a continuidade do aumento na quantidade de K/N22,5. O comprimento da raiz na quantidade de K/N45 apresentou um modelo quadrático, observando um aumento nas primeiras quantidades e uma redução nas quantidades seguintes, tendo essa quantidade um aumento de 172% em relação a testemunha quando avaliada na proporção de 24Kg/ha.

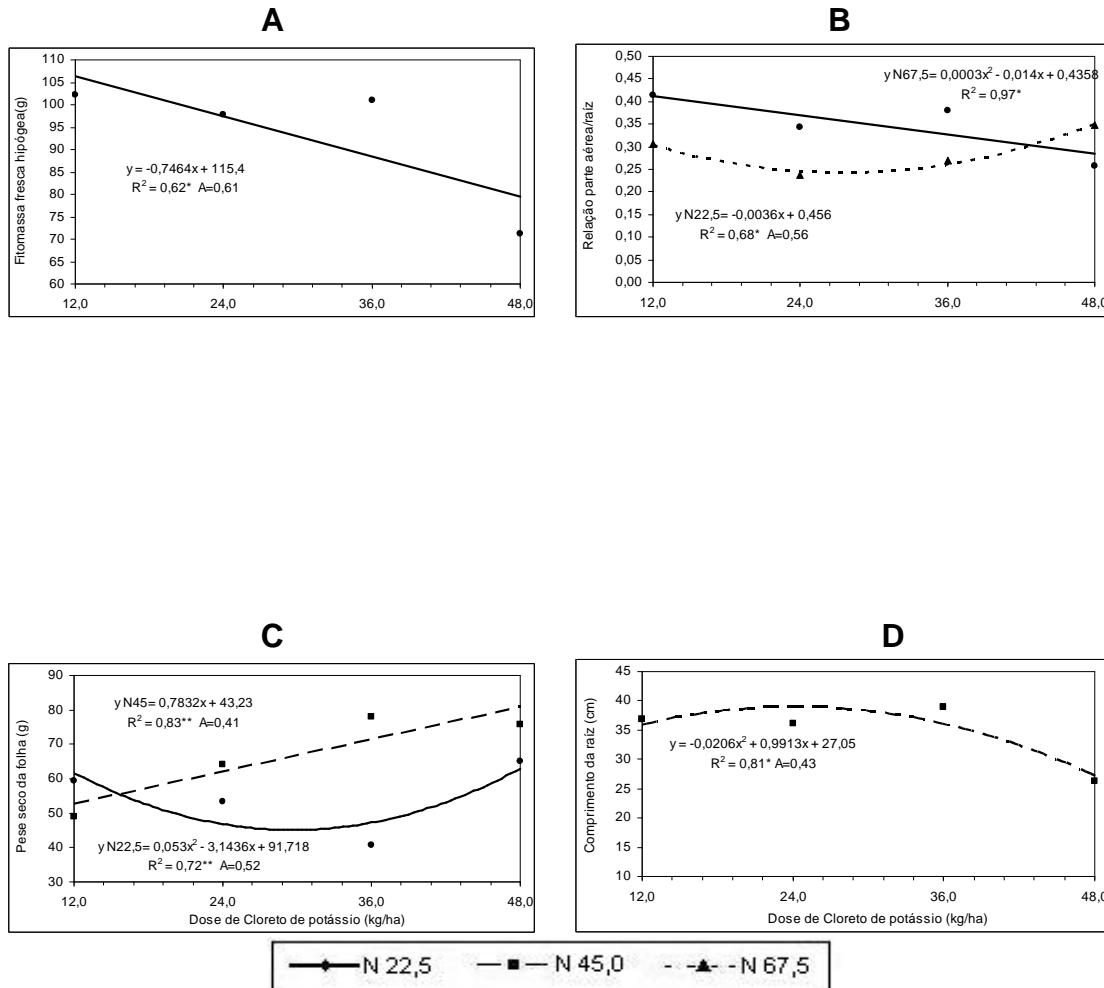


Fig.31- Modelos de regressão para peso seco da raiz, (A); relação peso da parte aérea/peso raiz (B); peso seco das folhas (C); e comprimento da raiz (D) em função do desdobramento das quantidades de K dentro de cada nível de Nitrogênio (Kg/ha). Campina Grande, 2007.

