UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CRESCIMENTO INICIAL E COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA EM SUBSTRATOS COM TORTA E CASCA DE MAMONA

RACHEL DE SOUZA MELO

AREIA – PB

2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

RACHEL DE SOUZA MELO

CRESCIMENTO INICIAL E COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA EM SUBSTRATOS COM TORTA E CASCA DE MAMONA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Mestre em Agronomia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO: Prof. Walter Esfrain Pereira
Prof. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Prof. Jacinto de Luna Batista

AREIA – PB
2009

CRESCIMENTO INICIAL E COMPOSIÇÃO MINERAL DE MUDAS DE GRAVIOLEIRA EM SUBSTRATOS COM TORTA E CASCA DE MAMONA

Dissertação aprovada em:

BANCA EXAMINADORA:

_____

Prof. Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Embrapa-PB/CNPA
(Orientador)

_____

Dr. Edson Batista Lopes
EMEPA-PB
(Examinador)

_____

Profº Dr. Lourival Ferreira Cavalcante
CCA/PPGA/UFPB
(Examinador)

A minha mãe e ao meu filho:

Rosa Maria e Filipe Lucas

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, direto ou indiretamente, contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

Em especial:

Ao Deus, que me deu força, perseverança e confiança em meus objetivos;

Aos meus pais, meus irmãos, meus sobrinhos e minha cunhada (Edivane) o meu agradecimento pelo amor, confiança e incentivo para prosseguir minha caminhada;

Ao meu namorado Carlos Magno pelo apoio e momentos de amor e amizade;

Aos professores Walter Esfrain Pereira, Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão e Jacinto de Luna Batista pela orientação, humildade na transmissão de seus conhecimentos e, principalmente, por serem meus mentores e amigos;

Aos professores do Centro de Ciências Agrárias pelos ensinamentos, importantes para minha formação;

Aos Professores que aceitaram participar da banca examinadora;

Aos que colaboraram para que fosse possível a realização deste estudo, em especial: Vítor Gomes e Talita;

Aos amigos e colegas Catarina, Maria Isabel, Luciano, Leandro, Ivanildo, Ozimar, Maria Rocha, Felipe, Maria do Socorro, Jandira, Samara, Camila, Joel e Roberta que sempre dividiram as vitórias e as derrotas em todo o decorrer do curso. E aos demais colegas de curso pelos bons momentos de descontração;

As demais pessoas que contribuíram neste trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Teores de macronutrientes (g kg^{-1}) em folhas de mudas de gravioleira.....04

Tabela 2: Teores de umidade, óleo, proteína bruta, cinzas, N, P e K da torta de mamona.....08

Tabela 3: Composição percentual dos substratos constituídos por terra, torta e casca de mamona.....18

Tabela 4. Composição química, em macro, micronutrientes e sódio na matéria seca do biofertilizante bovino.....19

Tabela 5: Caracterização química do solo utilizado nos substratos.....20

Tabela 6: Caracterização química dos compostos utilizados nos substratos, esterco bovino, casca e torta de mamona.....20

Tabela 7: Resumo do quadro da análise de variância.....23

Tabela 8: Contrastes ortogonais para as variáveis altura (cm), diâmetro (cm), número de folhas (folhas.$planta^{-1}$), área foliar (cm^2.$planta^{-1}$) e área radicular (cm^2.$planta^{-1}$) em função dos substratos. Areia, Paraíba, 2008. 30

Tabela 9: Combinação estimada ideal para o crescimento de mudas de gravioleira.....31

Tabela 10: Contrastes ortogonais para as variáveis massa da matéria fresca e seca das mudas de gravioleira em função dos substratos, em mg.$planta^{-1}$. Areia, Paraíba, 2008.....39

Tabela 11: Combinação ideal para o aumento de biomassa de mudas de gravioleira.....40

Tabela 12: Características químicas dos substratos antes de iniciar o experimento para produção de mudas de gravioleira, com diferentes concentrações de torta de mamona (To), casca de mamona (Ca) e solo (So).....52

Tabela 13: Características químicas dos substratos ao final do experimento para produção de mudas de gravioleira, com diferentes concentrações de torta de mamona (To), casca de mamona (Ca) e solo (So).....53

Tabela 14: Teores de nutrientes no sistema radicular e na parte aérea das mudas de gravioleira.....56

Tabela 15: Estimativa e significância dos contrastes em função dos substratos para a composição mineral da fração foliar das mudas de gravioleira. Areia, Paraíba, 2008.....67

Tabela 16: Estimativa e significância dos contrastes em função dos substratos para a composição mineral do sistema radicular das mudas de gravioleira. Areia, Paraíba, 2008.....68
Tabela 17: Combinação ideal para obtenção da melhor nutrição mineral para mudas de gravioleira. 69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Formação do triângulo das concentrações, com seus respectivos limites inferiores e superiores para cada componente da mistura.....11

Figura 2: Etapas interpretativas da figura triplex em experimentos com misturas..... 12

Figura 3: Armazenagem dos biofertilizantes.....18

Figura 4: Software Sigma Scan Pro 5.0 Demo utilizado para determinação das áreas foliar e radicular.....22

Figura 5: Mudas dos tratamentos 1 a 12 com solo, torta e casca de mamona nas seguintes proporções: 75:5:10 v/v (tratamento 1); 85:5:0 v/v (tratamento 2); 85:0:5 v/v (tratamento 3); 90:0:0 v/v (tratamento 4); 80:10:0 v/v (tratamento 5); 80:5:5 v/v (tratamento 6); 75:0:15 v/v (tratamento 7); 75:15:0 v/v (tratamento 8); 75:10:5 v/v (tratamento 9); 80:0:10 v/v (tratamento 10); 90:0:0 v/v (tratamento 11); 75:10:5 v/v (tratamento 12). Nos tratamentos 11 e 12 foi adicionado biofertilizante liquido. O tratamento 13 com fertilizante mineral Ferligran® e o tratamento 14, convencional, composto por solo e esterco curtido de gado 2:1 v/v.....25

Figura 6: Altura e Taxa relativa do crescimento em altura (TRA) das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato. 26

Figura 7: Diâmetro e Taxa relativa do crescimento em diâmetro (TRD) das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.....27

Figura 8: Número de folhas das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato. 28

Figura 9: Áreas foliar e radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato. 29

Figura 10: Massa da matéria fresca e seca da parte foliar das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato. 32

Figura 11: Massa da matéria fresca e seca da parte caulinar das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato. 34

Figura 12: Massa da matéria fresca e seca do sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.....36

Figura 13: Massa da matéria fresca e seca total das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato 38

Figura 14: Teor de nitrogênio na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.....55
Figura 15: Teor de fósforo na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato. 58
Figura 16: Teor de potássio na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato 60
Figura 17: Teor de cálcio na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.....62
Figura 18: Teor de magnésio na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.....64
Figura 19: Teor de enxofre na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.....66

MELO, R.S. Crescimento inicial e composição mineral de mudas de gravioleira em substratos com torta e casca de mamona. Areia – PB, 2009. 95 p. (Dissertação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO GERAL

Na fruticultura moderna, é importante a busca por métodos de cultivo ecologicamente sustentável e economicamente viável que tenham como princípio o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o emprego de insumos orgânicos na produção de mudas de gravioleira é importante. O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – CCA/UFPB visando a produção de mudas de gravioleira. Objetivou-se avaliar o crescimento inicial e a composição de macronutrientes de mudas de gravioleira em substratos constituídos por torta e casca de mamona, em condições de casa de vegetação. As mudas de graviola foram formadas em *tubets* contendo diferentes proporções de solo (75 – 100%), casca de mamona (0 – 15%) e torta de mamona (0 – 15%), adubados ou não com biofertilizante. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 14 tratamentos, 4 blocos e 4 plantas por bloco, totalizando 224 mudas. Foram utilizados como testemunhas substrato contendo areia e esterco bovino curtido na proporção de 2:1 v/v e substrato contento fertilizante mineral. Verificou-se que a adição de biofertilizante via substrato e os substratos contendo casca de mamona são adequados para a formação mudas de gravioleira. Os substratos contendo torta de mamona em doses abaixo de 5% possibilitaram incremento da fitomassa, entretanto, sem adição de biofertilizante, este componente inibe o crescimento das mudas. Para obter os máximos valores em altura, diâmetro, número de folhas e áreas foliar e radicular, recomenda-se substratos contendo solo, terra, torta e casca de mamona nas seguintes proporções: 83:10:0:7 v/v e 75:10:5:10**.** A torta de mamona, associada ou não à casca, supriu as exigências nutricionais das mudas de gravioleira. A absorção média de nutrientes em todos os substratos contento casca e torta de mamona apresentou a seguinte ordem descrescente para os macronutrientes na fração foliar: Ca>K>N>Mg>P>S, e no sistema radicular: Ca>K>N>Mg>S>P. A composição do substrato que possibilitou melhor ajuste nutricional de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, cobre e manganês, foi 76,87% de solo, 10% de terra, 13,13% de torta de mamona e 0,00 % de casca.

Palavras-chave: *Annona muricata*, mudas, composição mineral, *Ricinus communis*.

MELO, R.S. Initial growth and mineral composition of seedlings of soursop on substrates with pie shell and castor bean. Areia: UFPB, 2009. 95fl. (Dissertation in Agronomy).

ABSTRACT

In modern fruit growing, it is important to search for methods of cultivation environmentally and economically feasible to have the sustainable development principle. Accordingly, the use of organic inputs in the production of rootstocks, the soursop is important. The experiment was conducted at the Center for Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba - CCA / UFPB to produce rootstock of soursop. The objective was to evaluate the initial growth and composition of macronutrients of soursop seedlings on substrates made of bark of castor cake under conditions of a greenhouse. The seedlings were grown in graviola tubets containing different proportions of soil (75 to 100%), bark of castor oil (0 - 15%) and castor bean cake (0 - 15%), fertilized or not with biofertilizer. The experimental design was randomized blocks with 14 treatments, 4 blocks and 4 plants per block, totaling 224 seedlings. Witnesses were used as substrate containing sand and cattle manure at a ratio of 2:1 v / v substrate containing mineral fertilizer. It was found that the addition of biofertilizer via substrate and the substrates containing bark of castor oil are suitable for the formation of soursop seedlings. The substrates containing cake of castor oil at doses below 5% possible increase in biomass in seedlings of soursop, however, without addition of biofertilizer, this component inhibits their growth. To obtain the maximum values for height, diameter, number of leaves and leaf areas and root, it is recommended substrates containing soil, earth, bark of castor cake and in the following proportions: 83:10:0:7 v / v 75:10 : 5:10. The cake of castor oil, associated or not the shell above the nutritional requirements of seedlings of soursop. The average absorption of nutrients in all substrates containing castor bean pie shell and showed the following descending order for the nutrients in the leaf fraction: Ca> K> N> Mg> P> S, and the root system: Ca> K> N> Mg> S> P. The composition of the substrate that has improved nutritional adjustment of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, copper and manganese, was 76.87% of land, 10% of land, 13.13% of castor bean cake and 0.00% of bark.

Key-words: *Annona muricata*, seedling, mineral composition, *Ricinus communis*.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS iv
LISTA DE FIGURAS vi
RESUMO viii
ABSTRACT ix
1. INTRODUÇÃO GERAL 1
2. REVISÃO DE LITERATURA 3
2.1. Cultura da gravioleira.....3
2.1.1. Exigências nutricionais da gravioleira 3
2.2. Agricultura Orgânica.....5
2.3. Utilização de biofertilizantes na agricultura.....6
2.4. Utilização de derivados de mamona na agricultura 7
2.5. Experimentos com misturas na formulação de substratos..... 9

CAPÍTULO I

Crescimento inicial de mudas de gravioleira em substratos com torta e casca de mamona

RESUMO 13
ABSTRACT 14
1. INTRODUÇÃO 15
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....17
2.1. Local do experimento 17
2.2. Delineamento, instalação e condução do experimento 17
2.3. Variáveis estudadas 19
2.3.1. Análise dos substratos 19
2.3.2. Análise de crescimento inicial 21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....24
3.1. Variáveis de crescimento 24
3.1.1. Altura e diâmetro caulinar e número de folhas em função dos tratamentos 24
3.1.1.1 Combinação ideal para o crescimento de mudas de gravioleira.....30
3.1.2. Massas das matérias fresca e seca foliar, radicular, caulinar e total das mudas de gravioleira.....31
3.1.2.1. Massas das matérias fresca e seca foliar 31

3.1.2.2. Massas das matérias fresca e seca caulinar 33
3.1.2.3. Massas das matérias fresca e seca radicular 35
3.1.2.4. Massas das matérias fresca e seca total da muda de gravioleira 37
3.1.2.5. Combinação ideal para o acúmulo de biomassa em mudas de gravioleira.....39

4. CONCLUSÕES 41

CAPÍTULO II

Composição mineral de mudas de gravioleira e fertilidade de substratos com torta e casca de mamona

RESUMO 43
ABSTRACT 44
1. INTRODUÇÃO 45
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....50
3.1. Características químicas dos substratos e seus componentes 50
3.2. Nitrogênio 54
3.3. Fósforo 56
3.4. Potássio 59
3.5. Cálcio 61
3.6. Magnésio 63
3.7. Enxofre 65
3.8. Combinação ideal para a composição mineral de mudas de gravioleira.....69

4. CONCLUSÕES 70

REFERÊNCIAS 71

1. INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura está em franca expansão no Brasil e vem se tornando um dos mais atrativos investimentos no agronegócio brasileiro, tanto pelas condições edafoclimáticas compatíveis com esse tipo de cultura, como pela diversidade de frutíferas existentes. Além disso, o elevado consumo interno de frutas e a demanda internacional por frutas tropicais, principalmente, na forma de suco concentrado, aceleram ainda mais esse crescimento. Entretanto, há muito ainda a ser explorado e pesquisado, principalmente com relação à graviolicultura.

O saldo da balança comercial do agronegócio de frutas (exceto laranja) no Brasil, durante o ano de 2008 foi de US$ 334.544,00, correspondente a um total de 556.792 toneladas de frutas importações e exportações. Nos primeiros meses do corrente ano foi registrado um saldo de US$ 29.318,00, totalizando 99.978 toneladas de frutas (CONAB, 2009).

Dentre as frutíferas cultivadas comercialmente, a graviola (*Annona muricata* L.) vem se destacando no cenário agrícola brasileiro, dado o interesse crescente por parte dos consumidores e das indústrias processadoras de sucos concentrados, sorvetes, cremes e doces. Além de possuir uma rica composição nutricional, em especial, em Vitamina C (JUNQUEIRA et al., 1999). No Estado da Paraíba encontram-se 438 hectares plantados com esta cultura, sendo os principais produtores Pitimbu, Alhandra, Mulungu, Mamanguape e Sapé, encontrando-se também cultivos em Remígio e Cuité (CODEVASF, 2001).

A gravioleira é uma frutífera da família *Annonaceae*, espécie cultivada em países tropicais e subtropicais, que encontrou na região nordeste brasileira condições climáticas e de solo compatíveis com suas exigências nutricionais e fisiológicas (CASTRO et al., 1984; PINTO e SILVA, 1994).

O emprego de técnicas agroecológicas no cultivo dessa anonácea, na qual inclui a escolha dos substratos utilizados na produção de mudas, possibilita a produção de frutos sem o uso de agrotóxicos e fertilizantes minerais. A utilização de insumos de origem vegetal tem sido cada vez mais fomentada para adubação orgânica nos sistemas agroecológicos, visando reduzir os custos de produção, a dependência do agricultor por insumos não produzidos na propriedade e os desequilíbrios químicos e biológicos, promovendo maior biodiversidade microbiana e a manutenção dos nutrientes requeridos pelas plantas (MIYASAKA et al., 1984; SEVERINO et al., 2004).

No contexto de economia globalizada, com a crescente conscientização sobre o risco associado ao uso de produtos industrializados, a adoção de técnicas sustentáveis de manejo proporciona maior credibilidade ao produto. O aumento da demanda por produtos orgânicos, no mercado consumidor brasileiro e internacional, deve-se a essa crescente preocupação com a preservação do meio ambiente e com a saúde humana, através do consumo de produtos sadios e livres de resíduos de agrotóxicos. Adicionalmente, a comercialização de produtos orgânicos também é utilizada como ferramentas de *marketing* pelas empresas e grandes redes de supermercados, por influência dos países desenvolvidos em determinados grupos de consumidores.

Ainda do ponto de vista econômico, a viabilidade do cultivo fundamentado na agroecologia está relacionada à substituição de insumos já tradicionais no mercado por insumos de origem orgânica, que muitas vezes podem ser produzidos na própria propriedade, além da diminuição da movimentação do solo (uso de maquinário) e do intensivo uso de mão-de-obra, que aumentam consideravelmente o custo final da produção (ORMOND et al., 2002).

Dentre os insumos naturais podem-se destacar os biofertilizantes, que apresentam baixos custos de produção, e a torta de mamona, que tem altos teores de macronutrientes, em especial de nitrogênio e fósforo, e potencial para fertilização do solo.

No cultivo de gravioleira, ainda por ser aprimorado, não se conhecem bem os efeitos da adubação, nutrição e outras práticas agrícolas. Sendo assim, o conhecimento obtido através de análises químicas das quantidades dos nutrientes absorvidos pelos diferentes órgãos que compõem essa planta fornecerão subsídios para melhor compreensão do balanço de nutrientes entre a planta e o substrato que satisfaça as exigências nutricionais de mudas de graviola.

Por isso, pesquisas relacionadas com a produção de mudas e a utilização de subprodutos da mamona, como a casca e a torta de mamona, são de importância ímpar para fomentar o desenvolvimento da agricultura sustentável na região Nordeste do Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura da gravioleira

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma frutífera pantropical, pertencente à família Annonaceae e originária da América Central e norte da América do Sul. A família Annonaceae possui cerca de 112 gêneros e aproximadamente 2.150 espécies, das quais foram registradas no Brasil 29 gêneros, compreendendo cerca de 260 espécies. No Estado da Paraíba foram registrados seis gêneros e 15 espécies: *Anaxagorea* (1), *Annona* (6), *Duguetia* (2), *Guatteria* (2), *Rollinia* (2) e *Xylopia* (2) (MABBERLEY 1997; BARROSO et al. 1978; PONTES et al., 2004).

A *A. muricata* é uma espécie introduzida (MARTIUS, 1841 *apud* PONTES et al., 2004) caracterizada por ser uma árvore e destaca-se das demais Anonáceas por apresentar pecíolo curto, com até 0,5 cm de comprimento; folhas com tricomas esparsos na face dorsal; domácias presentes na face dorsal, na junção das nervuras secundárias com a nervura principal; ovário densamente piloso; fruto muricado, principalmente quando jovem (PONTES et al., 2004).

Apesar da alta incidência de pragas e doenças, o cultivo da graviola vem tomando destaque produtivo na região Nordeste, principalmente por apresentar condições edafoclimáticas compatíveis com as exigências fisiológica e nutricional desse vegetal (CASTRO et al., 1984; PINTO e SILVA, 1994), tendo grandes perspectivas para exportação. Sua utilização vem crescendo pela grande aceitação pelo mercado consumidor, tanto para consumo *in natura,* quanto para a produção de cremes, polpas, geléias, doces e sorvetes pela agroindústria.

2.1.1. Exigências nutricionais da gravioleira

O cultivo da gravioleira na região nordeste brasileira é normalmente realizado em solos de baixa fertilidade natural do tipo Neossolo Quartzarênico distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo (MELO et al., 1983; LOPES, 1984). O adequado manejo do solo constitui uma importante etapa para o sucesso e viabilização da produção de determinada cultura no campo. Portanto, técnicas que possibilitem o maior crescimento, desenvolvimento e qualidade das plantas podem incluir a utilização de variadas formas de fertilização.

Com base nos teores dos macronutrientes determinados por Viégas e Frazão (2004) nas folhas de mudas de gravioleira utilizando-se de um tratamento completo e de tratamentos com omissão de cada macronutriente foi verificada a seqüência dos teores: N > Ca > K > S > Mg > P, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Teores de macronutrientes (g kg^{-1}) em folhas de mudas de gravioleira.

Macronutriente	**Teor (g kg^{-1})**
N – Nitrogênio	> 14,30
P – Fósforo	0,8 – 1,0
K – Potássio	11,90 – 13,10
Ca – Cálcio	12,85 – 15,71
Mg – Magnésio	3,23 – 3,96
S – Enxofre	3,88 – 5,96

Fonte: Viégas e Frazão (2004).

Segundo Silva et al. (1999), a ordem de macronutrientes encontrados em folhas de gravioleira, nos primeiros meses do ano foi de Ca > K > N > Mg > P; entre os meses de março e maio foi K > Ca > N > MG > P e no mês de junho foi de K > N > Ca >Mg > P, resultados semelhantes aos obtidos por Barbosa et al. (2003). Já Silva et al. (1986), a ordem admitida como ideal nas folhas de gravioleira é N > K > Ca > Mg >P.