6.1.6. Análise de tecido vegetal

Observa-se nas tabelas 20 e 21, os resumos das análises de variância para os fatores: bloco, tratamento, nitrogênio e potássio, para a interação nitrogênio x potássio, para o fatorial versus testemunha e para o coeficiente de variação. De acordo com esta tabela, não ocorreu efeito significativo do bloco para nenhuma variável, já em relação ao fator tratamento, apresentaram diferenças para proteína bruta, potássio, cálcio e magnésio, à nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F respectivamente. O fator nitrogênio foi significativo para o Ca, CaO, Mg e MgO, a nível de 5% de probabilidade, já as doses de Cloreto de Potássio não apresentaram efeito estatístico para as variáveis

estudadas. A interação N x K foi significativa para N, PB, K e K₂O; para o fatorial versus testemunha, apenas PB, K, K₂O, Ca e MgO apresentaram diferenças estatísticas.

Segundo Malavolta (1993), quando os nutrientes nitrogênio e potássio são aplicados juntos, o efeito é maior do que quando aplicados separadamente, sendo que a adubação de somente um deles terá pouco ou nenhum efeito.

Tabela 20. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados análise do tecido vegetal (%) em função de N e K em diferentes doses de adubação foliar. Campina Grande, 2007.

F.V	G.L	N	PB	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O
Tratamento	16	0,280 ^{ns}	12,69**	0,048 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,28**	0,312*
Nitrogênio (N)	3	0,130 ^{ns}	5,026 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,031 ^{ns}	0,241 ^{ns}	0,292 ^{ns}
Cloreto de Potássio (K)	3	0,121 ^{ns}	4,79 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,162 ^{ns}	0,299 ^{ns}
N x K	9	0,363*	14,22*	0,063 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,276*	0,291*
Bloco	2	0,215 ^{ns}	7,94 ^{ns}	0,019 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,097 ^{ns}
Trata. Vs Testemunha	1	0,460 ^{ns}	45,60*	0,064 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,85**	0,60*
Resíduo	32	0,14	6,09	0,050	0,26	0,10	0,13
C.V. (%)	-	14,68	15,08	23,61	23,72	10,75	10,35

N- Nitrogênio; P.B.- Proteína Bruta; P-Fósforo; P₂O₅ –óxido de Fósforo; K- Potássio; K₂O- óxido de Potássio.

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

ns Não significativo

Tabela 21. Resumos das análises de variâncias (quadrados médios) referentes aos dados análise do tecido vegetal (%) em função de N e K em diferentes quantidades de adubação foliar. Campina Grande, 2007. (continuação)

F.V	G.L.	Ca	CaO	Mg	MgO	S
Tratamento	16	0,15*	0,31**	0,15*	0,49*	0,0005 ^{ns}
Nitrogênio (N)	3	0,483**	1,06**	0,259*	0,781*	0,0004 ^{ns}
Linear	1	0,287*	0,902**	0,328 ^{ns}	0,987 ^{ns}	-
Quadrática	1	0,245*	0,77*	0,273 ^{ns}	0,819 ^{ns}	-
Desv. de Regr.	1	0,916**	1,51**	0,178 ^{ns}	0,538 ^{ns}	-
Potássio (K)	3	0,046 ^{ns}	0,084 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,177 ^{ns}	0,0009 ^{ns}
N x K	9	0,073 ^{ns}	0,163 ^{ns}	0,140 ^{ns}	0,429 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
Bloco	2	0,05 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Trata. vs Testemunha	1	0,28**	0,09 ^{ns}	0,28 ^{ns}	1,22*	0,0009 ^{ns}
Resíduo	32	0,05	0,11	0,07	0,22	0,001
C.V. (%)	-	21,71	22,81	15,21	15,18	36,31

Ca- Cálcio; CaO.- Óxido de Cálcio; Mg-Magnésio; MgO –óxido de Magnésio ;S- Enxofre

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

ns Não significativo

O acumulo de Ca, CaO, K e K₂O foram verificados, observando-se que para o Ca, o mesmo apresentou um r^2 de 0,40 dentro de um modelo quadrático. Para o CaO em função das quantidades de nitrogênio o r^2 foi de 0,53, apresentando uma alienação de 0,68 para as quantidades fornecidas.