Dentro deste contexto, pesquisas relacionadas com a influência sobre o crescimento da gravioleira através da utilização de adubação orgânica vêm sendo desenvolvidas (REGO, 1992).

Conforme Batista et al. (2003), os sintomas de carência dos nutrientes em mudas de gravioleira são os seguintes: A deficiência de nitrogênio retarda o crescimento da planta, provoca clorose foliar de tonalidade verde-limão, com perda de brilho, enrijecimento e queda prematura das folhas. A deficiência de fósforo prejudica o porte das plantas em até 50%, estimula o aparecimento de manchas amareladas nos bordos do limbo e necrose apical das folhas basais. Plantas deficientes em potássio têm o desenvolvimento foliar inibido com reflexos negativos na área foliar e atividades fotossintéticas. A deficiência de cálcio retarda o desenvolvimento das plantas, as folhas ficam enrugadas, com clorose nas margens do limbo e encurvamento do ápice foliar para baixo. Quanto ao magnésio a sua carência provoca clorose internervural amarelada e queda precose das folhas. A carência de boro induz a morte das gemas apicais e eclosão de gemas laterais, redução no tamanho das folhas e limbo com

engrossamento das nervuras. Plantas deficientes em enxofre sofrem redução de tamanho das folhas superiores, com coloração verde-pálida.

2.2. Agricultura Orgânica

Devido aos impactos ambientais gerados pelas atividades agrícolas surge a necessidade de adotar sistemas de produção ecologicamente sustentável e economicamente viável que tenham como princípio o desenvolvimento sustentável, visando manter ou melhorar a produtividade, a segurança, a proteção ambiental, a viabilidade econômica e a aceitabilidade sociocultural.

No Brasil, apesar da modernização agrícola ter aumentado a produtividade das lavouras, houve aumento significativo dos impactos ambientais. A crescente preocupação com o bem-estar humano e ambiental levou ao surgimento de um novo paradigma: a "sustentabilidade agrícola".

"Agricultura sustentável é o manejo e a utilização do ecossistema agrícola, de modo a manter sua diversidade biológica, produtividade, capacidade regenerativa, vitalidade e habilidade de funcionamento, de maneira que possa preservar – agora e no futuro – significantes funções ecológicas, econômicas e sociais na esfera local, nacional e global, e não cause danos em outros ecossistemas" (LEWANDOWSKI et al., 1999, citando a Conferência de Ministros Europeus de Meio Ambiente).

Outra definição bastante aceita de agricultura sustentável foi proposta pelo National Research Council dos Estados Unidos *apud* Santana (2005):

> "Agricultura sustentável não constitui algum conjunto de práticas especiais, mas sim um objetivo que é o de alcançar um sistema produtivo de alimento e fibras que possibilite:
> a) aumentar a produtividade dos recursos naturais e dos sistemas agrícolas, permitindo que os produtores respondam aos níveis de demanda engendrados pelo crescimento populacional e pelo desenvolvimento econômico;
> b) produzir alimentos sadios e nutritivos que permitam o bem-estar humano;
> c) garantir renda líquida suficiente para que os agricultores tenham um nível de vida aceitável e possam investir no aumento da produtividade do solo, da água e de outros recursos;
> d) corresponder às normas e expectativas da comunidade."

Os objetivos da sustentabilidade agrícola variam conforme as condições ecológicas, econômicas, sociais e culturais, desta maneira, a situação deve ser caracterizada e as iniciativas de sustentabilidade devem ser adaptadas às necessidades e capacidades particulares.

A agricultura orgânica segue o princípio do desenvolvimento sustentável e da concepção holística do agroecossistema, consistindo em uma forma de produção agrícola com enfoque sistêmico que gera menos impactos ambientais do que os sistemas de plantio tradicionais, promovendo a preservação ambiental, a agrobiodiversidade, os ciclos biológicos e a qualidade de vida do homem (PINHEIRO et al., 1985; SANTOS, 1992; PENTEADO, 2000; CAMARGO et al, 2000; ALTIERE, 2002). Além disso, a agricultura orgânica pretende minimizar a dependência do meio agrícola de energias não renováveis.

Nesse tipo de sistema agrícola ocorre, dentre outras coisas, a substituição de insumos industrializados, como fertilizantes minerais, agrotóxicos e corretivos, por produtos de natureza orgânica, também conhecidos como biológicos ou ecológicos.

2.3. Utilização de biofertilizantes na agricultura

Os fertilizantes são aplicados com o objetivo de suprir algumas carências de compostos químicos do solo, de forma a aumentar a sua produtividade. Muitas vezes, no entanto, esses produtos são utilizados em quantidades excessivas e de forma continua, podendo causar impactos ambientais ocasionando na diminuição do teor de matéria orgânica e na degradação das características químicas e físicas do solo. Além disso, a sua utilização excessiva pode resultar na maior lixiviação dos nutrientes aplicados e, quando em contato com os corpos d'água, podem causar eutrofização dos mesmos, que é a proliferação excessiva de algas e de vegetação aquática pelo excesso de nutrientes.

Os resíduos de origem orgânica são excelentes fontes de nutrientes, atendendo parcial ou totalmente as necessidades nutricionais das plantas, além de melhorar as características físicas e biológicas do solo. A utilização de adubação orgânica propicia um aumento significativo da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, o que reflete a capacidade que o mesmo tem de reter ou liberar os nutrientes à solução do solo para serem aproveitados pelas plantas, além de aumentar a porosidade e aeração, resultando na menor compartimentalização do solo, proporcionando maior volume de água disponível e espaço para o crescimento para as raízes (KIEHL, 1985; RAIJ, 1987).

Por ser uma importante ferramenta de agricultura sustentável no manejo de solo, o emprego de produtos de origem vegetal e animal vêm crescendo nos últimos anos. Como exemplo, podemos citar os biofertilizantes bovinos puro (água e esterco fresco de bovino) e concentrado com macro e micronutrientes (água, esterco fresco de bovino, macro, micronutrientes e mistura protéica), utilizados como compostos nutricionais de vegetais e no controle de insetos-praga (SANTOS, 1991; MEIRELLES et al., 1997; MEDEIROS, 2000; AS-PTA, 2001).

O biofertiliante é o produto resultante da biodigestão de compostos orgânicos. Esses compostos possuem substâncias bioativas, organominerais e grande biodiversidade de microorganismos de metabolismo aeróbico, anaeróbico e fermentativo, como bactérias e fungos.

Pulverizações com biofertilizantes demonstraram serem eficientes no controle de doenças fúngicas e bacterianas em mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* L.), além de um maior crescimento dessas plantas, proporcionando maior diâmetro, altura, número de ramos, flores e frutos (COLLARD et al., 2001).

2.4. Utilização de derivados de mamona na agricultura

A agricultura energética desponta mundialmente como uma grande oportunidade para o crescimento do agronegócio brasileiro. Dentro deste contexto, o potencial brasileiro para o cultivo de oleaginosas e produção de biocombustíveis é imensurável. Além disso, o biodiesel feito com óleo rícino pode ser processado na indústria química nacional ou exportado e permite infinitas aplicações industriais.

Dentre as plantas oleaginosas que irão compor o programa de produção de combustível vegetal na região, a cultura da mamona destaca-se, diante do regime irregular de chuvas, por possuir uma vantagem única: alta e reconhecida tolerância à seca (WEISS, 1983).

A mamona (*Ricinus communis* L.) é um arbusto perene, oleaginosa, pertencente à família *Euphorbiaceae* de relevante importância econômica e social, principalmente, no semi-árido nordestino, que ocupa mais de 900.000km^2, onde vivem mais de dois milhões de famílias em péssimas condições de vida (BELTRÃO et al., 2003).

Segundo dados da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) (2009) a produção de mamona na safra 2008/2009 foi de 90,2 mil toneladas, em uma área de 150 mil hectares, com produtividade de 301 kg/ha. Na região Nordeste a produção de mamona na

mesma safra foi de 79,8 mil toneladas, em uma área de 141,9 mil ha, cuja produtividade alcançou 562 kg/ha.

Da semente da mamona, após ser submetida à prensagem, extraem-se a casca e a torta de mamona. A torta da mamona apresenta elevado teor de proteínas e fibras, além de ser rico em nitrogênio, que é um dos principais elementos necessários ao desenvolvimento das plantas (SEVERINO, 2005) (Tabela 2).

Tabela 2: Teores de umidade, óleo, proteína bruta, cinzas, N, P e K da torta de mamona.

Umidade	Óleo	Proteína bruta	Cinzas	N	P	K
8,13%	13,10%	28,74%	12,11%	4,60%	3,00%	0,96%

Fonte: Costa et al. (2004).

A liberação e mineralização da matéria orgânica presente no solo com adição de 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. Esse produto apresenta ainda propriedades inseticida e nematicida Na Índia, cerca de 85% da torta de mamona é utilizada com adubo orgânico (DIRECTORATE OF OILSEEDS RESEARCH, 2004; KONNUR e SUBBARAO, 2004; UDESHI, 2004; SEVERINO, 2004).

Outras características a serem consideradas são as propriedades tóxica e alergênica da torta da mamona, devido à presença de um conjunto de substâncias denominadas de ricina, ricinina e CB-1A (MOSHKIN, 1986; GARDNER et al., 1960).

A ricina é uma proteína do tipo lectina encontrada exclusivamente no endosperma das sementes de mamona que apresenta um elevado índice de toxidez na torta de mamona, sendo considerada dentre as proteínas de maior toxidez conhecida pelo homem por agir na inativação ribossomal provocando a morte celular por inibir a síntese protéica (OLSNES e KOZLOV, 2001; LORD et al. 1994; MOSHKIN, 1986).

Além da torta de mamona, a casca de mamona também é utilizada como adubo orgânico por ser produzido em grandes quantidades dentro das lavouras, além disso, recentes pesquisas vêm investigando sobre o seu uso como fonte nutritiva para a produção vegetal. No entanto, a aplicação da casca do fruto da mamona deve ser precedida de um processo de compostagem ou decomposição para reduzir a alta relação C/N, devido os baixos níveis de nitrogênio encontrados nesse tipo de produto *in natura* (LIMA et al., 2006). Após processamento da semente da mamona, para cada tonelada, são gerados 620 kg de casca (SEVERINO et al., 2005) e 530 kg de torta de mamona (SEVERINO, 2005).

2.5. Experimentos com misturas na formulação de substratos

Experimentos com misturas podem ser realizados para formulação de produtos em diferentes áreas de pesquisa, como nas áreas farmacêutica, têxtil e agrícola. Na área agrícola, esses experimentos podem ser aplicados em pesquisas envolvendo, por exemplo, misturas de fertilizantes, agrotóxicos em geral e substratos para produção de mudas.

A escolha dos ingredientes a serem utilizados na formulação de substratos é uma importante etapa para a formação de mudas de qualidade, com propriedades físico-químicas que possibilitem condições ideais para o sadio crescimento das mudas, como a capacidade de retenção de água, balanço nutricional, aeração, ausência de organismos fitopatógenos e propágulos, baixa densidade e porosidade adequada, associadas ao baixo custo e alta disponibilidade (MELETTI e TEIXEIRA, 2000; KÄMPF e FERMINO, 2000).

Experimentos com misturas consistem na combinação de dois ou mais componentes em proporções pré-definidas, seja em massa ou volume, para formar um produto final. Portanto, as propriedades da mistura bem como as respostas finais a serem consideradas são determinadas pelas proporções de seus ingredientes e não por seus valores absolutos. Objetiva-se neste tipo de experimento selecionar e determinar os componentes quanto ao grau de importância na mistura (DIAS, 2006).

Os componentes devem ser considerados em proporções não-negativas e suas somas devem ser iguais a 1. O espaço de experimentação de uma mistura com *q* componentes fica reduzido a uma região simplex que é uma configuração espacial determinada por um número de pontos um a mais que o número de dimensões do espaço, limitada pelas condições (CORNELL, 2001).

$$x_i \geq 0, \quad 1 \geq i \geq q$$

sendo que:

$$\sum_{i=1}^{q} X_i = 1$$

onde:

xi = proporção do *i-ésimo* componente.

As variáveis x_i são linearmente dependentes, portanto, a modificação na proporção de um dos componentes resultará na modificação quantitativa de um ou mais componentes na mistura.

O formato do espaço experimental depende do número de componentes da mistura, no caso de uma mistura constituída por três componentes, a figura final será triangular (Figura 1).

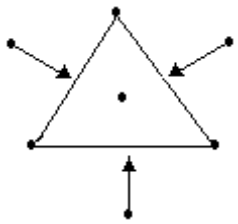


Figura 1: Formação do triângulo das concentrações, com seus respectivos limites inferiores e superiores para cada componente da mistura.

Para interpretação das análises, devem-se observar os componentes da mistura nas extremidades do triângulo, com suas respectivas concentrações máximas e mínimas, ao longo das quais se dispõem, dentro do triângulo, os valores de uma variável qualquer. A interpretação quanto ao gradiente de valores apresentados no triângulo deve decorrer da menor para a maior concentração do componente, onde se verifica se o mesmo influenciou positivamente ou não na variável analisada. Após avaliação dos três componentes isoladamente, mediante formação de três retas ilustrativas, observa-se a junção das mesmas em uma mediatriz, demonstrando o ponto médio dos três componentes da mistura (Figura 2).

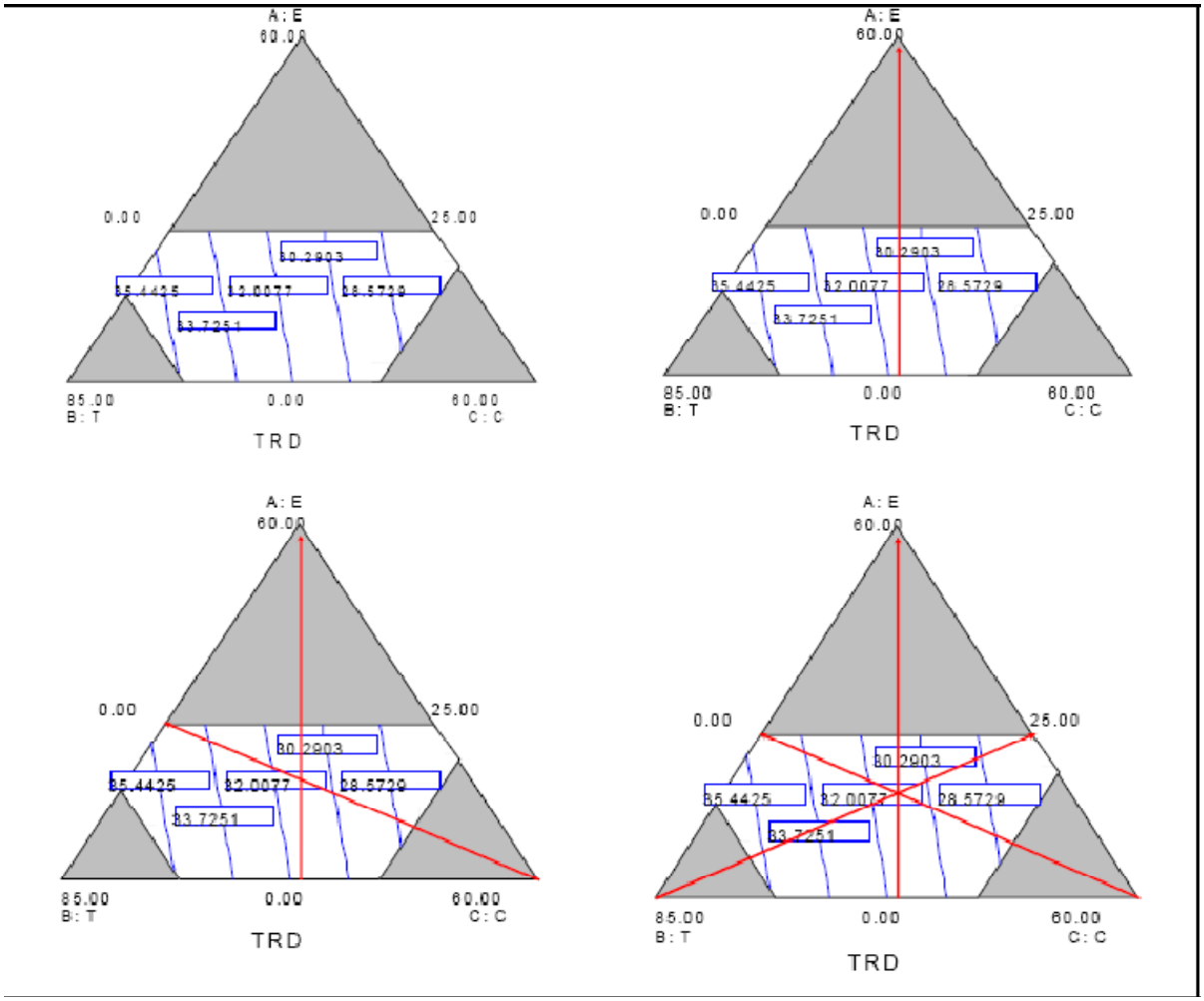


Figura 2: Etapas interpretativas da figura triplex em experimentos com misturas.

Fonte: Dias (2006).

CAPÍTULO I

Crescimento inicial de mudas de gravioleira em substratos com torta e casca de mamona

MELO, R.S. Crescimento inicial de mudas de gravioleira em substratos com torta e casca de mamona. Areia – PB, 2009. 95 p. (Dissertação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

A escolha do substrato é uma importante etapa que determina condições adequadas para a germinação e crescimento de mudas de qualidade, com baixo custo e elevada produtividade. Nesta pesquisa, teve-se como objetivos avaliar diferentes substratos no crescimento inicial de mudas de gravioleira (*Annona muricata* L.). O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, na Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Areia, PB. As mudas foram formadas em *tubets* contendo diferentes proporções de solo (75 – 100%), casca de mamona (0 – 15%) e torta de mamona (0 – 15%), adubados ou não com biofertilizante. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 14 tratamentos, quatro blocos e quatro plantas por bloco, totalizando 224 mudas. Foi utilizado como testemunhas substrato contendo areia e esterco bovino curtido na proporção de 2:1 v/v. Verificou-se que os substratos contendo torta de mamona em doses abaixo de 5% possibilitaram incremento da fitomassa nas mudas de gravioleira, entretanto, estando este componente em doses mais elevadas e sem a adição de biofertilizante, o crescimento das mesmas é inibido. A adição de biofertilizante via substrato e os substratos contendo casca de mamona são adequados para a formação de mudas de gravioleira. Em razão dos valores estimados, a combinação dos componentes solo, torta e casca de mamona que melhor propiciam a formação de mudas de gravioleira de qualidade é 83:0:7 v/v e 75:5:10 v/v.

Palavras-chave: *Annona muricata*, mudas, biomassa.

MELO, R.S. Initial growth of seedlings of soursop on substrates with pie shell and castor bean. Areia: UFPB, 2009. 95fl. (Dissertation in Agronomy).

ABSTRACT

The choice of substrate is an important step in determining appropriate conditions for germination and growth of seedlings of quality, low cost and high productivity. This research aims to evaluate different substrates in the initial growth of seedlings of soursop (*Annona muricata* L.). The experiment was conducted in greenhouse, from University Paraiba State, Brazil. Seedlings were grown in tubets containing different proportions of soil (75 to 100%), bark of castor oil (0 - 15%) and castor bean cake (0 - 15%), fertilized or not with biofertilizer. The experimental design was randomized blocks with 14 treatments, four blocks and four plants per block, totaling 224 seedlings. Was used as witnesses substrate containing sand and cattle manure at a ratio of 2:1 v/v. It was found that the substrates containing cake of castor oil at doses below 5% possible increase in biomass in seedlings of soursop, however, without addition of biofertilizer, this component inhibits their growth. The addition of biofertilizer via substrate and the substrates containing bark of castor oil are suitable for the formation of soursop seedlings. To obtain the maximum values for height, diameter and leaf area, we recommend the following substrate: 81.25% of land, 0.00% of castor bean cake and 8.75% of bark.

Key-words: *Annona muricata*, biomass, seedling production.

1. INTRODUÇÃO

A comercialização de frutíferas tropicais no Brasil vem crescendo a cada ano e o potencial de produção na região nordeste é bastante amplo. Nesse contexto, a cultura da gravioleira (*Annona muricata* L.) possui boas perspectivas para a exploração comercial, devido à crescente demanda por seus frutos para consumo *in natura* e para a agroindústria processadoras de sucos concentrados, sorvetes, cremes e doces.

A gravioleira é uma frutífera tipicamente tropical, pertencente à família *Annonaceae*, que vem exercendo destaque produtivo na região nordestina, principalmente por apresentar condições edafoclimáticas compatíveis com as exigências fisiológica e nutricional desse vegetal (CASTRO et al., 1984; PINTO e SILVA, 1994).

A formação de mudas constitui-se numa etapa de grande importância do processo de produção, na qual pode possibilitar aos agricultores a obtenção de plantas de qualidade que melhor suportem as condições adversas de campo. A gravioleira pode ser propagada via sementes (pé franco), estaquia ou enxertia. Na maioria das regiões produtoras do país, a gravioleira é propagada via pé franco, mas essa tecnologia pode originar plantas diferentes da planta-mãe, às vezes de baixa produtividade. Portanto, os plantios mais tecnificados têm empregado a enxertia para formar pomares, possibilitando maior uniformidade entre as plantas (ARAÚJO FILHO et al., 1998).

Pesquisas relacionadas com a influência sobre o crescimento da gravioleira através da utilização de adubação orgânica vêm sendo desenvolvidas (REGO, 1992). Como exemplo de composto orgânico, a torta de mamona é amplamente utilizada na produção de plantas, e a casca de mamona, em menor proporção (Directorate of Oilseeds Research, 2004; SEVERINO, 2005; LIMA et al., 2006; BELTRÃO et al., 2006; COSTA et al., 2006; ARAÚJO et al., 2008; LIMA et al., 2008a).

Os subprodutos obtidos a partir da prensagem da semente de mamona contam com um amplo mercado internacional, com mais de 700 possibilidades de aplicação, que incluem a utilização como adubo orgânico de torta e casca da mamona (BELTRÃO et al., 2003). A torta da mamona apresenta elevado teor de proteínas e fibras, além de ser rico em nitrogênio, que é um dos principais elementos necessários ao desenvolvimento das plantas. Do total de nitrogênio existente no solo, cerca de 95% encontra-se na forma de N-orgânico (SEVERINO, 2005).

As informações científicas sobre o cultivo da graviola são pouco frequentes na literatura. Por isso, pesquisas que visem o monitoramento do crescimento inicial na produção de porta-enxertos de gravioleira são de importância para fomentar o desenvolvimento do agronegócio da graviola no Brasil, especialmente na região Nordeste.

Dessa forma, teve-se como objetivo avaliar o crescimento inicial de mudas de gravioleira em substratos constituídos por torta e casca de mamona, com e sem biofertilizante, em condições de casa de vegetação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação durante o período de abril a novembro de 2008, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba-UFPB, Campus II, localizada na cidade de Areia, PB. As análises da composição mineral das mudas e do solo foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS da Universidade Federal da Paraíba, UFCG, Campina Grande, PB.

2.2. Delineamento, instalação e condução do experimento

Foram avaliados 14 tratamentos, dentre os quais 10 constituídos pela mistura de solo (50 – 100%), casca de mamona (0 – 30%) e torta de mamona (0 – 20%), com quatro tratamentos adicionais: tratamento 11, constituído apenas por solo 90 v/v, tratamento 12, com solo, casca e torta de mamona nas proporções 75:10:5 v/v, ambos para avaliar o efeito do biofertilizate bovino, adicionado via substrato mensalmente, além do tratamento 13, constituído por solo e fertilizante mineral Ferligran®, 8g/kg, e o tratamento 14, composto por duas partes de camada superficial de solo e uma de esterco bovino nas proporção 2:1 v/v, peneirados (Tabela 3).

As mudas de gravioleira 'Morada' foram formadas em abril de 2008 por via seminífera, provenientes de frutos de plantas adultas de boa qualidade. Os frutos foram despolpados manualmente e as sementes postas para secar e escarificadas em liquidificador por 5 segundos intermitentes (LEDO e CABANELAS, 1996). Foram utilizadas quatro sementes por *tubet,* de 250 cm^3, contendo o substrato correspondente ao tratamento. O desbaste foi realizado 60 dias após germinação, deixando-se apenas uma plântula por recipiente. A irrigação foi realizada em dias alternados com utilização de regadores de plástico.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, tratamentos obtidos através do software Design Expert 6.0 (Stat-Ease Inc., Minneapolis- MN), quatro repetições e quatro plantas por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância e, para os parâmetros considerados significativos pelo teste F, à análise de regressão.

Tabela 3: Composição percentual dos substratos constituídos por terra, torta e casca de mamona.

Tratamento[1]	A: Solo	B: Torta	C: Casca
1	75	5	10
2	85	5	0
3	85	0	5
4	90	0	0
5	80	10	0
6	80	5	5
7	75	0	15
8	75	15	0
9	75	10	5
10	80	0	10

[1] Foram adicionados 10% de areia em todos os tratamentos.

O biofertilizante líquido foi obtido pelo processo de fermentação anaeróbica, durante 30 dias, de uma mistura de esterco fresco bovino e água, em partes iguais, em recipiente hermeticamente fechado. Uma mangueira foi colocada na extremidade superior do biodigestor, tendo a outra extremidade imersa em um recipiente contendo água para liberação do gás metano (SANTOS, 1992) (Figura 3 e Tabela 4).

Figura 3: Armazenagem dos biofertilizantes.

Fonte: Araújo (2007).

A torta e a casca da mamona foram cedidas pela Unidade Experimental de Biodiesel no Pólo de Pesqueira, PE.

Tabela 4. Composição química, em macro, micronutrientes na matéria seca do biofertilizante bovino.

Macronutrientes	**Valor**	**Micronutrientes**	**Valor**
Nitrogênio (g L^{-1})	1,07	Boro (mg L-1)	5,17
Fósforo (g L^{-1})	0,26	Cobre (mg L-1)	2,02
Potássio (g L^{-1})	0,38	Ferro (mg L-1)	28,08
Cálcio (g L^{-1})	0,17	Manganês (mg L-1)	51,91
Magnésio (g L^{-1})	0,26	Zinco (mg L-1)	7,72
Enxofre (g L^{-1})	1,07	Sódio (mg L-1)	32,44
pH	6,40		6,40
CE (dS m-1)	2,67		2,67

CE = condutividade elétrica a 25°C

Fonte: Araújo (2007).

2.3. Variáveis estudadas

2.3.1. Análise dos substratos

A metodologia empregada para análise química do solo foi a proposta pela Embrapa (1999), que constou primeiramente do preparo do material através da secagem da amostra ao ar em ambiente ventilado, do destorroamento e da separação das frações do solo por homogeneização em peneira de malha de 2 mm, utilizada para as determinações. Com o material enviado ao laboratório, procedeu a analise química da fertilidade, que constou da análise das seguintes características: teor de Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+}, K^{+}, S, $H^{+}Al^{+3}$, T, V, Al^{+3}, P, N e matéria orgânica (MO), além do pH, soma de bases trocáveis (SB) e capacidade de troca de cátions (CTC) (Tabela 5).

Nos componentes utilizados nos substratos foram obtidos os teores de umidade, proteína bruta (PB), cinzas (CZ), nitrogênio (N), fósforo (P), composto fosfatado (P_2O_5), potássio (K), cloreto de potássio (K_2O), cálcio (Ca), óxido de cálcio (CaO), magnésio (Mg), óxido de magnésio (MgO), enxofre (S) e matéria orgânica (M.O.) segundo o Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes (Embrapa, 1999) (Tabela 6).

Tabela 5: Caracterização química do solo utilizado nos substratos.

pH	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+}	K^{+}	S	$H^{+}Al^{+3}$	Al^{+3}	CTC	P	N	M.O.	V
$H_2O^{1:2,5}$	---------- mmolc/dm ³----------								mg/dm³	------- g/Kg -------		%
4,5	39,2	11,5	4,2	2,9	57,8	59,4	4,0	117,2	5,1	1,4	24,0	49

[1] Análises realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa/CNPA.

Tabela 6: Caracterização química dos compostos utilizados nos substratos, esterco bovino, casca e torta de mamona.

Material	Umid	PB	CZ	N	P	P_2O_5	K	K_2O	Ca	CaO	Mg	MgO	S	M.O.
	---------- % ----------													
Esterco bovino	4,83	6,42	8,54	1,03	0,11	0,25	0,57	0,69	0,65	0,91	0,26	0,44	0,08	14,54
Casca de mamona	14,50	11,53	9,36	1,84	0,25	0,58	3,98	4,77	0,72	1,01	0,21	0,36	0,11	90,64
Torta de mamona	11,83	48,58	8,70	7,77	1,41	3,25	1,40	1,68	0,70	0,98	0,76	1,31	0,13	91,30
Máximo	14,50	48,58	85,46	7,77	1,41	3,25	3,98	4,77	0,72	1,01	0,76	1,31	0,13	91,30
Mínimo	4,83	6,42	8,70	1,03	0,11	0,25	0,57	0,69	0,65	0,91	0,21	0,36	0,08	14,54
Média	10,39	22,18	34,51	3,55	0,59	1,36	1,98	2,38	0,69	0,97	0,41	0,71	0,10	65,49
Desvio Padrão	4,99	23,01	44,13	3,68	0,71	1,64	1,77	2,13	0,04	0,05	0,30	0,53	0,03	44,13
C.V. (%)	48,06	103,75	127,89	103,75	120,57	120,57	89,41	89,41	5,48	5,48	74,41	74,41	25,48	67,38

[1] Análises realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa/CNPA.

* Teor (%) de umidade (Umid), proteína bruta (PB), cinzas (CZ), Nitrogênio (N), Fósforo (P), composto fosfatado (P_2O_5), Potássio (K), Cloreto de potássio (K_2O), Cálcio (Ca), Óxido de cálcio (CaO), Magnésio (Mg), Óxido de magnésio (MgO), Enxofre (S) e Matéria orgânica (M.O.).

As análises de regressão foram realizadas apropriadamente para experimentos com misturas (CORNELL, 2001) e as análises estatísticas efetuadas com o software *Design Expert* 6.0 (*Stat-Ease Inc*., Minneapolis - MN).

2.3.2. Análise de crescimento

As análises de crescimento foram determinadas pelas medições da altura e diâmetro do caule das mudas, taxa relativa do crescimento em altura (TRA) e em diâmetro (TRD); índices de eficiências através das quais pode-se estimar a taxa relativa de crescimento (TRC) de acordo com Hunt (1990).

$$TR = (\ln Y_2 - \ln Y_1) / t_2 - t_1$$

Onde: *TR* = taxa relativa do crescimento em altura e diâmetro;
Y_1 = valor numérico da variável no tempo t_1;
$Y2$ = valor numérico da variável no tempo t_2;
ln = logarítimo neperiano.

A medição da altura das mudas de gravioleira foi realizada com régua graduada em centímetros, tomando como referência a distância do colo ao ápice da planta. O diâmetro do caule foi medido com paquímetro, na altura do colo das mudas. Ambas as análises foram realizadas a cada 30 dias, após a emissão da quarta folha.

A área foliar foi determinada aos 210 dias após a semeadura mediante a retirada das folhas das mudas e digitalização através de máquina fotográfica digital, com posterior processamento das imagens no software *Sigma Scan 5.0 Demo*.

A calibração das medidas foi realizada utilizando barbantes de comprimento conhecido. Depois de abrir cada imagem das raízes, foi feita a identificação e a separação dos segmentos, como pode ser observado na Figura 11, mediante a seguinte seqüência de procedimentos: Image – Treshold – Intensity treshold – Intensity 0 to 1. Finalmente, foram obtidos o comprimento e a área total do sistema radicular mediante a seguinte seqüência de procedimentos: Measurements – Count objects – Measure objects (Pereira, 2001) (Figura 4).

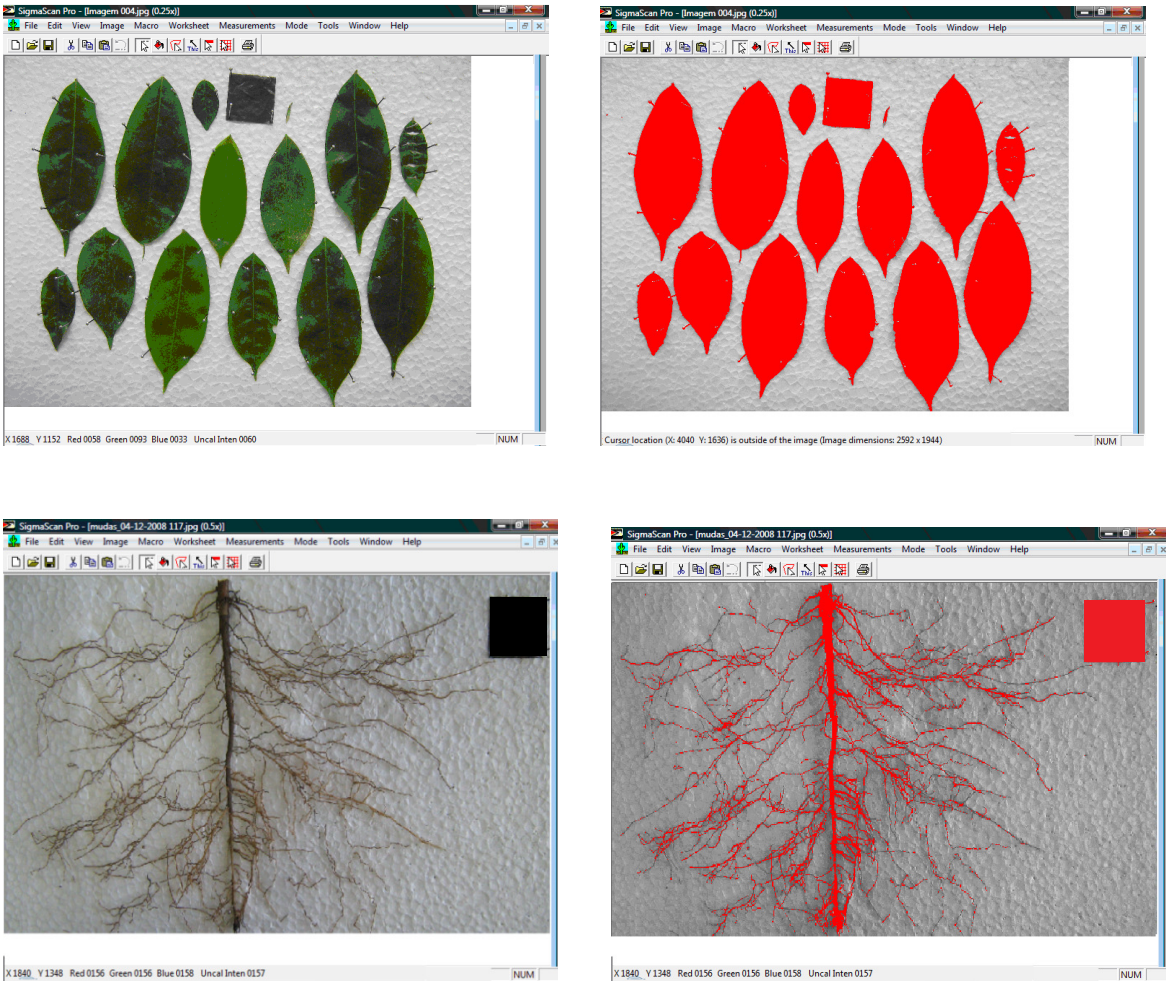


Figura 4: Software Sigma Scan Pro 5.0 Demo utilizado para determinação das áreas foliar e radicular.

Aos 210 dias após a semeadura foram mensuradas a matéria fresca e seca das mudas de gravioleira, para quantificação da biomassa incorporada e da intensidade de crescimento das mesmas, sendo a matéria seca obtida após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65º C.

Os dados foram submetidos à análise da variância e determinadas equações de regressão para as características de crescimento (Tabela 7).

Tabela 7: Resumo do quadro da análise de variância.

Fonte de variação (FV)	*Graus de liberdade (GL)*
Blocos	3
Tratamentos	(13)
Solo (S)	1
Torta (T)	1
S X T	1
S X Casca (C)	1
T X C	1
S X T X C	1
Falta de ajuste	3
T4 Vs T11	1
T9 Vs T12	1
T4 Vs T13	1
T11, T12, T13 Vs T14	1
Resíduo	39
Total	55

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Variáveis de crescimento

3.1.1. Altura e diâmetro caulinar e número de folhas em função dos tratamentos

Observa-se na Figura 5, em relação ao crescimento das mudas ao final do experimento (210 dias após a semeadura), entre os substratos contendo solo, biofertilizante, casca e torta de mamona, houve um menor crescimento nos tratamentos com maiores proporções de torta de mamona, sem a adição de casca (Tratamentos 5 e 8), e no tratamento sem a adição de torta e casca de mamona (Tratamento 4).

A torta de mamona é um produto rico em N (Tabela 6), porém, quando utilizado em grandes quantidades pode causar efeito fitotóxico ou alelopático sobre a emergência e desenvolvimento das plântulas, portanto, seu uso em quantidades excessivas prejudica o crescimento inicial das plantas, como verificado também por LIMA et al. (2008b).

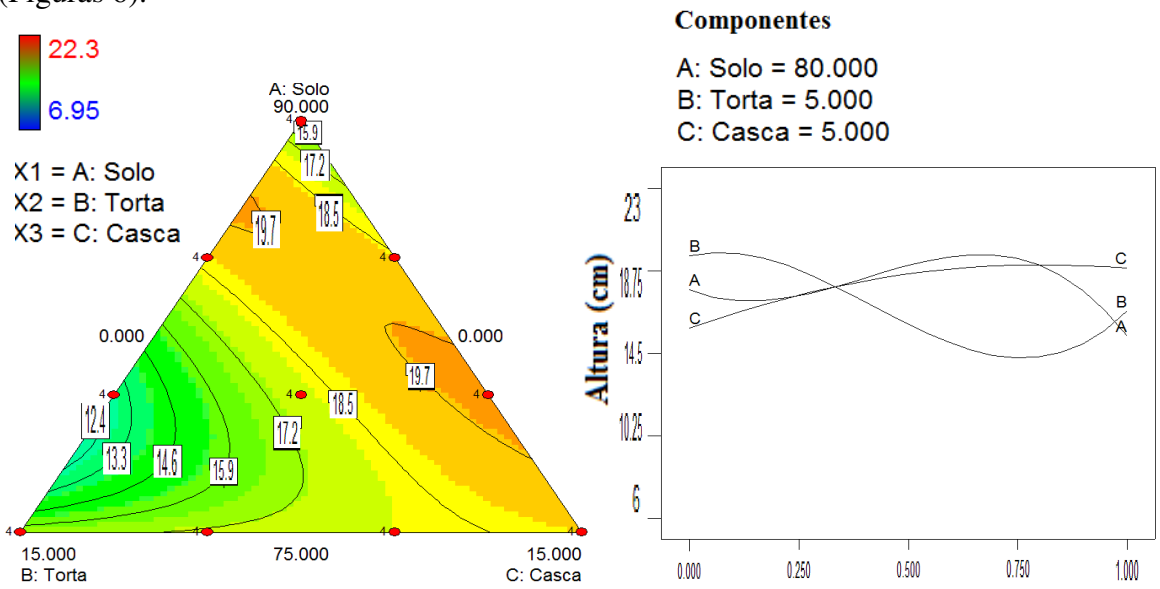
Ainda na Figura 5, torna-se evidente o efeito benéfico causado pela adição de biofertilizante bovino líquido via substrato, haja vista que o composto possibilitou um incremento, em relação ao tratamento 4, em 54,4 e 20,3% na altura caulinar e diâmetro, e em 116,9 e 18,6% em relação às áreas foliar e radicular, respectivamente. O tratamento contendo fertilizante mineral (Tratamento 13) apresentou aumento apenas da área radicular em relação a testemunha, em 17,5%.

Figura 5: Mudas dos tratamentos 1 a 12 com solo, torta e casca de mamona nas seguintes proporções: 75:5:10 v/v (tratamento 1); 85:5:0 v/v (tratamento 2); 85:0:5 v/v (tratamento 3); 90:0:0 v/v (tratamento 4); 80:10:0 v/v (tratamento 5); 80:5:5 v/v (tratamento 6); 75:0:15 v/v (tratamento 7); 75:15:0 v/v (tratamento 8); 75:10:5 v/v (tratamento 9); 80:0:10 v/v (tratamento 10); 90:0:0 v/v (tratamento 11); 75:10:5 v/v (tratamento 12). Nos tratamentos 11 e 12 foi adicionado biofertilizante liquido. O tratamento 13 com fertilizante mineral Ferligran® e o tratamento 14, convencional, composto por solo e esterco curtido de gado 2:1 v/v.