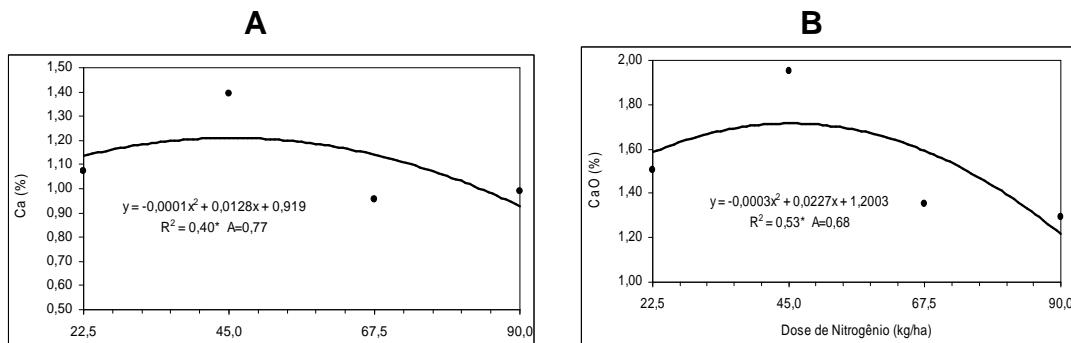


Fig. 32- Modelo de regressão referente aos teores de Cálcio (A) e CaO (B), em função das quantidades de Nitrogênio (Kg/ha). Campina Grande, 2007.

Para os desdobramento das interações entre NxK, observa-se na tabela 22, que não houve resposta linear nem quadrática, tanto das quantidades de Nitrogênio (N) quanto as de Potássio (K). Em ambas as situações, os desvios de regressão também não foram significativos, indicando um bom ajuste dos modelos de regressão semelhante à análise da fitomassa seca. Obteve-se um efeito significativo a 1% de probabilidade, no N (nitrogênio) e PB (proteína bruta) para o Nitrogênio/K36, Nitrogênio/K48 e K/ Nitrogênio 22,5. O Nitrogênio atua na folhagem da planta, estimulando a sua brotação e dando a coloração verde às folhas, sendo essencial no seu crescimento; já o potássio dá maior vigor e maior resistência às doenças, reduzindo a perda d'água nos períodos secos, aumentando a resistência à seca.

Tabela 22. Desdobramento da interação dos fatores quantidades de nitrogênio e de potássio (quadrados médios). Campina Grande, 2007. (Continuação).

F.V	G.L	N	PB	K	K ₂ O
Nitrogênio/K12	3	0.141^{ns}	5.59^{ns}	0.335*	0.481*
Linear	1	-	-	0.045 ^{ns}	0.066 ^{ns}
Quadrática	1	-	-	0.252 ^{ns}	0.357 ^{ns}
Desv. de Regr.	1	-	-	0.708 ^{**}	1.021 ^{**}
Nitrogênio/K24	3	0.026^{ns}	1.05^{ns}	0.159^{ns}	0.23^{ns}
Linear	1	-	-	-	-
Quadrática	1	-	-	-	-
Desv. de Regr.	1	-	-	-	-
Nitrogênio/K36	3	0.486*	18.97*	0.514^{**}	0.365^{ns}
Linear	1	0.588 ^{ns}	23.18 ^{ns}	0.282 ^{ns}	-
Quadrática	1	0.163 ^{ns}	6.39 ^{ns}	0.520 ^{ns}	-
Desv. de Regr.	1	0.708 ^{ns}	27.34 ^{ns}	0.739 ^{ns}	-
Nitrogênio/K48	3	0.567*	22.09*	0.061^{ns}	0.089^{ns}
Linear	1	1.024 ^{ns}	40.00 ^{ns}	-	-
Quadrática	1	0.140 ^{ns}	5.37 ^{ns}	-	-
Desv. de Regr.	1	0.537 ^{ns}	20.92 ^{ns}	-	-
K/ Nitrogênio 22,5	3	0.558*	21.77*	0.320*	0.461*
Linear	1	0.592 ^{ns}	23.03 ^{ns}	0.036 ^{ns}	0.051 ^{ns}
Quadrática	1	0.864 ^{ns}	33.80 ^{ns}	0.691 [*]	0.997 [*]
Desv. de Regr.	1	0.218 ^{ns}	8.48 ^{ns}	0.233 ^{ns}	0.334 ^{ns}
K/ Nitrogênio 45,0	3	0.115^{ns}	4.42^{ns}	0.107^{ns}	0.153^{ns}
Linear	1	-	-	-	-
Quadrática	1	-	-	-	-
Desv. de Regr.	1	-	-	-	-
K/ Nitrogênio 67,5	3	0.209^{ns}	8.25^{ns}	0.462^{**}	0.407*
Linear	1	-	-	0.092 ^{ns}	0.062 ^{ns}
Quadrática	1	-	-	0.009 ^{ns}	0.147 ^{ns}
Desv. de Regr.	1	-	-	1.284 [*]	1.011 [*]
K/ Nitrogênio 90,0	3	0.330^{ns}	13.02^{ns}	0.102^{ns}	0.151^{ns}
Linear	1	-	-	-	-
Quadrática	1	-	-	-	-
Desv. de Regr.	1	-	-	-	-