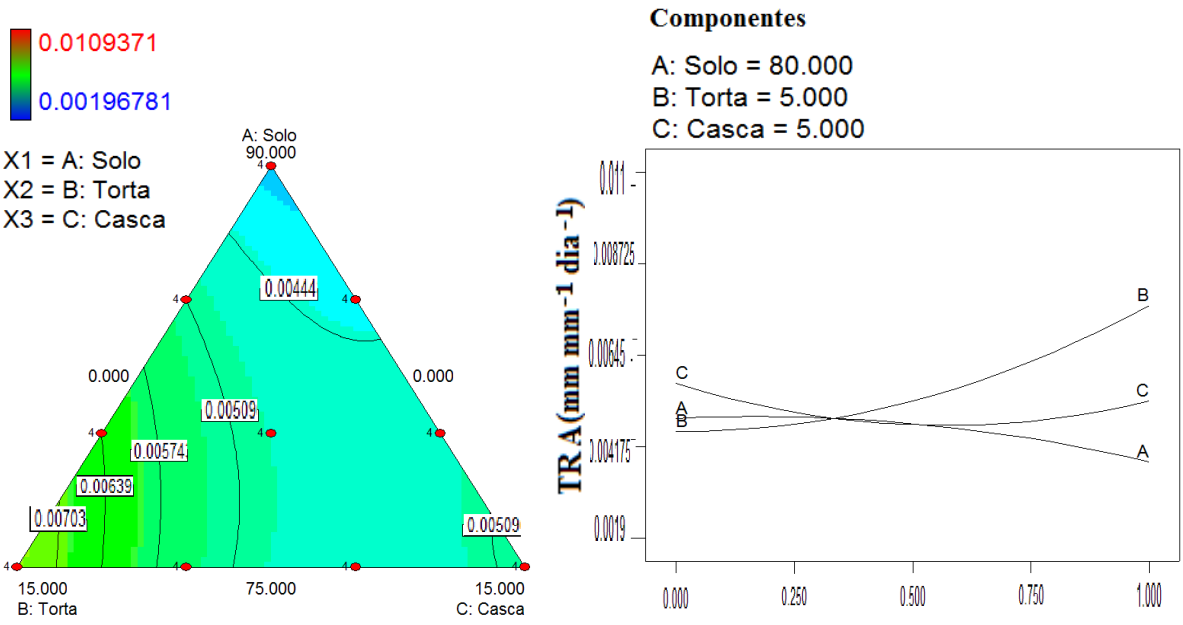
Tanto a altura caulinar quanto o diâmetro e a taxa relativa do crescimento em diâmetro das mudas de gravioleira tiveram comportamento semelhante, no qual o aumento da proporção de casca de mamona no substrato estimulou a elevação dessas variáveis, enquanto que o aumento da torta de mamona inibiu o crescimento das plantas, entretanto, em

concentração superior a 11,25% de torta na composição do volume do substrato, estas variáveis tornaram a aumentar (Figuras 6 e 7). Foi significativa a interação entre o solo e a torta, demonstrando a dependência entre esses fatores.

A taxa relativa do crescimento em altura aumentou com o aumento da proporção de torta no substrato, comportamento inverso ao observado em relação ao solo (Figuras 6).

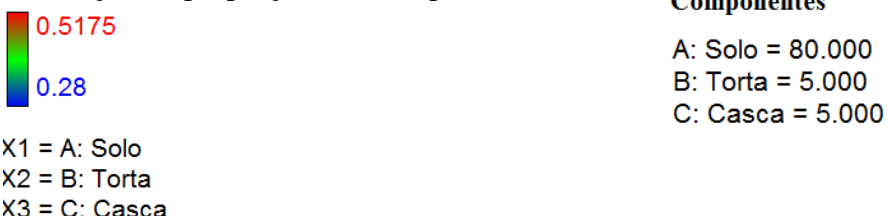


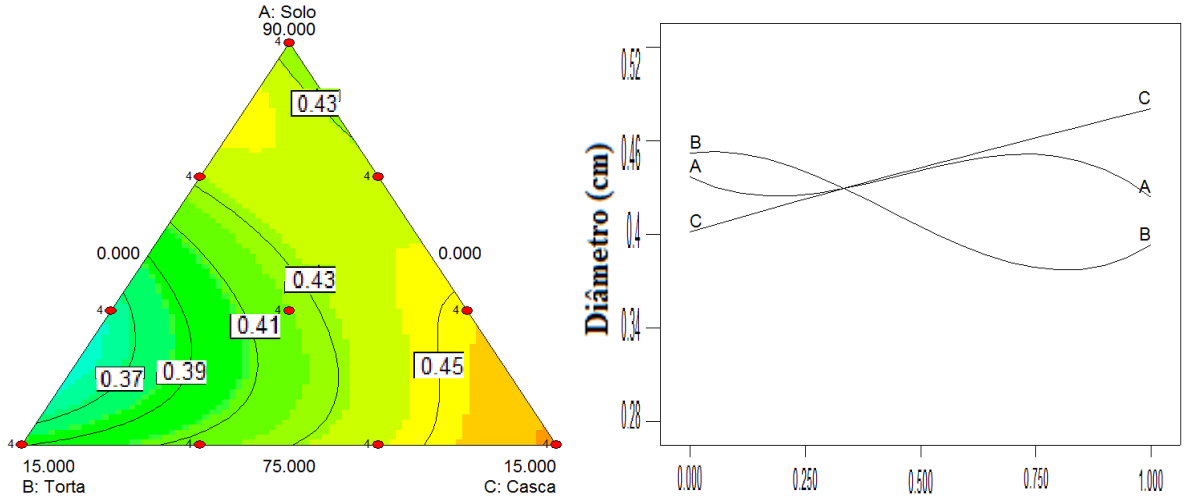
Altura = 15,38.Solo+16,68.Torta+18,89.Casca-0,96.Solo.Torta +9,55.Solo.Casca +44,32.Solo.Torta. (Solo-Torta); R^2 = 48%; CV = 13,5%



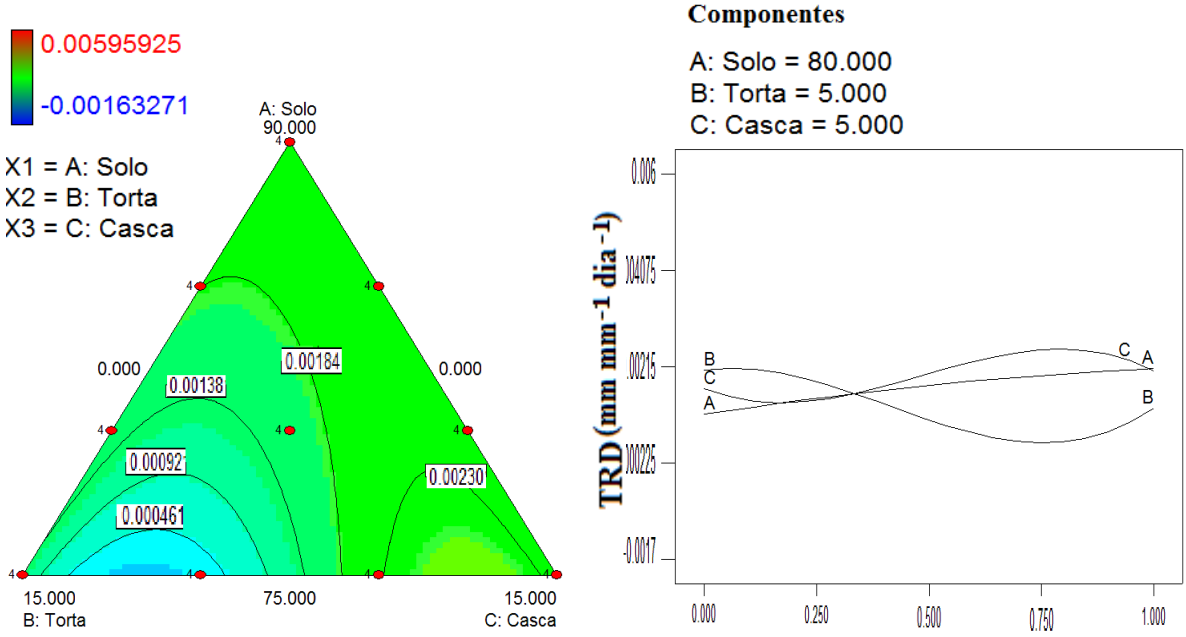
Taxa relativa do crescimento em altura = +3.801E-003.Solo +7.680E-003.Torta +5.302E-003.Casca -6.442E-003.Torta.Casca; R^2 = 46%; CV =24%

Figura 6: Altura e Taxa relativa do crescimento em altura (TRA) das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato





Diâmetro = +0.42.Solo +0.39.Torta +0.48.Casca -0.027.Solo.Torta +0.46.Solo.Torta.(Solo-Torta); R^2 = 37%; CV =10.8%

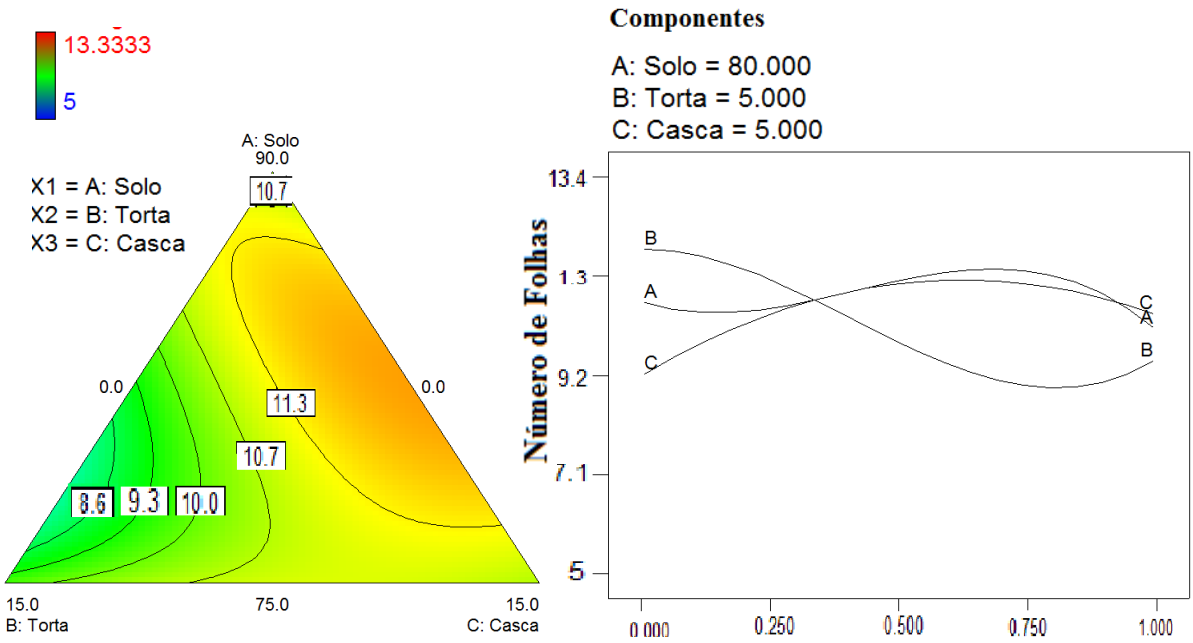


Taxa relativa do crescimento em diâmetro = +2.108E-003.Solo +1.320E-003.Torta +2.058E-003.Casca -1.975E-003.Torta.Casca -0.012.Torta.Casca.(Torta-Casca); R^2 = 23%; CV =69%

Figura 7: Diâmetro e Taxa relativa do crescimento em diâmetro (TRD) das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

O maior crescimento em altura das mudas avaliadas, representado pela Taxa relativa do crescimento em altura (TRA), nos tratamentos com maiores proporções de torta de mamona, ocorreu por este produto ser rico em N e ser de rápida mineralização, o que propicia a decomposição e disponibilização dos nutrientes para serem assimilados pelas raízes das plantas (SEVERINO, 2004; LIMA et al., 2008b).

O número de folhas nas mudas de gravioleira aumentou com o incremento na proporção de casca de mamona no substrato, enquanto que o aumento da torta de mamona prejudicou o crescimento de folhas, entretanto, em concentração superior a 11,25% de torta na composição do volume do substrato, este número tornou a aumentar, comportamento inverso ao observado em relação ao solo (Figura 8). Foi significativa a interação entre solo e casca. Entretanto, contrariamente, a interação entre solo e torta demonstrou a dependência entre esses fatores (Figura 8).

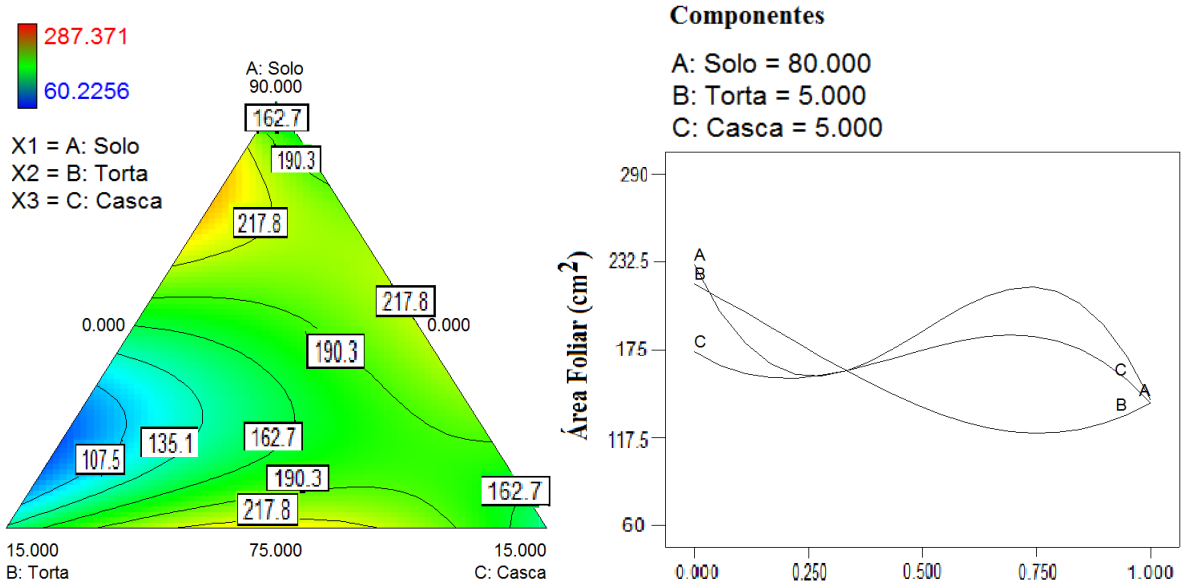


Número de folhas = +10.35.Solo +9.65.Torta +10.65.Casca -2.54.Solo.Torta +6.13.Solo. Casca +2.97.Torta.Casca +15.16.Solo.Torta.(Solo-Torta); R^2 = 43%; CV =12,7%

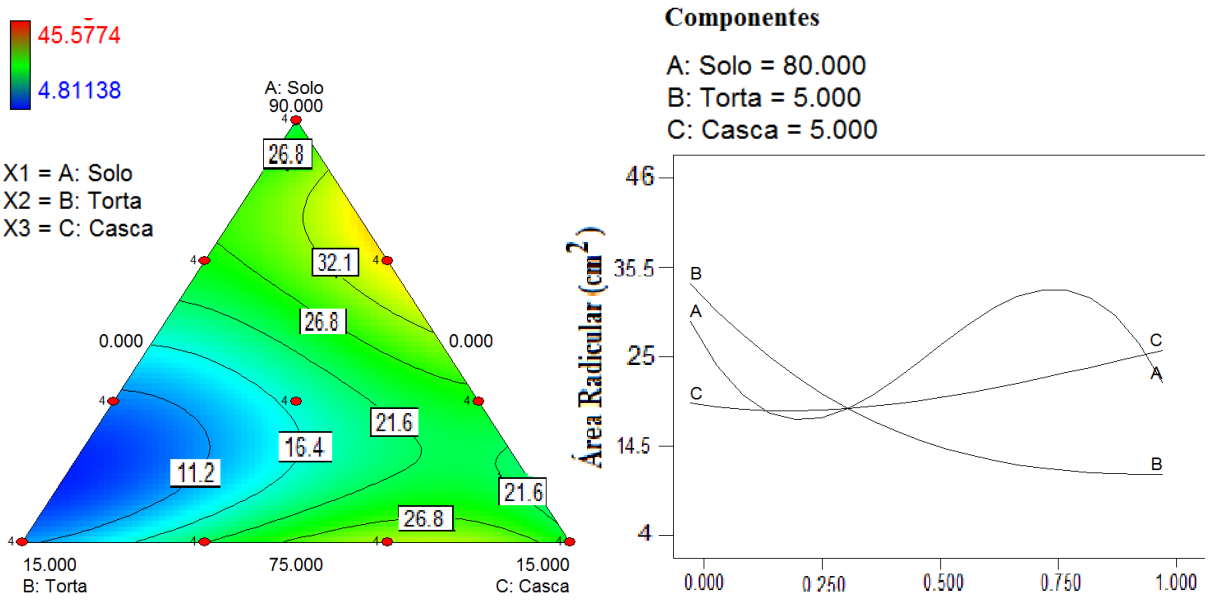
Figura 8: Número de folhas das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

Foi significativa a interação solo x casca x torta nas áreas foliar e radicular das plantas (Figura 9). O solo em concentrações inferiores a 78,75% e superiores a 86,25% na composição do substrato provocou diminuição nas áreas foliar e radicular, havendo um aumento destas variáveis em concentrações entre 78,75 e 86,25% na composição em volume do substrato, comportamento semelhante ao observado com a casca de mamona, que possibilitou um aumento na área foliar quando adicionado em concentrações entre 3,75 e 11,25%. Em relação à área radicular, o aumento em concentração no substrato de casca, possibilitou seu aumento progressivo.

O incremento progressivo de torta de mamona no substrato prejudicou as áreas foliar e radicular, sendo que, a área foliar aumentou em concentrações de torta no substrato superiores a 11,25% (Figura 9).



Área foliar = +141.65.Solo +140.43.Torta +139.89.Casca +130.53.Solo.Torta +309.10.Solo.Casca +361.97.Torta.Casca -1847.75.Solo.Torta.Casca + 847.55.Solo.Torta.(Solo-Torta);
R^2 = 66%; CV = 20,4%



Área radicular= +20.48.Solo +9.77.Torta +24.32.Casca +12.00.Solo.Torta +39.Solo.Casca +42.94.Torta.Casca -299.88.Solo.Torta.Casca +80.52.Solo.Torta.(Solo-Torta) +88.68.Solo.Casca (Solo-Casca);
R^2 = 80%; CV = 21,5%

Figura 9: Áreas foliar e radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

A utilização de biofertilizante, em relação ao substrato sem adição de casca e torta de mamona, propiciou aumento na altura, número de folhas e área foliar. Houve um aumento de 8 cm na altura, 3 folhas.planta^{-1} e 156 cm^2.planta^{-1} em área foliar. Entretanto, a área radicular e o diâmetro não foram afetados. Já em relação ao substrato contendo solo, terra, torta e casca de mamona nas proporções 75:10:10:5 v/v, a adição de biofertilizante aumentou as áreas foliar e radicular, em 55 e 10 cm^2.planta^{-1}, respectivamente. (Tabela 8).

O fertilizante mineral elevou a área radicular em 7 cm^2.planta^{-1} quando comparado ao substrato sem casca e torta de mamona. Enquanto que o substrato com esterco bovino propiciou aumento em 47 cm^2.planta^{-1} em área foliar. Os demais contrastes não exerceram efeitos significativos (Tabela 8).

Tabela 8: Contrastes ortogonais para as variáveis altura (cm), diâmetro (cm), número de folhas (folhas.planta^{-1}), área foliar (cm^2.planta^{-1}) e área radicular (cm^2.planta^{-1}) em função dos substratos. Areia, Paraíba, 2008.

Variáveis	**Contrastes**			
	T4 vs T11[1]	T9 vs T12	T4 vs T13	T11,T12,T13 vs T14
Altura	-8**	-2^{ns}	-3^{ns}	0,8^{ns}
Diâmetro	-0,08^{ns}	-0,03^{ns}	-0,008^{ns}	-0,02^{ns}
Número de Folhas	-3**	-0,2^{ns}	-0,2^{ns}	-1^{ns}
Área foliar	-156**	-55*	-15^{ns}	-47*
Área radicular	-4^{ns}	-10*	-7*	3^{ns}

** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.
* = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.
^{ns} não significativo.
Descrição dos tratamentos: T4 = solo, 90:0 v/v; T14 = solo e esterco de gado, 2:1 v/v; T9 = solo, torta e casca, 75:10:5 v/v; T12 = solo, torta e casca, 75:10:5 v/v, com adição de biofertilizante; T11 = solo, 90:0 v/v, com adição de biofertilizante; T13 = fertilizante mineral.

3.1.1.1. Combinação ideal para o crescimento de mudas de gravioleira

Com base nos tratamentos contendo casca e torta de mamona, sem biofertilizante, para o máximo valor estimado do crescimento inicial das mudas de gravioleira, com base nos valores de número de folhas, áreas foliar e radicular, diâmetro e altura caulinar, bem como suas respectivas taxas relativas, as composições em volume de solo, terra, torta e casca de mamona, respectivamente, foram de 83:10:0:7 v/v e 75:10:5:10 (Tabela 9).

Tabela 9: Combinação estimada ideal para o crescimento de mudas de gravioleira.

Nº	Solo	Torta	Casca	Diâmetro	Altura	Área radicular	Área Foliar	Número de folhas
	---------- % ----------			---------- cm ----------		----- cm^2 -----		
1	83,47	0,00	6,52	0,45	19,24	34,57	216,85	11,99
3	75,00	5,13	9,87	0,45	18,33	29,00	221,51	10,98

3.1.2. Massas das matérias fresca e seca foliar, radicular, caulinar e total das mudas de gravioleira

3.1.2.1. Massas das matérias fresca e seca foliar

Foi observado efeito significativo entre o solo e a torta de mamona para massa da matéria fresca e seca foliar, demonstrando a dependência entre estes dois fatores. O aumento da torta de mamona diminuiu estas variáveis, entretanto, em concentração superior a 11,25% de torta na composição do volume do substrato, este número tornou a aumentar, comportamento inverso ao observado em relação ao solo (Figura 10).

O aumento da proporção de casca de mamona no substrato em até 7,5% incrementou a massa da matéria fresca foliar das mudas, havendo sua diminuição à medida em que a casca foi aumentando de proporção (Figura 10).

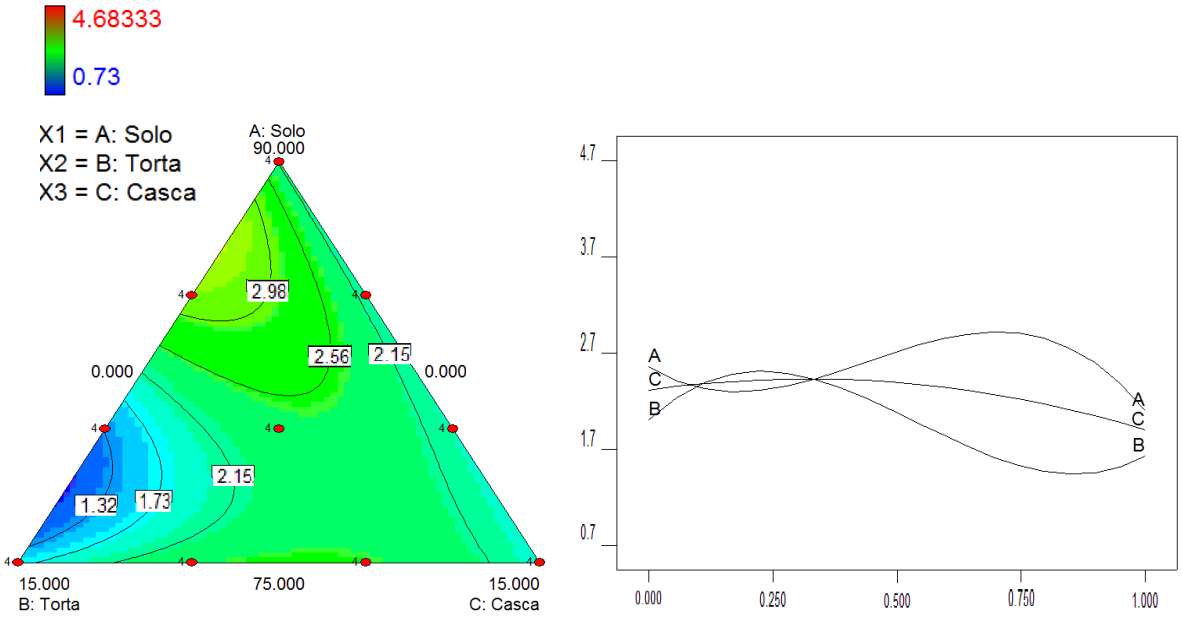
Ainda na Figura 10, a matéria seca foliar apresentou efeito significativo entre o solo, a torta e a casca de mamona, por serem fatores estreitamente dependentes. Todos os compostos estabilizaram próximo de seus valores mínimos.

O comportamento verificado em relação a massa da matéria seca foliar coincide com o efeito dos substratos na área foliar, isto devido a estreita dependência do acúmulo de biomassa com o nível de atividade fotossintética que ocorre na planta, sendo esta ampliada com o aumento da superfície de contato das folhas com a radiação fotossinteticamente ativa que é absorvida.

Segundo Parsons e Chapman (2000), aproximadamente 90 % da massa seca do vegetal é composta por substancias orgânicas derivadas de açucares produzidos durante a fotossíntese.

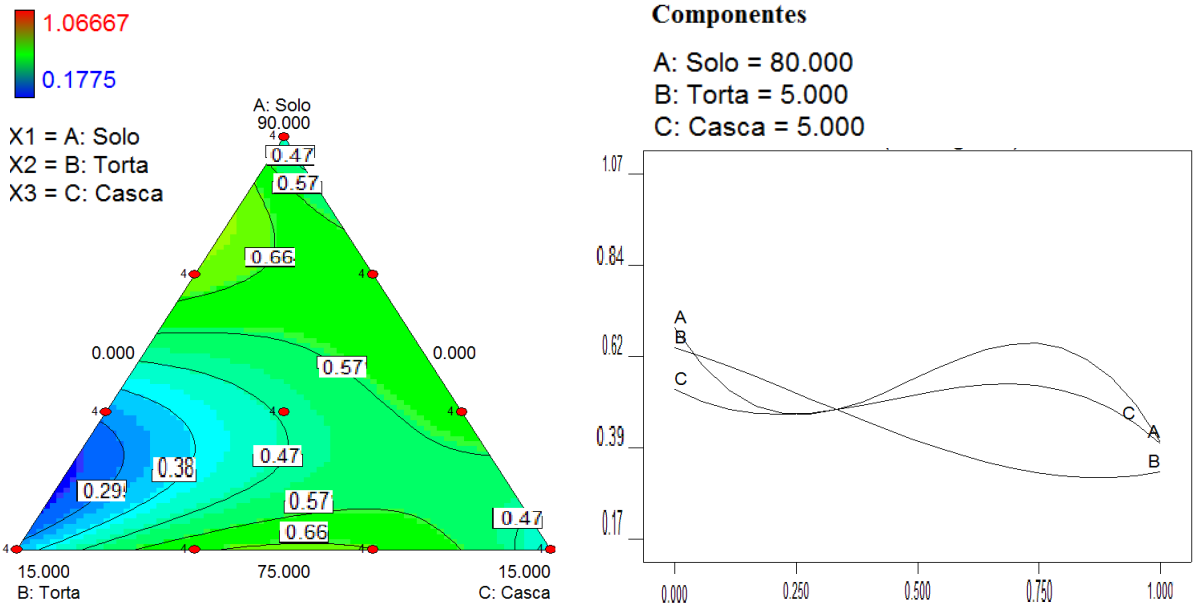
Componentes

A: Solo = 80.000
B: Torta = 5.000
C: Casca = 5.000



Massa da matéria fresca foliar (g.planta^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Massa da matéria fresca foliar = +2.10.Solo +1.63. Torta +1.90. Casca +1.80. Solo.Tort +3.16.Torta.Casca +11.39.Solo.Torta.(Solo-Torta); R^2 = 36%; C.V. = 33%



Massa da matéria seca foliar (g.planta^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

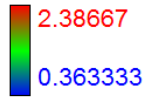
Massa da matéria seca foliar = +0.41.Solo+0.34.Torta +0.40. Casca +0.67.Solo.Torta+0.95.Solo. Casca +1.29.Torta.Casca -5.85.Solo.Torta.Casca +2.56.Solo.Torta.(Solo-Torta); R^2 = 58%; C.V. = 26,5%

Figura 10: Massa da matéria fresca e seca da parte foliar das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

3.1.2.2. Massas das matérias fresca e seca caulinar

Verificou-se efeito significativo entre o solo e a torta de mamona para massa da matéria fresca e seca caulinar, demonstrando a dependência entre estes dois fatores. O aumento da torta de mamona diminuiu estas variáveis, entretanto, em concentração superior a 11,25% de torta na composição do volume do substrato, a massa da matéria seca e fresca do caule obteve discreto aumento, comportamento inverso ao observado em relação ao solo (Figura 11).

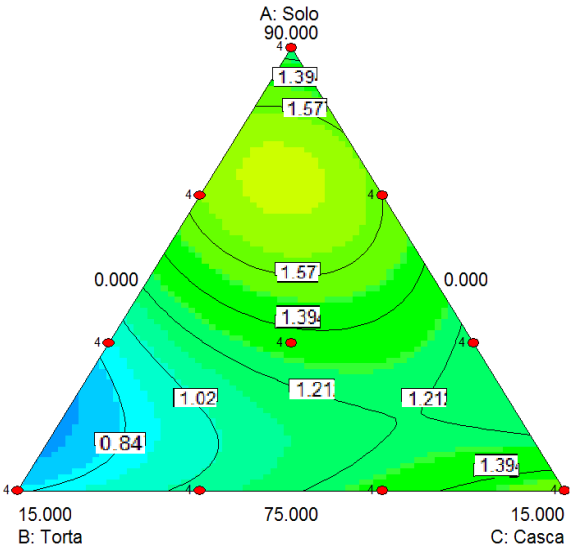
O aumento da proporção de casca de mamona no substrato em até 9% propiciou uma discreta diminuição na matéria fresca do caule, entretanto, em concentrações superiores, houve um acelerado aumento nesta biomassa. Em relação a massa da matéria seca caulinar, o incremento de casca de mamona proporcionou o seu progressivo aumento (Figura 11).

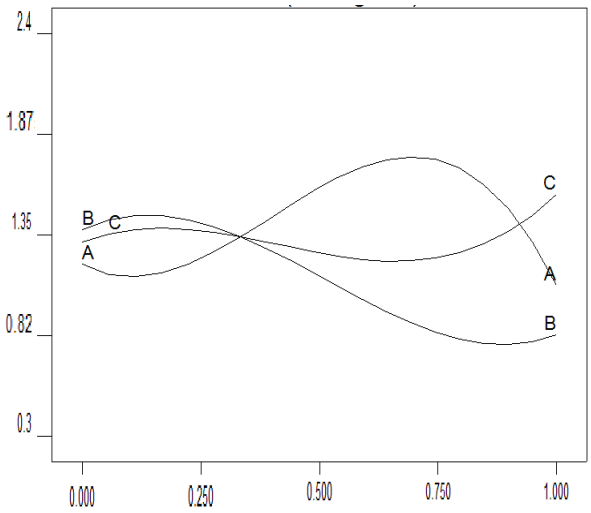


X1 = A: Solo
X2 = B: Torta

Componentes

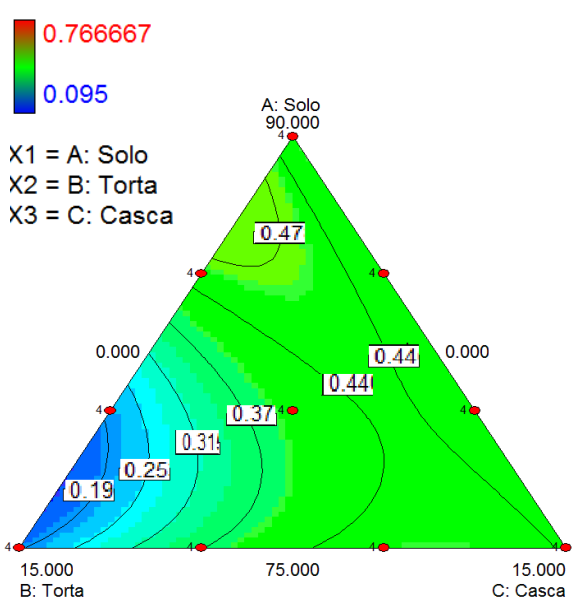
A: Solo = 80.000
B: Torta = 5.000
C: Casca = 5.000

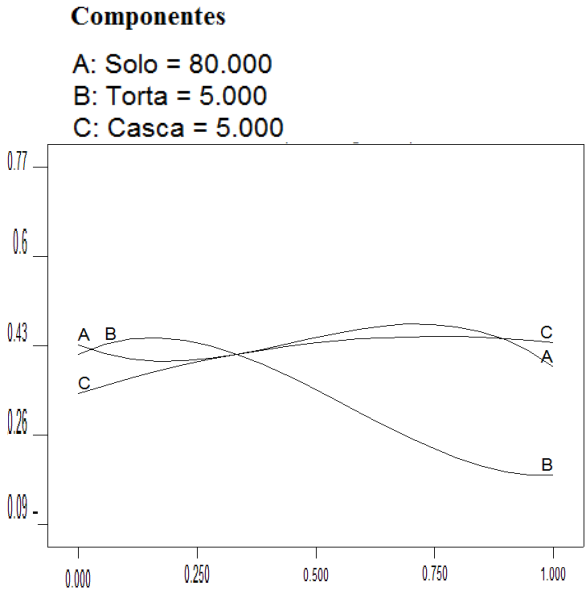




Massa da matéria fresca caulinar (g.planta^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Massa da matéria fresca caulinar = +1.09.Solo +0.83.Torta +1.56. Casca +1.42. Solo.Torta +0.21. Torta.Casca +4.27.Solo.Torta.(Solo-Torta) +3.81.Solo.Casca.(Solo-Casca); R^2 = 42%; C.V. = 28,5%





Massa da matéria seca caulinar (g.planta^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Massa da matéria seca caulinar = +0.39.Solo +0.18. Torta +0.44. Casca +0.21. Solo.Torta +0.49.Torta.Casca +1.25.Solo.Torta.(Solo-Torta); R^2 = 51%; C.V. = 26,9%

Figura 11: Massa da matéria fresca e seca da parte caulinar das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

3.1.2.3. Massas das matérias fresca e seca radicular

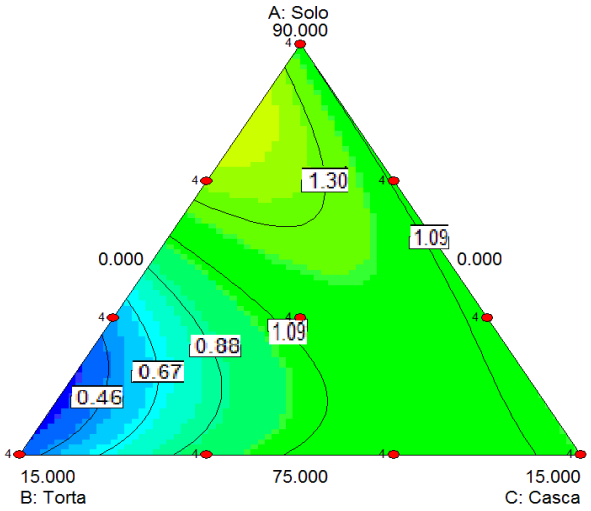
Foi observada interação significativa entre a torta e a casca de mamona, e estreita dependência entre o solo e a torta para massa da matéria fresca e seca radicular. Com o aumento na concentração de torta de mamona no substrato, houve diminuição destas variáveis, nos quais obtiveram estabilização de seus valores quando em substratos em concentrações superiores a 11,25% de torta, comportamento inverso ao observado em relação ao solo (Figura 12). Este comportamento mostra que as características físico-químicas encontradas no solo afetam diretamente no crescimento radicular da planta (Dias, 2006).

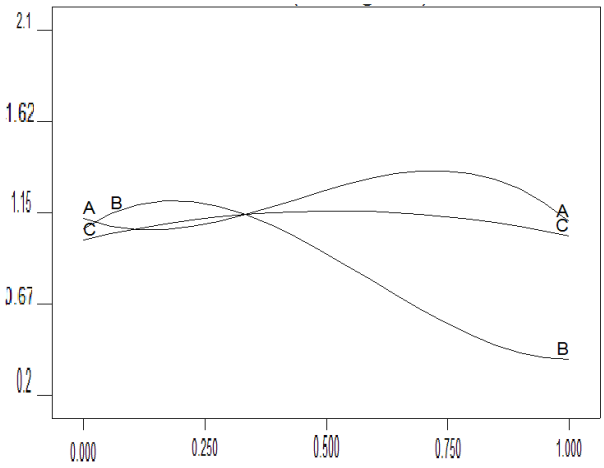
O aumento em volume de casca de mamona no substrato provocou um discreto aumento da massa da matéria seca e fresca do sistema radicular, demonstrando que a casca de mamona em concentrações adequadas promove o aumento da fitomassa radicular.

O comportamento verificado em relação à massa da matéria radicular coincide com o efeito dos substratos na área radicular, isto devido à estreita dependência do acúmulo de biomassa com a área total ocupada pela raiz da planta no recipiente e área de contato da raiz com o solo, aumentando assim a assimilação dos nutrientes pela planta e demonstrando que em substratos em concentrações ideais de solo, casca e torta de mamona as características físicas de porosidade e aeração tornam o ambiente mais adequado e possibilitam o aumento do sistema radicular.

Componentes

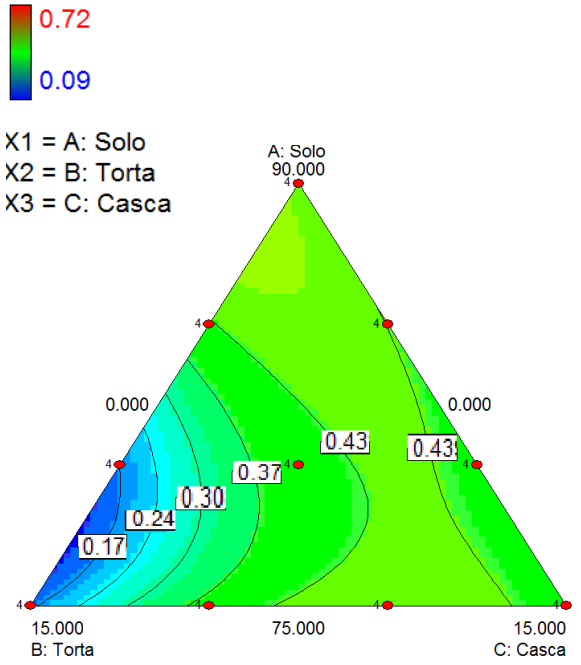
A: Solo = 80.000
B: Torta = 5.000
C: Casca = 5.000

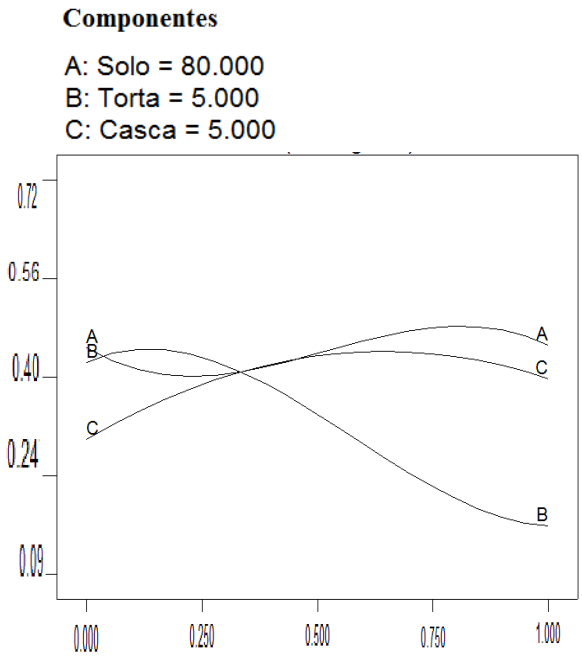




Massa da matéria fresca radicular (g.planta^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Massa da matéria fresca radicular = +1.10.Solo +0.38. Torta +1.03. Casca +1.06. Solo.Torta +1.65.Torta.Casca +4.07.Solo.Torta.(Solo-Torta); R^2 = 42%; C.V. = 36,7%





Massa da matéria seca radicular (g.planta^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Massa da matéria fresca radicular = +1.10.Solo +0.38. Torta +1.03. Casca +1.06. Solo.Torta +1.65.Torta.Casca +4.07.Solo.Torta.(Solo-Torta); R^2 = 42%; C.V. = 36,7%

Figura 12: Massa da matéria fresca e seca do sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

3.1.2.4. Massas das matérias fresca e seca total da muda de gravioleira

Foi verificado efeitos diferentes na massa da matéria fresca e a massa da matéria seca total da muda de gravioleira.

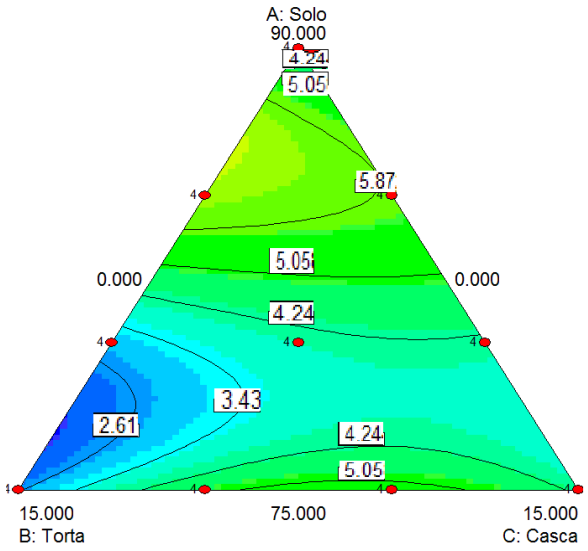
Na massa da matéria fresca total da muda (PMFT) verificou-se interação significativa entre o solo, a torta e a casca de mamona, enquanto que na matéria seca total (PMST), houve interação significativa entre a torta e a casca, além da dependência entre os fatores solo e torta, haja vista que o comportamento de um fator foi inverso ao do outro.