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

NS Não significativo

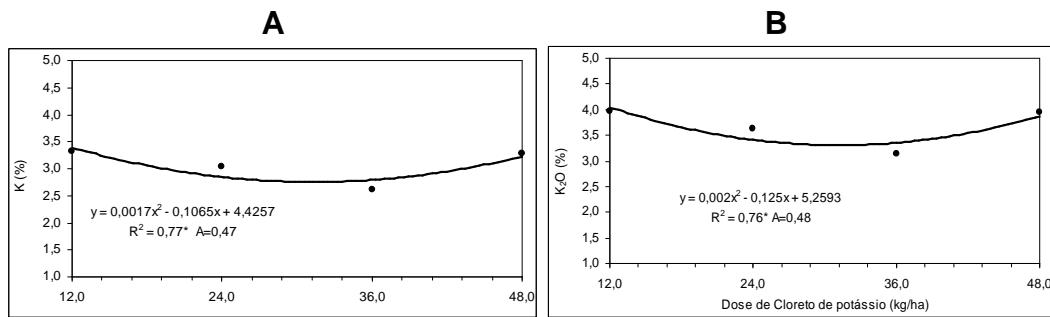


Fig. 33- Modelos de regressão para os teores de K (A) e K₂O (B) em função do desdobramento das quantidades de K dentro de Nitrogênio 22,5 (Kg/ha).

7.0. CONCLUSÕES

- No início do seu crescimento, até 140 dias de emergência das plântulas, o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) não teve reação a adubação foliar com nitrogênio e potássio, entre as quantidades que variaram de 22,5kg de N/ha até 90,0 Kg de N/ha e para o potássio de 12Kg/ha até 48,0 Kg/ha, diante das variáveis analisadas em condições de vaso.
- A aquisição adicional de nitrogênio e potássio, propiciada pela adubação foliar, não modificou a variável fitomassa significativamente. Diante da análise vegetal, o pinhão manso respondeu significativamente ao nitrogênio, potássio, óxido de potássio e proteína bruta.
- Obteve-se um acréscimo na altura caulinar ao final do experimento com a quantidade de N4K4 (90,0Kg de N/ha + 48,0 Kg de K/ha) de 11,47% em relação à testemunha. O comprimento da raiz na quantidade de 36,0 kg de K/ha em cada quantidade de 45Kg de N/ ha apresentou um aumento de 172% em relação a testemunha .

8.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (eds.) **O Agronegócio da Mamona no Brasil.** Campina Grande: Embrapa Algodão. 2001. 350p.

ALEXANDER, A.; SCHROEDER, M. **Modern trends in foliar fertilization. Journal of Plant Nutrition.** 10 (9-16). 1987. 1391-1399..

ALBUQUERQUE R. C. et al. Influência de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: **II CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA,** Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa, 2006, CD-ROM.

AGROTAIN. **Agrotain:** product information guidebook. Saint Louis, 2001. 55 p.

ANDREOLI, C.V.; LARA, A.I.; FERNANDES, F. **Reciclagem de bioassólidos:** transformando problemas em soluções. Curitiba: Sanepar; Finep, 1999. 288p.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; MENDONÇA, E. S. & OLSZEVSKI, N. Propriedades químicas de uma terra roxa estruturada influenciada pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:609-620, 2000a.