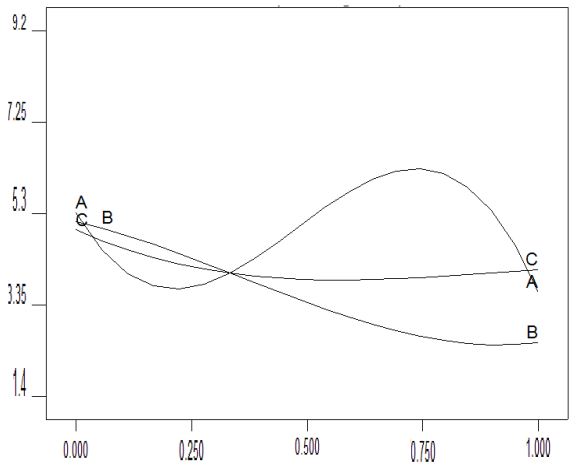
Com o aumento na concentração de solo no substrato em até 78,75%, houve diminuição da PMFT e PMST, entretanto, em concentração superior houve incremento desta biomassa, alcançando seus valores máximos. A partir de 86,25% na composição em volume de solo no substrato, ocorreu nova diminuição destas variáveis. Esse comportamento foi inverso ao ocorrido na PMST em relação a torta de mamona (Figura 13).

Já a casca de mamona propiciou o aumento em PMST proporcionalmente ao aumento de sua concentração, e em PMFT apenas em concentrações superiores a 6% (Figura13).

Severino et al. (2004) e Lima et al. (2008b) relataram em suas pesquisas que a utilização dos compostos orgânicos torta e casca de mamona, proporcionam vantagens em relação à aplicação de fertilizantes minerais, como a liberação gradual dos nutrientes à medida em que são requeridos pela planta, contudo, a mineralização da casca da mamona pode ser muito lenta, limitando a disponibilização dos nutrientes em quantidades adequadas ao crescimento da planta.

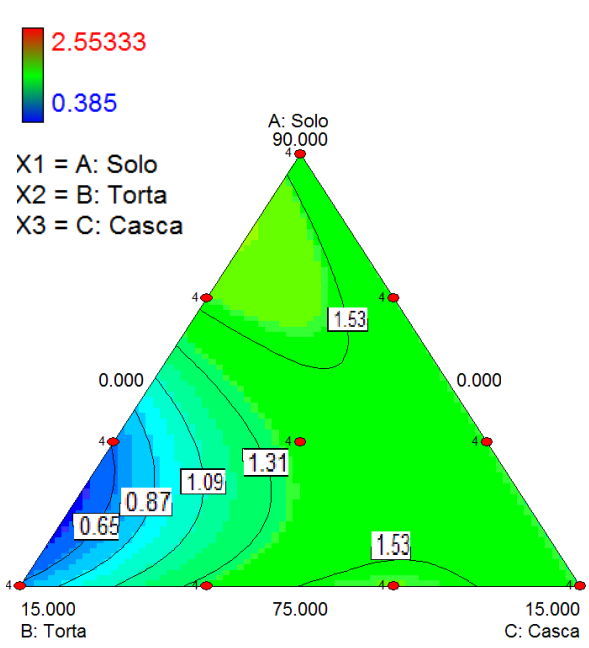
Diante do exposto, percebe-se que a concentração adequada de solo, torta e casca possibilita o equilíbrio nutricional e das propriedades físicas para a satisfatória produção de mudas de gravioleira. A torta de mamona, que é rica em N, proteínas e fibras, além de ser de rápida mineralização, a casca do fruto da mamona, rica em potássio e com alta relação C/N, que, em pequenas concentrações pode possibilitar o aumento do tempo de decomposição e disponibilização dos nutrientes durante todo o período em que a muda estiver em viveiro, e o solo, com suas características físicas inerentes.

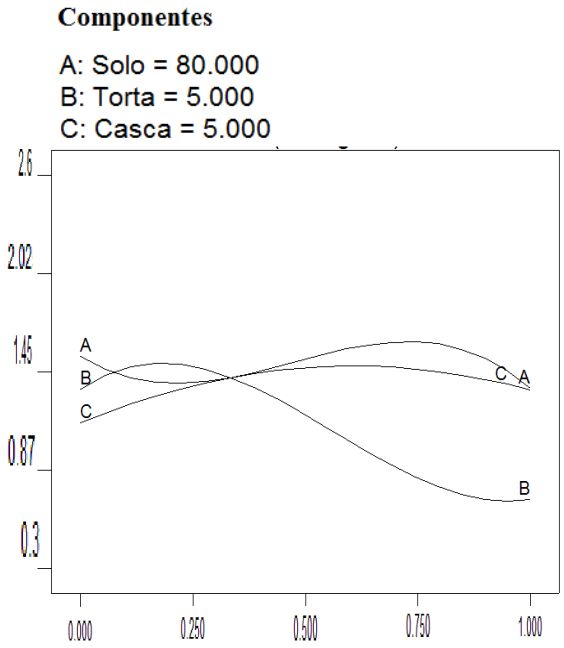




Massa da matéria fresca da muda (g.planta^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Massa da matéria fresca da muda = +3.62.Solo +2.55. Torta +4.11. Casca +7.46 . Solo.Torta +5.03.Solo.Casca +7.96.Torta.Casca -44.98.Solo.Torta.Casca +20.65.Solo.Torta.(Solo-Torta) +12.33.Solo.Casca.(Solo-Casca); R^2 = 55%; C.V. = 28%





Massa da matéria seca da muda (g.planta^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Massa da matéria seca da muda = +1.35.Solo +0.70. Torta +1.34. Casca +0.48. Solo.Torta +2.07.Torta.Casca +4.73.Solo.Torta.(Solo-Torta); R^2 = 50%; C.V. = 26,5%

Figura 13: Massa da matéria fresca e seca total das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

Neste trabalho, para estimativa de crescimento e massa da matéria das mudas foram mais bem representadas no modelo cúbico. Algumas variáveis apresentam baixo R^2, possivelmente devido ao uso de sementes e variações de luminosidade na casa de vegetação, os quais aumentaram a variabilidade entre as características das plantas, e disposição dos substratos em misturas, tornando os efeitos destes fatores não independentes.

A utilização de biofertilizante via substrato propiciou um aumento nas massas da matéria fresca foliar, caulinar e total das mudas, e nas massas da matéria seca foliar e total das mudas de gravioleira. Houve um aumento de peso em 1.845, 743 e 2.894 mg.planta^{-1} de matéria fresca foliar, caulinar e total, e em 407 e 557 mg.planta^{-1} de matéria seca foliar e total, respectivamente (Tabela 10).

O tratamento contendo fertilizante mineral possibilitou o aumento em 176 mg.planta^{-1} no peso da matéria seca foliar. Os pesos da matéria seca foliar, caulinar e total da muda aumentaram em 192, 241 e 523 mg.planta^{-1}, respectivamente, com a utilização do tratamento convencional em comparação ao emprego do biofertilizante e do adubo mineral. Os demais contrastes não foram significativos (Tabela 10).

A adição de biofertilizante bovino via substrato na produção de mudas exerce influência benéfica no crescimento inicial, fazendo-se necessário otimizar seu uso com a finalidade de se obter o maior crescimento com o menor custo possível, já que trata-se de um composto cujos ingredientes básicos podem ser encontrados em grande abundância no meio rural, minimizando o impacto ambiental oriundo do uso indiscriminado de fertilizantes minerais, que podem causar danos ao meio ambiente e provocar uma escassez precoce de muitas reservas naturais de alguns nutrientes para a agricultura (VILLELA et al., 2007).

Segundo Menezes Júnior et al. (2004) o emprego de insumos de origem orgânica, como biofertilizantes, para cultivo vegetal pode ser uma técnica viável.

Tabela 10: Contrastes ortogonais para as variáveis massa da matéria fresca e seca das mudas de gravioleira em função dos substratos, em mg.planta^{-1}. Areia, Paraíba, 2008.

Variáveis[1]	Contrastes[2]			
	T4 vs T11	T9 vs T12	T4 vs T13	T11,T12,T13 vs T14
PMFF	-1845**	91^{ns}	329^{ns}	-253^{ns}
PMFC	-743**	153^{ns}	322^{ns}	-152^{ns}
PMFR	-306^{ns}	419^{ns}	150^{ns}	11^{ns}
PMFT	-2894**	663^{ns}	801^{ns}	395^{ns}
PMSF	-407**	-81^{ns}	-176*	-192**
PMSC	-86^{ns}	-8^{ns}	-45^{ns}	-241**
PMSR	-64^{ns}	39^{ns}	-69^{ns}	-91^{ns}
PMST	-557**	-50^{ns}	-289^{ns}	-523**

** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.
* = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.
^{ns} não significativo.
[1] PMFF = massa da matéria fresca foliar; PMFC = massa da matéria fresca caulinar; PMFR = massa da matéria fresca radicular; PMFT = massa da matéria fresca total; PMSF = massa da matéria seca foliar; PMSC = massa da matéria seca caulinar; PMSR = massa da matéria seca radicular; PMST = massa da matéria seca total.
[2] Descrição dos tratamentos: T4 = solo, 90:0 v/v; T14 = solo e esterco de gado, 2:1 v/v; T9 = solo, torta e casca, 75:10:5 v/v; T12 = solo, torta e casca, 75:10:5 v/v, com adição de biofertilizante; T11 = solo, torta e casca, 90:0:0 v/v, com adição de biofertilizante; T13 = fertilizante mineral.

3.1.2.5. Combinação ideal para o acúmulo de biomassa em mudas de gravioleira

A composição para o máximo valor estimado de biomassa total da muda, da parte aérea (folha e caule) e sistema radicular da planta, com base nos valores de massa da matéria fresca e seca destas partes, foi de 86,26% de solo, 10% de terra, 2,89% de torta de mamona e 0,85 % de casca.

Tabela 11: Combinação ideal para o aumento de biomassa de mudas de gravioleira.

Nº	Solo	Torta	Casca	Parte da planta	Peso fresco	Peso seco
	---------- % ----------				---------- g ----------	
1	86,26	2,89	0,85	Folha	3,27	0,72
				Caule	1,70	0,49
				Raiz	1,49	0,41
				Muda	6,46	1,70
2	86,55	3,45	0,00	Folha	3,38	0,73
				Caule	1,70	0,48
				Raiz	1,50	0,38
				Muda	6,58	1,69

4. CONCLUSÕES

1. O acúmulo de biomassa nas mudas atingiu valore máximos quando submetidas aos substratos contendo solo, torta de mamona, em concentrações inferiores a 3,75%, e casca, em concentração ideal de 0,85 %.

2. A utilização de torta de mamona em concentração superior a 5% provocou efeito fitotóxico ou alelopático sobre a emergência e crescimento inicial de mudas de gravioleira;

3. O biofertilizante no substrato, em comparação ao substrato com solo, torta e casca de mamona nas proporções 75:10:5 v/v, propiciou um aumento nas áreas foliar e radicular, em 55 e 10 $cm^2.planta^{-1}$, respectivamente.

4. Os componentes solo, torta e casca de mamona nas proporções em volume de 83:0:7 e 75:5:10 v/v proporcionaram a formação de mudas de gravioleira com melhor qualidade para o plantio.

CAPÍTULO II

Composição mineral de mudas de gravioleira e fertilidade de substratos com torta e casca de mamona

MELO, R.S. Composição mineral de mudas de gravioleira e fertilidade de substratos com torta e casca de mamona. Areia – PB, 2009. 95 p. (Dissertação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba.

RESUMO

A produção de mudas de qualidade, que melhor se adaptem e resistem às condições de campo quanto transplantadas, requer a utilização de um substrato equilibrado em nutrientes e que possibilite um adequado crescimento inicial das mesmas, com baixo custo e alta disponibilidade. Nesta pesquisa objetivo-se avaliar misturas de solo, torta e casca de mamona como substratos na composição mineral mudas de gravioleira (*Annona muricata* L.). O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, na Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Areia, PB. As mudas foram formadas em *tubets* contendo diferentes proporções de solo (75 – 100%), casca de mamona (0 – 15%) e torta de mamona (0 – 15%), adubados ou não com biofertilizante. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 14 tratamentos, 4 blocos e 4 plantas por bloco, totalizando 224 mudas. Foi utilizado como testemunhas substrato contendo areia e esterco bovino curtido na proporção de 2:1 v/v. Verificou-se que os teores de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea das mudas de gravioleira foram adequados em substratos contendo torta e casca de mamona, enquanto que o cálcio e magnésio foram elevados, e enxofre foi baixo em todos os substratos analisados. A torta de mamona, associada ou não à casca, supriu as exigências nutricionais das mudas de gravioleira. A absorção média de nutrientes em todos os substratos contento casca e torta de mamona apresentou a seguinte ordem descrescente para os macronutrientes na fração foliar: Ca > K > N > Mg > P > S, e no sistema radicular: Ca > K > N > Mg > S > P. A composição do substrato que possibilitou melhor ajuste nutricional de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, cobre e manganês, foi de 76,87% de solo, 10% de terra, 13,13% de torta de mamona e 0,00 % de casca.

Palavras-chave: *Annona muricata,* produção de mudas, composição mineral.

MELO, R.S. Mineral composition of seedlings of soursop and fertility of substrates with pie shell and castor bean. Areia: UFPB, 2009. 95fl. (Dissertation in Agronomy).

ABSTRACT

The production of quality seedlings, which are best able to adapt and survive transplantation in the field, requires the choice of a substrate rich in nutrients and allowing an adequate initial growth of the same, with low cost and high availability. This research aims to evaluate mixtures of pie shell and castor oil as substrates for mineral composition in seedlings of soursop (Annona muricata L.). The experiment was conducted in greenhouse, at the Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Areia, PB. Seedlings were grown in tubets containing different proportions of soil (75 to 100%), bark of castor oil (0 - 15%) and castor bean cake (0 - 15%), fertilized or not with biofertilizer. The experimental design was randomized blocks with 14 treatments, 4 blocks and 4 plants per block, totaling 224 seedlings. Was used as witnesses substrate containing sand and cattle manure at a ratio of 2:1 v / v. It was found that the levels of nitrogen, phosphorus and potassium in the shoots of seedlings of soursop was appropriate substrates containing pie shell and castor bean, while the calcium and magnesium were high, and sulfur was low on all substrates tested. The cake of castor oil, associated or not the shell above the nutritional requirements of seedlings of soursop. The average absortion of nutrients in all substrates containing castor bean pie shell and showed the following descending order for the nutrients in the leaf fraction: Ca> K> N> Mg> P> S, and the root system: Ca> K> N> Mg> S> P. The composition of the substrate that has improved nutritional adjustment of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, copper and manganese, was 76.87% of land, 10% of land, 13.13% of castor bean cake and 0.00% of bark.

Key-words: *A*nnona muricata, production of seedlings, mineral composition.

1. INTRODUÇÃO

A comercialização de frutíferas tropicais no Brasil vem crescendo a cada ano e o potencial de produção na região nordeste é expansivo. Nesse contexto, a cultura da gravioleira (*Annona muricata* L.) possui boas perspectivas para a exploração comercial, dado o interesse crescente por parte dos consumidores e das indústrias processadoras de sucos concentrados, sorvetes, cremes e doces.

A gravioleira é uma frutífera tipicamente tropical pertencente à família *Annonaceae,* cujo cultivo na região nordeste brasileira é normalmente realizado em solos de baixa fertilidade natural. Estudos de propagação vegetal visam obter mudas de qualidade em sistemas de produção para melhor adaptação e resistência desses vegetais quando inseridos em campo. Para tanto, faz-se necessária à utilização de substratos com propriedades físicas, químicas e biológicas adequadas e que possibilitem o maior crescimento, desenvolvimento e qualidade das mudas (SILVA et al., 2002)

Além disso, a utilização de materiais alternativos que complementem o solo como substrato está se tornando prática comum entre os produtores, na qual permite a redução de custos, aumento de produtividade e preservação do ambiente (CORREIA et al., 2001).

Dentro deste contexto, o processamento da mamona (*Ricinus communis* L.), oleaginosa de relevante importância econômica e social no semi-árido nordestino, gera subprodutos que podem ser utilizados como substratos na produção de mudas de qualidade para o plantio. A torta da mamona, rica em nitrogênio e com elevado teor de proteínas e fibras, e a casca de mamona, produto rico em potássio, possuem nutrientes muito requeridos pelas mudas de gravioleira (COSTA et al., 2004; LIMA et al., 2006).

Alternativa também viável são os biofertilizantes, excelentes fontes de nutrientes, que possibilitam a melhoria das características físicas e biológicas do solo (GALBIATTI et al., 1991).

Pesquisas visando o aproveitamento dos co-produtos oriundos da cadeia produtiva de biocombustíveis e a produção de mudas de gravioleira de qualidade com baixo custo e elevada produtividade vêm se tornando cada vez mais freqüentes. Porém, as pesquisas relacionadas aos aspectos nutricionais da gravioleira na fase de muda submetidas à adubação orgânica são poucas (REGO, 1992; CAMPOS et al., 2008).

Dessa forma, no presente trabalho teve-se como objetivo avaliar a composição de macro e micronutrientes de mudas de gravioleira em substratos constituídos por torta e casca de mamona adubadas com biofertilizante.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação durante o período de abril de 2008 a novembro de 2008, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba-UFPB, Campus II, localizada na cidade de Areia, PB. As análises da composição mineral das mudas e do solo foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS da Universidade Federal da Paraíba, UFCG, Campina Grande, PB.

As gravioleiras tipo 'Morada' foram plantadas no mês de abril de 2008, via semente, provenientes de frutos de plantas adultas de boa qualidade. Os frutos foram despolpados manualmente e as sementes postas para secar e escarificadas em liquidificador por 5 segundos intermitentes (LEDO e CABANELAS, 1996). Foram utilizadas quatro sementes por *tubet,* de 250 cm^3, contendo o substrato correspondente ao tratamento. O desbaste foi realizado 60 dias após germinação, deixando-se apenas uma plântula por recipiente. A irrigação foi realizada em dias alternados com utilização de regadores de plástico.

Foram avaliados dez tratamentos constituídos pela mistura de solo (50 – 100%), casca de mamona (0 – 30%) e torta de mamona (0 – 20%), acrescidos de dois tratamentos para avaliar o efeito do biofertilizate, e dois tratamentos, um com fertilizante industrializado (T13) e um tratamento convencional, composto por duas partes de camada superficial de solo e uma de esterco bem curtido de gado, peneirados (T14) (Tabela 3, Cap. I). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com 14 tratamentos obtidos através do software Design Expert 6.0 (Stat-Ease Inc., Minneapolis- MN), 4 repetições e 4 plantas por parcela (Tabela 3, Cap. I). Os dados foram submetidos à análise de variância e, para as variáveis consideradas significativas pelo teste F, à análise de regressão.

O biofertilizante líquido foi obtido pelo processo de fermentação anaeróbica, durante 30 dias, de uma mistura de esterco fresco bovino e água, em partes iguais, em recipiente hermeticamente fechado (SANTOS, 1992) (Tabela 4, Cap. I).

A torta e a casca da mamona foram cedidas pela Unidade Experimental de Biodiesel no Pólo de Pesqueira, PE.

As análises físico-químicas do solo utilizado nos substratos foram realizadas analisadas as seguintes características: Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+}, K^{+}, S, $H^{+}Al^{+3}$, T, V, Al^{+3}, P, N e matéria orgânica (MO), além do pH, soma de bases trocáveis (SB) e capacidade de troca de cátions (CTC) (Tabela 5, Cap. I).

Os métodos de análise de solo para avaliação da fertilidade foram realizados segundo metodologia Embrapa (1999). O pH em água foi determinado através de potenciômetro com eletrodo combinado; a extração de Ca, Mg e Al em solução de KCl 1M, sendo o Cálcio e o Magnésio determinados pelo método por espectrofotometria de absorção atômica (EAA) e o Alumínio pelo método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio; a extração de P, K e Na em solução de HCl 0,05N + H_2SO_4 0,025N (solução Mehlich-I), sendo o fósforo determinado por espectrofotometria e o potássio e o sódio, pela fotômetria de chama; a determinação indireta da acidez potencial (H+Al) com a solução de NaOH 0,025 M e fenolftaleína como indicador; a determinação de matéria orgânica foi realizada pelo método volumétrico pelo bicromato de potássio 0,2 M e difenilamina a 10 g l^{-1} como indicador; a titulação do material foi feita com solução de sulfato de ferro amoniacal 0,05 M.