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M. & OLSZEVSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:857-865, 2000b.

ARAÚJO, A. P.; NEGREIROS, M.Z.; PEDROSA, J. F.; OLIVEIRA, H.M.G. Características químicas de um solo adubado com esterco de bovinos e cultivado com repolho. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 39. Tubarão. Resumo...Tubarão: SOB, 1999. N. 021.

ARAÚJO, A.S.F. de; MONTEIRO, R.T.R.; CARDOSO, P.F. Composto de lodo têxtil em plântulas de soja e trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.6, , 2005. p.549-554.

BRANDENBURG. W. A; BINDRABAN, P. S; CORRÉ, W.J. Claims na facts on *Jatropha curcas* L. Plant **Research International**, October, 2007, 66p.

BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais.** Brasília, STI/CIT, 1985,364p. (Documentos, 16).

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **R. Bras. Ci. Solo**, 21:105-112, 1997.

BETTIOL, W; CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 312p.

FABIANA X. COSTA; NAPOLEÃO E. DE M. BELTRÃO; LIV S. SEVERINO; GILVAN B. FERREIRA; FREDERICO A. L. SOARES; JOABSON B. DE ARAÚJO; DAÍSE R. DE FARIAS; EDINETE M. DE OLIVEIRA. Cultivo da mamoneira em solos artificialmente compactado adubado com torta de mamona, In: **II Congresso Brasileiro de Mamona**, Anais... 2006.

BELOW, F.E. Physiology, nutrition, and nitrogen fertilization of corn in the United States. In: SIMPÓSIO SOBRE FISIOLOGIA, NUTRIÇÃO, ADUBAÇÃO E MANEJO PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CITROS, Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: POTAPOS, 2000. (CD-room)

CARROW, R. N.; WADDINGTON, D. V.; RIEKE, P. E. **Turfgrass soil fertility and chemical problem:** assessment and management. Chelsea: Ann Arbor, 2001. 400 p.

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA. H. **Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral, Corumbá- MS:** Corumbá, MS. EMBRAPA PANTANAL, 2002. 4p. (Circular Técnica) 35.

CARVALHO, J. G.; SILVA, F. A. M. MELONI, R. **Efeito de estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*)** cultivadas em solução nutritiva. CERNE, V. 6. N. 1. p. 052-059, 2000.

CORTESÃO, M. **Culturas tropicais: plantas oleaginosas:** Lisboa: Clássica, 1956. 231p.

COSTA, M. P. da. **Efeito da matéria orgânica em alguns atributos do solo.** Dissertação de mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 1983. 137p.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 375/2006, de 29/8/2006. <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano/>. 29 Set. 2006.

DAMASCENO, JOSILDA CAVALCANTE AMORIM ; RITZINGER, C. H. S. P. ; CALDAS, RANULFO CORREA ; SANTOS, VALMIR SOUZA ; SAMPAIO, A. H. R. ; LUQUINE, L. S. ; VIEIRA, R. S. Uso de farelo de mamona em mudas de mamoeiro infestadas pelo nematóide das galhas. In: **II Semana de Biologia - UFBA.** Salvador - BA : UFBA, 2006. p. 54-54.

DAEY OUWENSK; G. FRANCIS, Y. J. FRANKEN. **Position paper on Jatropha curcas. State of the art, small and large scale project development.** Expert seminar on Jatropha curcas L. Agronomy and genetics, 26-28, March. Wageningen. Published by FACT Foundation, 2007.7p.

DEMÉTRIO, R. **Efeito da aplicação de matéria orgânica sobre a biomassa- C microbiana do solo e o crescimento e absorção de nitrogênio em milho (Zea mays L.).** 89f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1988.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.** Brasília: Produção de Informação- SPI, 1999. 412p.

EPSTEIN, E. **Nutrição Mineral das Plantas: princípios e perspectivas.** São Paulo: EDUSP, Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975, 341p.

ERNANI, P. R.; GIANELLO, C. Diminuição do Alumínio trocável do solo pela incorporação do esterco de bovinos e de cama de aviário. **Revista Brasileira de Ciências do Solo.** Campinas, v. 7, n. 2, p. 161-165, 1983.

FARIAS, F.J.C; FREIRE, E.C.; AGUIAR, P.H.; SOUSA, M.; MORESCO, E.R.; GRIDI-PAPP, I.L.; ARANTES, E.M.; GODINHO, V.P.C.; FERRAZ, C.T.; ALMEIDA, W.P.; SANTANA, J.C.F.; ANDRADE, F.P.; CARVALHO, L.P.; PEDROSA, M.B.; MARQUES, M.F. BRS Facual: cultivar de algodão com resistência múltipla a doenças para uso na agricultura familiar. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, 2., 1999, Ribeirão Preto.

FILLERY, I.R.P., SIMPSON, J.R., DE DATTA, S.K. Influence of field environment and fertilizer management on ammonia loss from flooded rice. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.48, p.914-920, 1984.

SAVY FILHO, A. **Mamona Tecnologia Agrícola.** Campinas:EMOPI, 2005. 105 p.

FOX, R. H.; KERN, J. M.; PIEKIELEK, W. P. Nitrogen fertilizer source, and method and time of application effect on no-till corn yields and nitrogen uptakes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, p. 741-746, 1986.

FOIDL, N. G.; M. SANCHEZ; M. MITELBACH; *Jatropha curcas* L. as source for the production of biofuel in Nicarágua. **Bioresource Technology** 58, 77-82, 1996.

GUIMARÃES, M. M. B.; ALBUQUERQUE, R.C.; LUCENA, A.M.A. de.; COSTA, F. X.; FREIRE, M. A. de O.; BELTRAO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S. Fontes Orgânicas de Nutrientes e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, Aracajú. Anais...Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

GUIMARÃES, M. M. B. **Fontes de fertilizantes nitrogenados e seus efeitos no crescimento da mamoneira (*Ricinus communis L.*)** Dissertação (Mestrado EM Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2007. 54p.

HARPER, J.E. Uptake of nitrogen forms by roots and leaves. In: R.D. HAUCK et al. (ed). **Nitrogen in crop production. Am. Soc. of Agronomy**. Winconsin. 1984. p.165-170.

HENRY, C. L.; COLE, D.W.; HARISON, R.B. Use of municipal sludge to restore and improve site productivity in forest: the pack forest sludge research program. **Forest ecology and management**, v.66, 1994. p. 137-149

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes**: noções gerais. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

KANG, B. T. Changes in soil chemical properties and crop performance with continuous cropping on an Entisol in the humid tropics. In Mulongoy, K. & R. Merckx, (Eds.). **Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture**. New York: John Wiley e Sons. 1993. 392 p

LIMA, ROSIANE DE LOURDES SILVA DE ; SEVERINO, LIV SOARES ; BELTRÃO, NAPOLEÃO ESBERARD DE MACÊDO ; FERREIRA, GILVAN B. Efeito da adição de cinza de madeira e esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira cultivada em solo ácido. In: **II Congresso Brasileiro de Mamona- Energia e sustentabilidade**, Aracajú. II Congresso Brasileiro de Mamona- Energia e sustentabilidade, 2006.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola**: Adubos e Adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1967. 606p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**: Adubos e adubação. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MALAVOLTA, E., G. C. VITTI S. A. O. Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações. **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato.** Piracicaba, SP. 201 p. 1989.

MALAVOLTA, E.; **Nutrição mineral e adubação do cafeiro: colheitas econômicas e máximas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1993, 210p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas:** Princípios e aplicações. Piracicaba, Potafo, 1997. 308p.

MARTIN, G. AND A. MAYEUX. **Réflexions sur les cultures oléagineuses énergétiques. II. -Le Pourghère (*Jatropha curcas* L.): un carburant possible.** Oléagineux 39(5):283-2871984..

MELLO, F. A. F. **Uréia fertilizante.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. 192 p.

MENDES, H. C. Nutrição do Algodoeiro. II – Absorção mineral de plantas cultivadas em soluções nutritivas. **Bragantia**, Campinas, V.19, 1960, p. 435 – 458.

MENGEL, K., SHON, H. G., KEERTHISINGHE, G. et al. Ammonium dynamics of puddled soils in relation to growth and yield of lowland rice. In: DE DATTA, S. K., PATRICK, W. H. Jr. **Nitrogen economy of flooded rice soils.** Dordrecht : Matinus Nijhoff Publishers, 1996. 186 p. p. 117-130.