A soma de bases trocáveis foi calculada de acordo com a expressão: SB = Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^+ + Na^+. A capacidade de troca de cátions foi calculada pela expressão: CTC = SB + H^+ + Al^{+3}.

Os componentes utilizados nos substratos foram submetidos a análises de teor (%) de umidade, proteína bruta (PB), cinzas (CZ), Nitrogênio (N), Fósforo (P), composto fosfatado (P_2O_5), Potássio (K), Cloreto de potássio (K_2O), Cálcio (Ca), Óxido de cálcio (CaO), Magnésio (Mg), Óxido de magnésio (MgO), Enxofre (S) e Matéria orgânica (M.O.) segundo o Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes (Embrapa, 1999) (Tabela 6, Cap. I).

As frações foliar e radicular foram submetidas, após pesagem da massa fresca, a secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65º C até atingirem peso constante, sendo posteriormente quantificada a massa seca e analisadas quanto à composição química de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S e Cl) e micronutrientes (Fé, Zn, Cu, Mn e Na). As análises de composição mineral nas frações foliar e radicular das mudas foram realizadas ao final do experimento, segundo o Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes (Embrapa, 1999), sendo as amostras inicialmente lavadas em água destilada, colocadas para secagem à temperatura ambiente e, posteriormente, em saco de papel tipo Kraft. O material foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 65 ºC até atingirem peso constante, triturado em moinho, peneirado em malha de 1,0 mm (20 mesh) e encaminhado ao Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS da Universidade Federal da Paraíba, UFCG, Campina Grande, PB.

Para a determinação de nitrogênio total, ácido nítrico e perclórico concentrados, procedeu-se digestão em ácido sulfúrico e água oxigenada, sendo 65% p.a e

72% p.a, respectivamente, na proporção de 3:1. Para os demais macronutrientes e para o cobre se procedeu por digestão seca. Utilizou-se a técnica por espectrometria de emissão de absorção atômica com indução de plasma, com colorimetria de azul-deindofenol, para o nitrogênio, molibdato-vanadato para o fósforo e fotometría de chama para o potássio. O cálcio, magnésio e cobre por espectrofotometria de absorção atômica.

Os resultados foram submetidos a analises de regressão apropriada para os experimentos com misturas (CORNELL, 2001), sendo as análises estatísticas realizadas com o software Design Expert 6.0 (Stat-Ease Inc., Minneapolis- MN).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características químicas dos substratos e seus componentes

A caracterização química realizada em amostras dos substratos, antes do plantio das sementes nos *tubets*, permitiu verificar que o pH aumentou com a adição do esterco bovino (Tratamento 14) em consequência do aumento no teor de matéria orgânica, devido a sua capacidade de liberar ou receber íons de H^+ disponibilizados nos substratos (Tabela 12). Resultados semelhantes foram também relatados por Dias (2006), Rosa et al., (2002) e Vieira Neto (1998) em pesquisa sobre crescimento e composição mineral de mudas de mangabeira em diferentes substratos, na qual adições de esterco apresentaram elevação do pH.

O teor de matéria orgânica (M.O.) foi de 24,1 e 23,6 g kg^{-1} para os substratos sem casca e torta de mamona (tratamentos 4 e 13), enquanto que, a matéria orgânica foi de 65 e 65,5 g kg^{-1} para os tratamentos com proporções de solo, terra, torta e casca de mamona de 80:10:10:0 e 75:10:10:5 v/v, e de 66,6 g kg^{-1} para os tratamentos com proporções de 75:10:0:15, 80:10:0:10 v/v, respectivamente. Confirmando que a adição de casca e torta de mamona propiciou o aumento da matéria orgânica nos substratos por apresentarem em sua composição elevados teores de carbono orgânico (Tabela 12). Dados confirmados em análises preliminares desses compostos isoladamente, cujos teores de matéria orgânica foram de 90,64% para a casca e de 91,30% para a torta de mamona (Tabela 6).

Segundo Viégas e Frazão (2004), os teores de macronutrientes mais requeridos pelas mudas de gravioleira são: N > Ca > K > S > Mg > P. Para Cavalcante et al. (1999) e Barbosa et al. (2003), absorção de nutrientes acompanhou a produção de matéria seca e apresentou a seguinte ordem decrescente para os macronutrientes: K > N > Ca >Mg > P. Enquanto que para Silva et al. (1986), a ordem destes nutrientes foi de N > K > Ca > Mg >P.

Os substratos contendo casca e torta de mamona, isolada ou conjuntamente, apresentaram os maiores teores de nitrogênio, de 3,86 a 1,87 g kg^{-1}, enquanto que os menores teores foram verificados nos substratos que não continham esses compostos, sendo de 1,39 e 1,37 g kg^{-1}, para a testemunha (tratamento 4) e para o tratamento com fertilizante mineral (tratamento 13), respectivamente.

Antes da semeadura, o substrato que atingiu o maior teor de potássio, com 55 mmolc/dm^3, continha percentual máximo de casca de mamona, 15% (Tabela 12). Em relação

ao cálcio e magnésio, os maiores teores foram verificados no tratamento 14 e os menores na testemunha (Tabela 12).

Todos os substratos apresentaram teor de fósforo acima de 20 mg dm^{-3}, dose considerada alta por Malavolta et al. (1997). Apenas os substratos sem torta de mamona não ultrapassaram esse valor, exceto pelo tratamento contendo 15% de casca de mamona. O aumento da concentração de torta de mamona gerou o aumento nos teores de fósforo nos substratos, atingindo o valor de 72,2 mg dm^{-3} no tratamento contendo o valor máximo desse composto (15%) (Tabela 12). Na Tabela 6 pode-se observar o elevado teor de fósforo presente na torta de mamona em relação à casca da mamona e ao esterco bovino. O fósforo é fundamental desde os primeiros dias de vida da planta, depois de esgotadas as reservas cotiledonares, e favorece o desenvolvimento do sistema radicular. Entretanto, apesar de o fósforo formar uma série de compostos orgânicos e participar de importantes processos metabólicos, no solo, o fósforo pode reduzir a disponibilidade de Fe, Mn, Zn e Ca, muito envolvidos no mecanismo de resistência das plantas às doenças, afetando a sanidade das mudas (Yamada, 1995).

Segundo Costa et al. (2004), a torta de mamona está sendo amplamente utilizada no Brasil como adubo orgânico por ser uma excelente fonte de nitrogênio, potássio e fósforo. Os autores relataram teores elevados dessas substâncias em amostras de torta de mamona BRS -149/Nordestina.

Nos substratos com biofertilizante registrou-se aumento das seguintes características do solo: pH, fósforo, magnésio e sódio. Enquanto que a acidez hidrolítica (H^{+}+ Al^{+3}) e o teor de alumínio diminuíram (Tabela 13). Essa acidez reduz a disponibilidade de macro e micronutrientes às plantas, elevando os teores de elementos tóxicos, como Al e Mn, e reduzindo o fornecimento de cálcio e magnésio às plantas (PUPO, 2002).

Tabela 12: Características químicas dos substratos antes de iniciar o experimento para produção de mudas de gravioleira, com diferentes concentrações de torta de mamona (To), casca de mamona (Ca) e solo (So).

Trat	Componentes do substrato			Características químicas[1]													
	So	To	Ca	pH	P *ass*	T	S	K^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	H^++Al^{+3}	Al^{+3}	M.O.	N	C	V
	---------- % ----------			$H_2O^{1:2,5}$	mg/dm ^{3}	----------mmolc/dm^3----------								----------g/kg----------			%
1	75	5	10	6,1	40,40	138,80	86,00	32,00	30,40	21,40	2,20	52,80	0,50	62,50	3,62	36,25	62
2	85	5	0	5,6	23,10	115,40	58,50	8,30	31,60	17,50	1,10	56,90	0,50	37,90	2,19	21,98	51
3	85	0	5	5,7	12,90	112,60	59,80	19,00	24,90	14,30	1,60	52,80	2,50	32,30	1,87	18,73	53
4	90	0	0	5,2	8,30	84,70	34,40	1,40	21,80	10,30	0,90	50,30	3,00	24,10	1,39	13,98	41
5	80	10	0	5,7	39,90	129,80	73,70	13,80	36,60	22,50	0,80	56,10	2,50	65,00	3,77	37,70	57
6	80	5	5	5,7	34,50	147,90	86,00	28,00	34,70	21,60	1,70	61,90	1,00	46,10	2,67	26,74	58
7	75	0	15	5,8	32,30	157,80	104,20	55,00	29,00	17,00	3,20	53,60	2,50	66,60	3,86	38,63	66
8	75	15	0	5,9	72,20	147,10	92,60	23,00	43,70	24,90	1,00	54,50	2,50	64,50	3,74	37,41	63
9	75	10	5	5,9	53,40	146,50	92,90	33,00	36,40	21,80	1,70	53,60	2,00	65,50	3,79	37,99	63
10	80	0	10	5,6	18,60	131,00	74,90	31,00	26,60	15,00	2,30	56,10	3,00	66,60	3,86	38,63	57
11[2]	90	0	0	5,2	8,30	84,70	34,40	1,40	21,80	10,30	0,90	50,30	3,00	24,10	1,39	13,98	41
12[2]	75	10	5	5,9	53,40	146,50	92,90	33,00	36,40	21,80	1,70	53,60	2,00	65,50	3,79	37,99	63
13	90	0	0	5,4	121,10	115,70	72,80	6,00	52,00	10,40	4,40	42,90	1,00	23,60	1,37	13,69	63
14[3]	67	0	0	6,5	177,40	170,80	134,50	34,00	64,20	32,50	3,80	36,30	0,50	57,40	3,33	33,29	79

[1] Análises realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa/CNPA. P *ass:* Fósforo assimilável; T = S+ H + Al; S: Soma de bases trocáveis do solo; H^++ Al^{+3}: acidez hidrolítica; MO: Matéria orgânica; V = 100 S / T, saturação de bases trocáveis do solo. [2] Tratamentos ainda sem a adição de biofertilizante bovino. [3] Tratamento com solo e esterco bovino na proporção 2:1 v/v.

Tabela 13: Características químicas dos substratos ao final do experimento para produção de mudas de gravioleira, com diferentes concentrações de torta de mamona (To), casca de mamona (Ca) e solo (So).

Trat	Componentes do substrato			Características químicas													
	So	To	Ca	pH	P *ass*	T	S	K^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^+	H^++Al^{+3}	Al^{+3}	M.O.	N	C	CE
	---------- % ----------			$H_2O^{1:2,5}$	mg/dm ^{3}	----------mmolc/dm^3----------								----------g/kg----------			dS/m
1	75	5	10	5,94	51,4	109,90	72,00	5,80	28,30	34,00	3,90	37,90	0,00	35,0	2,03	20,3	0,32
2	85	5	0	5,51	45,5	117,10	70,20	1,90	37,90	27,40	3,00	44,90	2,00	34,6	2,01	20,1	0,19
3	85	0	5	5,55	07,1	106,10	59,60	3,00	28,80	24,50	3,30	46,50	0,00	27,6	1,60	16,0	0,24
4	90	0	0	5,10	07,9	102,00	51,60	1,60	26,50	21,00	2,50	48,40	2,00	21,4	1,24	12,4	0,24
5	80	10	0	6,00	55,3	04,30	51,80	3,50	21,10	24,60	2,60	38,50	4,00	33,8	1,96	19,6	0,22
6	80	5	5	5,81	52,2	116,30	77,70	4,90	34,60	34,50	3,70	36,60	2,00	31,9	1,85	18,5	0,34
7	75	0	15	5,80	14,6	108,60	66,90	7,40	28,40	27,30	3,80	39,70	2,00	31,9	1,85	18,5	0,35
8	75	15	0	6,24	55,6	128,00	90,70	4,60	36,30	46,60	3,20	37,30	0,00	36,5	2,12	21,2	0,24
9	75	10	5	6,02	55,6	120,80	83,50	5,30	34,70	39,70	3,80	37,30	0,00	39,8	2,31	23,1	0,32
10	80	0	10	6,06	13,0	97,80	58,70	5,40	24,90	24,10	4,30	39,10	0,00	30,3	1,76	17,6	0,41
11[2]	90	0	0	5,29	19,3	101,80	50,80	2,30	23,10	22,50	2,90	49,00	2,00	26,9	1,56	15,6	0,22
12[2]	75	10	5	6,20	55,5	115,00	82,30	5,10	34,60	39,00	3,60	32,70	0,00	33,3	1,93	19,3	0,28
13	90	0	0	5,30	54,4	105,70	56,20	1,80	33,60	17,40	3,40	47,50	2,00	23,3	1,35	13,5	0,31
14[3]	67	0	0	6,10	55,2	153,10	120,40	7,90	63,00	44,30	5,20	32,70	0,00	37,9	2,20	22,0	0,51

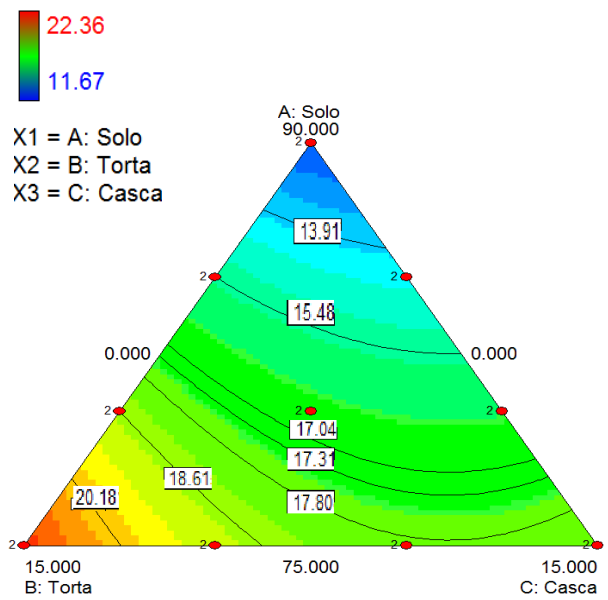
[1] Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS da UFCG, Campina Grande, PB. P *ass:* Fósforo assimilável; T = S+ H + Al; S: Soma de bases trocáveis do solo; H^++ Al^{+3}: acidez hidrolítica; MO: Matéria orgânica; CE: condutividade elétrica no solo. [2] Tratamentos com adição de biofertilizante bovino. [3] Tratamento com solo e esterco bovino na proporção 2:1 v/v.

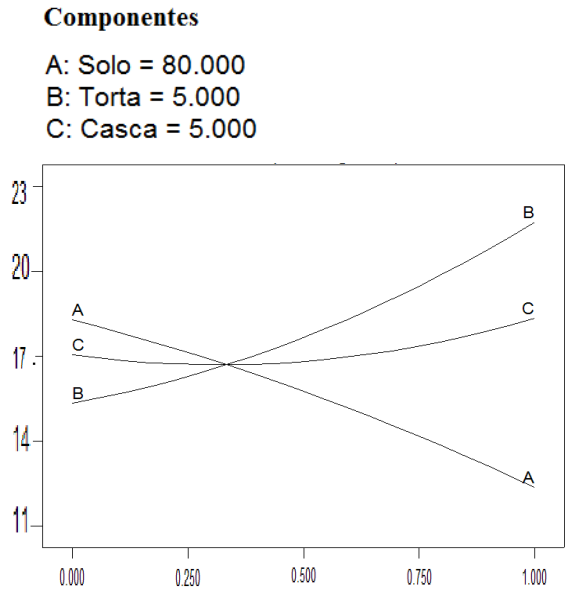
3.2. Nitrogênio

Verificou-se interação significativa entre a casca e a torta de mamona na fração foliar e entre o solo e a torta no sistema radicular. A torta de mamona incrementou os teores de nitrogênio na parte aérea das mudas de gravioleira na mesma proporção em que a mesma encontrava-se em maior quantidade no substrato, tendo atingido seus valores máximos com a maior proporção de torta, 20,18 $g.kg^{-1}$, demonstrando concentração satisfatória, comparado com teores encontrados e recomendados por Viégas e Frazão (2004), superiores a 14,3 $g.kg^{-1}$, e Barbosa et al. (2003), 25,8 $g.kg^{-1}$ (Figura 14). Entretanto, no tratamento sem adição de torta e casca de mamona (tratamento 4), o teor de nitrogênio foi de 12,25 $g.kg^{-1}$, considerado baixo.

Verificou-se comportamento inverso com relação ao solo, cujos teores de nitrogênio atingiram seus valores mínimos em substratos contendo concentração máxima de solo (Tabela 14). Das mudas plantadas em substrato contendo a concentração máxima em volume de solo, sem a presença de torta e casca de mamona na mistura (tratamento 4), 67% apresentaram clorose foliar e 27%, deformidades na forma do limbo foliar. Segundo Batista et al. (2003), a deficiência de N nas mudas de gravioleira causa retardo do crescimento, clorose foliar de tonalidade verde-limão, perda de brilho, enrijecimento e queda prematura das folhas.

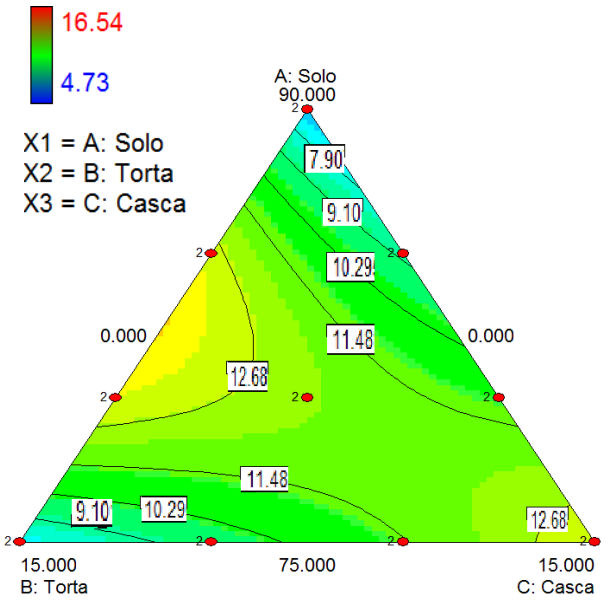
Em relação ao teor de nitrogênio no sistema radicular, verificou-se interação significativa entre o solo e a torta de mamona, demonstrada pelo comportamento semelhante entre estes produtos. Tanto o solo como a torta de mamona possibilitaram aumento no teor de nitrogênio em concentrações de 82,5 e 7,5%, respectivamente; em concentrações inferiores ou superiores, estes produtos prejudicaram a assimilação de nitrogênio pela planta. A casca de mamona influenciou de forma inversa, propiciando o incremento de nitrogênio no sistema radicular em concentrações inferiores ou superiores a 7,5%, tendo possibilitado os valores máximos em teor de nitrogênio (Figura 14).

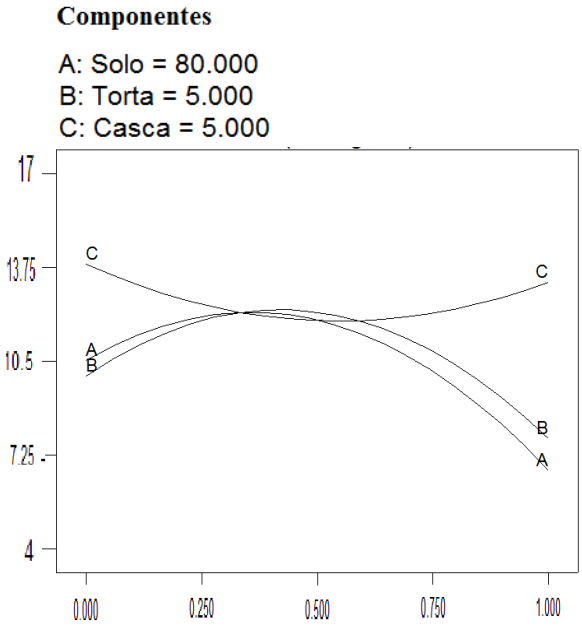




Teor de nitrogênio na parte aérea (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de nitrogênio = +12,35.Solo +21,75.Torta +18,34.Casca -7,07.Torta.Casca; R^2 = 85%; C.V. = 7,2%





Teor de nitrogênio no sistema radicular (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de nitrogênio = +6,71.Solo +7,81. Torta +13,25.Casca +26,43.Solo.Torta; R^2 = 50%; C.V. = 24,3%

Figura 14: Teor de nitrogênio na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

O teor de nitrogênio variou de 13,59 a 20,21 $g.kg^{-1}$ nas folhas das mudas de gravioleira e de 5,51 a 13,26 $g.kg^{-1}$ nas raízes (Tabela 14).

Tabela 14: Teores de nutrientes no sistema radicular e na folha das mudas de gravioleira.