MESA, A. R.; HERNÁNDEZ, M.; REYES, F.; AVILA, V. Determinacion de los niveles criticos de N, P y K, rendimiento de materia seca y composicion química en *Andropogon gayanus* cv. CIAT-621. **Pastos y Forrages**, [S.l.], v. 11, p. 235- 241, 1988.

MC CULLOUGH D.E.; GIRARDINI P.H., AGUILERA A. Influency of N supply on development an dry matter accumulation of an old and new hibridy. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.74: 471-477.1994.

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: Gênesis, 1999. p. 1-8.

NASCIMENTO, MARIA BETÂNEA H DO; LIMA, VERA L A DE ; BELTRÃO, NAPOLEÃO ESBERARD DE MACÊDO ; SOUZA, ADAILSON PEREIRA DE ; FIGUEIREDO, IVANA C DE M ; LIMA, MARIA MADALENA DE . Uso de bioassólido e água residuária no crescimento e desenvolvimento da mamona. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 10, 2003. p. 1001-1007,

OLIVEIRA, R.H., C.A. R. & R.M. Trigueiro. Importância do fluxo de massa e difusão no suprimento de potássio ao algodoeiro como variável de água e potássio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28: 439-445. 2004.

OLIVEIRA, I. P. de; THUNG, M. D. T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J. de O. ; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds). **Cultura do feijoeiro**. Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAPOS, 1988. p.175-212.

OLIVEIRA, E. F. & BALBINO, L. C. **Efeitos de fontes e doses de nitrogênio aplicado em cobertura nas culturas do trigo, milho e algodão**. Organização das Cooperativas do Estado do Paraná (OCEPAR) boletim técnico, 1/1995, 48 p.

PARENTE, E. J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003. 66p.

PEDROZA, J. PAZ; BELTRÃO, N. E. M.; HAANDEL, ADRIANUS CORNELIUS VAN; GOUVEIA, JOSIVANDA PALMEIRA GOMES DE. Doses crescentes de biofertilizantes e seus efeitos na produção e componentes do algodoeiro herbáceo. **Revista de biologia e ciência da terra**, Belo Horizonte-MG, v. 5, n. 2, 2005.

PEIXOTO, A.R. Plantas oleaginosas arbóreas. **São Paulo: Nobel, 1973. 284p.**

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidade vegetal**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 33 p. (Boletim técnico, 114).

PIRES, M. M.; ALVES, J. M; ALMEIDA NETO, J.A; ALMEIDA, C. M.; SOUSA, G. S.; CRUZ, R.S.; MONTEIRO, R.; LOPES, B. S.; ROBRA, S. Biodiesel de mamona uma avaliação econômica. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA**, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

PRADO, R. de M.; NATALE, W. Desenvolvimento inicial e estado nutricional do maracujazeiro em resposta à aplicação de lodo têxtil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.6, p.621-626, 2005.

PRIMAVESI, A. M. **La absorcion de potasa y tendênciade ser afetados or parasitas em los cultivos agrícolas de lás regiones tropicales del Brasil**. In: Potassa, 1988.

PRIMAVESI, A. M. Influência dos equilíbrios nutricionais no arroz irrigado (*Oryza sativa*) sobre a resistência a brusone (*Pyricularia oryzae*). V1, n.2 .**Revista do Centro de Ciências Rurais**,1971.

RAIJ, B. VAN. Fertilidade do solo e adubaçāo. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991, 343p.

RAIJ, B. VAN. Uso agrícola de biofertilizantes. In: **SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIOSSÓLIDOS NO MERCOSUL**,Curitiba: Sanepar; ABES, 1998. p.147-151.

REDINBAUGH, M. G.; CAMPBELL, W. H. Higher plant responses to environmental nitrate. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.28, 1991, p.640-650.

RIBEIRO, J.L. Comportamento do algodoeiro herbáceo na mesorregião sul-maranhense. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO**, 2., 1999, Ribeirão Preto. *Anais...* Campina Grande: EMBRAPA-CNAPA, 1999. p.539-541.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I. & CONTE, E. Fósforo da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:589-597, 2000.

ROBLES, W. G. R. **Dióxido de carbono via irrigação em batateira (*Solanum tuberosum L.*) sob condições de campo.** Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz , Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. 160 p.

SÁ, M. E. de. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M. E. de; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas.** São Paulo: Ícone, 1999. p. 65-98.

SAMPAIO, A. H.; RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. ; DAMASCENO, J.C.A. ; SANTOS, V. S. ; SEVERINO, L. S. ; LEDO, C. A. da S . Controle de fitonematóides em aceroleira mediante o uso de farelo de mamona. In: **Congresso Brasileiro de Mamona, II**, Aracaju. Energia e sustentabilidade. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão. *Informe Agropecuário*, v.26, n. 229, 2005, p. 44-78.

SANTOS, S.; FERRIRA JUNIOR, E. J.; PIRES, B.; NETTO, A.P. da C. Efeito de diferentes adubações no desenvolvimento inicial de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*). In: **5 Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel.** Varginha – MG, 2007.

SANTOS, M. B. H. **Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com resíduos orgânicos.** 82f Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

SANZONOWICZ, C. & MIELNICZUK, J. Distribuição do potássio no perfil de um solo, influenciado pela planta, fontes e métodos de aplicação de adubos. **R. bras. Ci. Solo** 9:45-50, 1985.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. Método pra determinação da área foliar da mamoneira. **Revista de oleaginosas e fibrosas**, v. 8, n. 1, 2004, p. 753-762.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; FREIRE, W. S. de A.; CASTRO, D. A. de ; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. **Adubação química da mamoneira com macro e micronutrientes em Quixeramobim, Ce.** Embrapa-Algodão, Campina Grande, Paraíba. 2005

SEVERINO, L. S.; VALE, L. S.; BELTRAO, N. E. M. Método para medição da área foliar do pinhão manso. In: **I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel.** Anais. Brasília, 2006.

STEVENSON, F. J. **Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients.** Wiley-Interscience, 1986. 380p.

SILVA, N. F., P. C. R. FONTES, F. A. FERREIRA, & A. A. CARDOSO. Adubação mineral e orgânica da abóbora híbrida. I. Crescimento. **Pesq. Agropec. Trop.**, 29 (1) : 15-28. No prelo. 1998.

SILVA, N.M.; RAIJ, B.. Fibrosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico/ Fundação IAC, cap.16, p.107-118. 1996.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; SHARMA, R.D. Alternativa agronômica para o biofertilizante produzido no Distrito Federal: I. Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em latossolo no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.487-495, 2002a.

SNYDER, C. S. **Adubação da cultura do algodoeiro nos EUA.** In: Informações agronômicas n.º 79 - POTAPOS, set. /1997.

SIMONETE, M. A. KIELH, J.C. ANDRADE. C. A. TEIXEIRA C. F.A. **Efeito de lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. V. 38. n.10, 2003.

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

TEIXEIRA, L. C. Potencialidades de Oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuario**, v.26,n. 229, 2005, p.18-27

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizer.** New York, Macmillan Publishing Co. 1985, 754p.

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

THOMPSON, W. R. Fertilization of cotton for yields and quality. In: **Cultura do Algodoeiro**, São Paulo, POTAPOS, 1999, p. 93 – 99.

TSUTIYA M. T. **Alternativa de disposição final de biossólido gerados em estação de tratamento de esgoto.** In: BETTIOL, W; CAMARGO, O.A. Impacto ambiental do uso agrícola de lodo de esgoto. Jaguariúma: São Paulo, EMBRAPA, Meio Ambiente, cap. 4, pág. 69-105. 2001.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. A guide to the biosolids risk assessments for the EPA Part 503 rule, 1995. Washington: Office of Wastewater Management, EPA/832-B-93-005, 1995. 195p. Mimeografado.

VIEIRA, R. D.; FORNASIERI FILHO, D.; MINOHARA, L. Efeito de doses e de épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Científica**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 257-264, 1995.

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

VIEIRA, J. R. Milho In: CASTRO, P.R.C. KLUGEE, R. A. Ecofisiologia de Culturas. Anais: Trigo, Milho, Soja, Arroz e Mandioca. São Paulo. Nobel, 28p. 2000.

WATSON, C.J. **Urease activity and inhibition – principles and practice.** London: The International Fertiliser Society, 2000. 40 p.