Trat	Nitrogênio		Fósforo		Potássio		Cálcio		Enxofre		Magnésio	
	Folha	Raiz	Folha	Raiz	Folha	Raiz	Folha	Raiz	Folha	Raiz	Folha	Raiz
	---------- g.kg^{-1} ----------											
1	18,66	12,61	0,86	0,54	32,77	14,40	27,50	30,50	0,61	0,66	9,21	10,04
2	13,76	10,92	0,72	0,55	24,20	8,27	27,25	32,69	0,56	0,49	9,70	9,71
3	13,59	7,64	1,17	0,72	31,55	15,62	32,31	28,50	0,52	0,84	9,34	9,03
4	15,39	11,09	0,91	0,63	13,17	5,82	26,31	28,88	0,41	0,71	8,84	9,80
5	18,99	13,06	0,88	0,60	26,65	10,72	28,50	23,81	0,61	0,47	10,13	9,45
6	17,26	13,08	0,61	0,44	29,10	10,72	32,88	20,37	0,52	0,54	10,20	9,08
7	20,21	10,17	1,12	0,69	35,22	19,30	32,31	24,62	0,53	0,78	8,70	9,23
8	19,00	5,51	1,21	0,85	27,87	14,40	32,87	24,00	0,32	0,64	11,47	10,39
9	17,50	10,63	0,82	0,59	29,10	14,40	25,25	25,50	0,28	0,68	9,29	10,57
10	18,66	13,26	0,86	0,68	32,77	18,07	27,50	22,31	0,61	0,76	9,21	9,51

[1] Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade - LIS da UFCG, Campina Grande, PB.

O nitrogênio é dos principais nutrientes para as plantas, participando ativamente na síntese de compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, tais como: aminoácidos, proteínas, nucleotídeos, ácidos nucléicos, clorofilas e coenzimas. Assim, se houver baixa disponibilidade deste nutriente no solo as plantas não crescerão satisfatoriamente, havendo clorose generalizada (MALAVOLTA, 1980).

Este incremento no teor de nitrogênio provavelmente ocorreu devido às características físicas e químicas propiciada pelos componentes dos substratos, principalmente pela adição de torta de mamona, composto rico em matéria orgânica, principal fonte de nitrogênio para o solo ou substrato, associado às características de decomposição dos compostos, principalmente da casca de mamona. Entretanto, o excesso de nitrogênio existente na torta de mamona, quando utilizado em proporções muito elevadas ou de forma isolada no substrato, pode provocar fitotoxidez (LIMA et al., 2008b).

3.3. Fósforo

Verificou-se efeito significativo da interação entre torta e solo, e ainda para casca e torta de mamona. Houve aumento do teor de fósforo na folha e na raiz das mudas com o aumento do solo, torta e casca, entretanto, em relação à torta de mamona, esse aumento só foi observado após seu incremento em mais de 7,5% na composição do volume do substrato, propiciando o valor máximo no teor deste nutriente, tanto na parte aérea, como no sistema radicular (Figura 15).

O teor de fósforo na parte aérea das mudas foi de 1,4 $g.kg^{-1}$, quando em substratos com valores máximos de casca, torta e solo, demonstrando concentração satisfatória, comparado com teores encontrados e recomendados por Viégas e Frazão (2004), de 0,8 a 1,0 $g.kg^{-1}$ e por Barbosa et al. (2003), de 1,2 $g.kg^{-1}$ (Figura 15).

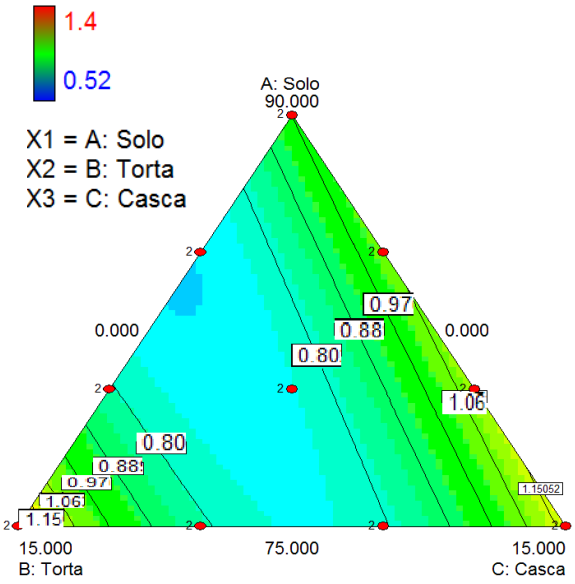
O fósforo é uma macronutriente envolvido na osmose, balanço iônico e abertura e fechamento dos estômatos, além de desempenhar função-chave na fotossíntese, na divisão e crescimento celular, na transferência da informação genética, no metabolismo de açúcares e no armazenamento e transferência de energia. Por todas essas características, o fósforo promove a formação, crescimento inicial, desenvolvimento da raiz, e, consequentemente, o crescimento da planta, aumentando a eficiência da utilização e absorção de água e nutrientes (MALAVOLTA et al., 1997).

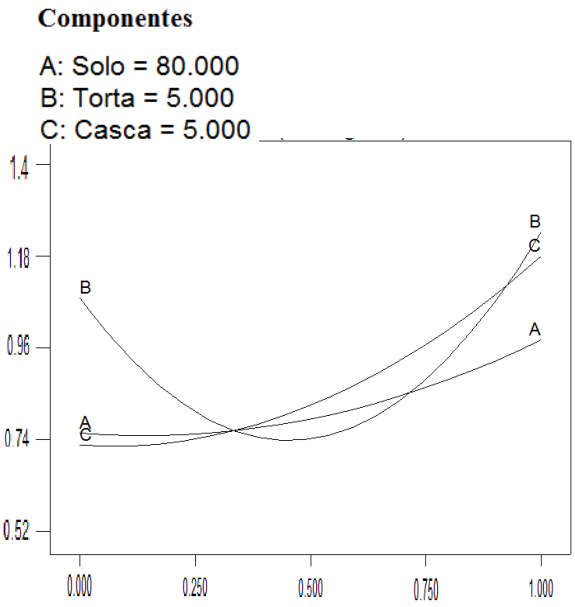
Segundo Batista et al. (2003), a deficiência de fósforo em mudas de gravioleira promove redução no porte de até 50%, manchas amareladas nos bordos do limbo e necrose apical das folhas basais.

O fósforo apresenta-se de forma pouco solúvel e móvel, sendo, portanto, de difícil assimilação pelas plantas, tornando a reposição ou utilização de substratos ricos neste elemento ainda mais importante.

Diferentes autores reportam para os efeitos benéficos do fósforo no crescimento inicial de mudas de frutíferas de diferentes espécies (FERNANDES et al., 2003; BEZERRA e ROSA, 2002; GÓIS et al., 2002; SOUZA et al., 2007).

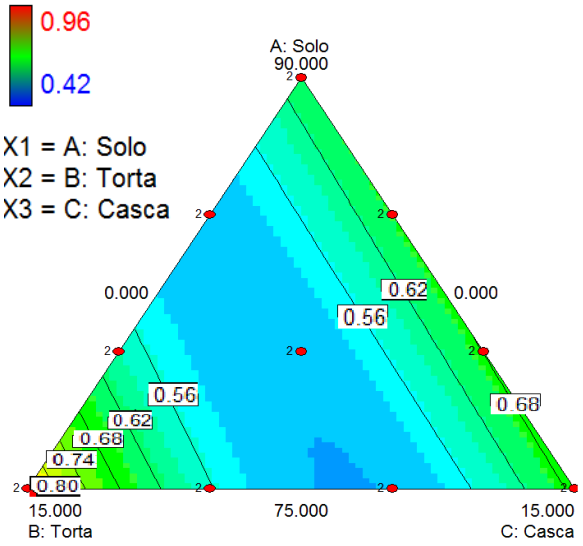
Os teores de fósforo nas folhas dependem da presença deste nutriente no solo ou no substrato e também do teor de nitrogênio, haja vista que seus teores nas folhas são inversamente relacionados, havendo uma predominância na ação do nitrogênio sobre o fósforo (REESE e KOO, 1975 *apud* BERNARDI et al., 2000). Silva et al. (2002), observaram interação entre nitrogênio e fósforo em plantas de graviola (*Annona muricata* L.).

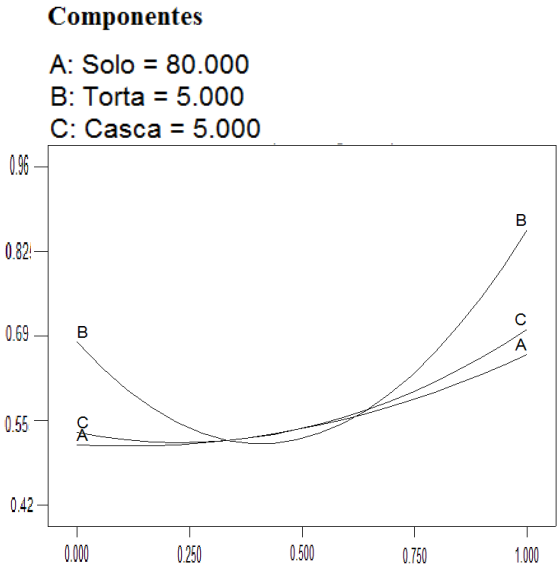




Teor de fósforo na parte aérea (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de fósforo = +0,98.Solo +1,24. Torta +1.18. Casca -1,53.Solo.Torta -1,81.Torta.Casca; R^2 = 68%; C.V. = 15,6%





Teor de fósforo no sistema radicular (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de fósforo = +0,66.Solo +0.86. Torta +0,70. Casca -0,90. Solo.Torta -1,05.Torta.Casca; R^2 = 66%; C.V. = 13,8%

Figura 15: Teor de fósforo na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

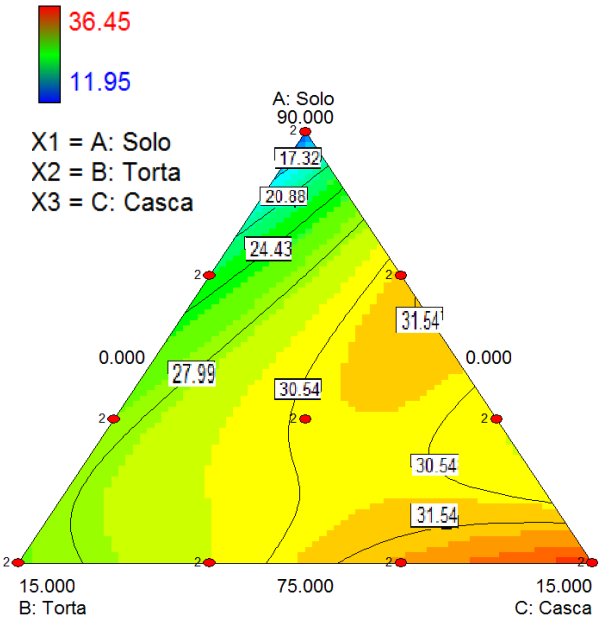
3.4. Potássio

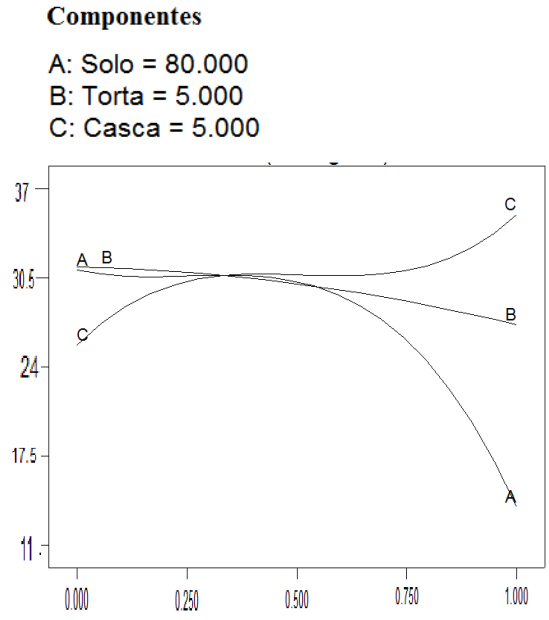
Verificou-se efeito significativo entre o solo e a torta, e ainda entre o solo e a casca, havendo um aumento dos teores de potássio a partir da diminuição na proporção de solo e conseqüente aumento no volume em substrato dos componentes casca e torta de mamona. Os valores máximos de potássio foram atingidos na concentração máxima de casca de mamona, de 36,45 $g.kg^{-1}$, resultado semelhante ao encontrado por Barbosa et al. (2003), de 46,8 $g.kg^{-1}$, porém, considerada muito alta quando comparado com teores encontrados e recomendados por Viégas e Frazão (2004), de 11,9 a 13,1 $g.kg^{-1}$, concentração similar à encontrada nos substratos contendo 90% de solo na composição do volume do substrato, de 11,95 $g.kg^{-1}$, (Figura 16).

As mudas adequadamente nutridas em relação ao teor de potássio na parte aérea demonstram melhor eficiência fisiológica na ativação de enzimas essenciais nos processos respiratório e fotossintético, além de atuar no transporte de carboidratos e na transpiração da planta, dentre outras funções. (MALAVOLTA, 1980).

Segundo Batista et al. (2003), deficiências em potássio em mudas de gravioleira acarretam em tamanho reduzido das folhas. Portanto, a utilização de um substrato que proporcione disponibilidade continua deste elemento possibilita o aumento na área foliar, e, consequentemente, a ação fotossintética nas folhas, sendo necessária a utilização de substratos ricos neste elemento, já que o mesmo apresenta grande mobilidade e perda pelas folhas e raízes com o avanço da idade da planta (DIAS, 2006; WERNER, 1986).

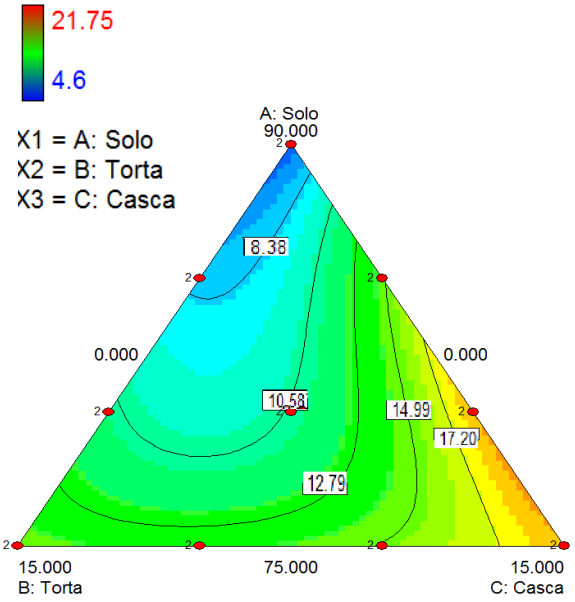
O aumento no teor de potássio está associado com níveis altos de nitrogênio e fósforo e com níveis menores de cálcio e magnésio, demonstrando a interação direta existente entre estes nutrientes (REESE e KOO, 1975 *apud* BERNARDI et al., 2000).

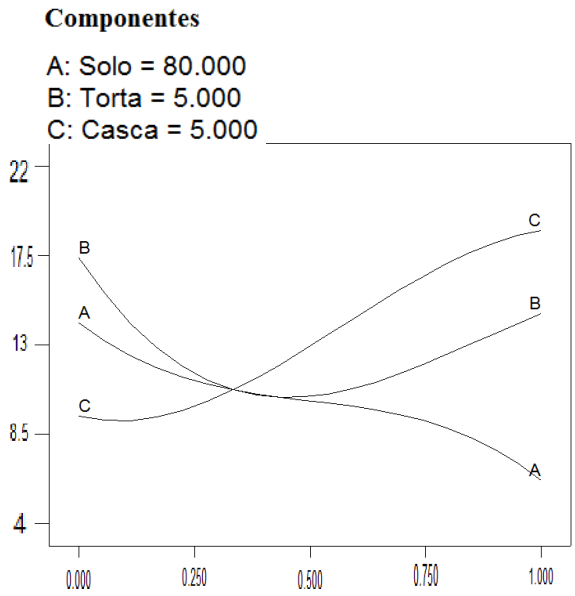




Teor de potássio na parte aérea (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de potássio = +13,77.Solo+27,09. Torta+35,10. Casca +20,71. Solo.Torta+27,48.Solo.Casca +56,27.Solo.Casca.(Solo-Casca); R^2 = 91%; C.V. = 8,2%





Teor de potássio no sistema radicular (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de potássio = +6,71.Solo+14,58. Torta+18,78. Casca -3,94. Solo.Torta+19,69.Solo.Casca -10,24.Torta.Casca -82,69Solo.Torta.Casca; R^2 = 91%; C.V. = 12,2%

Figura 16: Teor de potássio na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

3.5. Cálcio

Ocorreu interação significativa em relação ao teor de cálcio na parte aérea entre os componentes dos substratos, apresentando comportamentos semelhantes no aumento e diminuição deste elemento.

O teor de cálcio encontrado na fração foliar das mudas de gravioleira tiveram comportamento semelhante em relação às concentrações de casca e torta de mamona, no qual o aumento da proporção destes produtos no substrato em até 3,75% possibilitou a maior absorção de cálcio, sendo que, em concentrações de 3,75 a 11,25% este efeito foi negativo, havendo novo aumento deste teor em substratos com concentrações de torta e casca superiores a 11,25% (Figura 17).

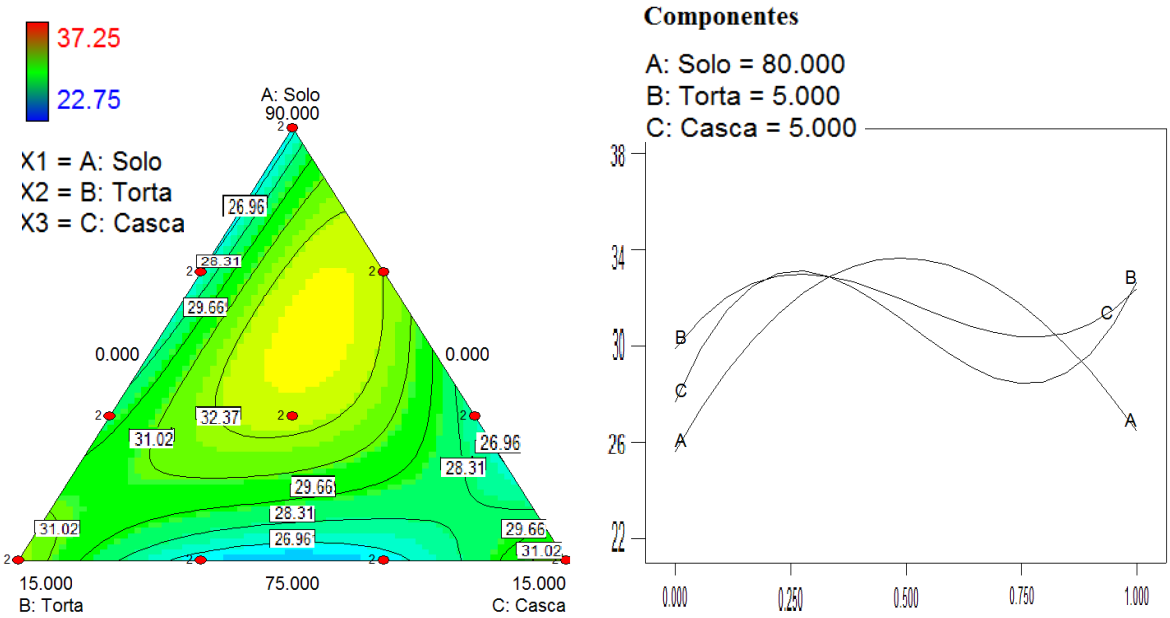
O teor de cálcio nas folhas atingiu valor máximo no substrato com 82,5% de solo em sua composição, entretanto, concentrações menores e maiores a esta, prejudicaram na absorção deste nutriente pela planta (Figura 17).

No sistema radicular, o teor de cálcio obteve seu valor máximo em substratos contendo 87% de solo em sua composição. Verificou-se também interação significativa entre todos os componentes presentes nos substratos, demonstrando comportamentos semelhantes, com diminuição no teor de cálcio em substratos contendo 78,75% de solo, 6% de casca e 9% de torta de mamona e elevação do cálcio em substratos contendo 78,75 a 87,75% de solo, havendo posterior decréscimo, 6 a 15% de casca e 9 a 15% de torta de mamona na composição do volume total no substrato (Figura 17).

O cálcio, mesmo sendo considerado como relativamente imóvel, encontrou-se em altas concentrações em todos os substratos, de 22,7 a 37,25 $g.kg^{-1}$, quando comparado com teores encontrados e recomendados por Viégas e Frazão (2004), de 12,85 a 15,71 $g.kg^{-1}$, e Barbosa et al. (2003), de 20,1 $g.kg^{-1}$ (Figura 17).

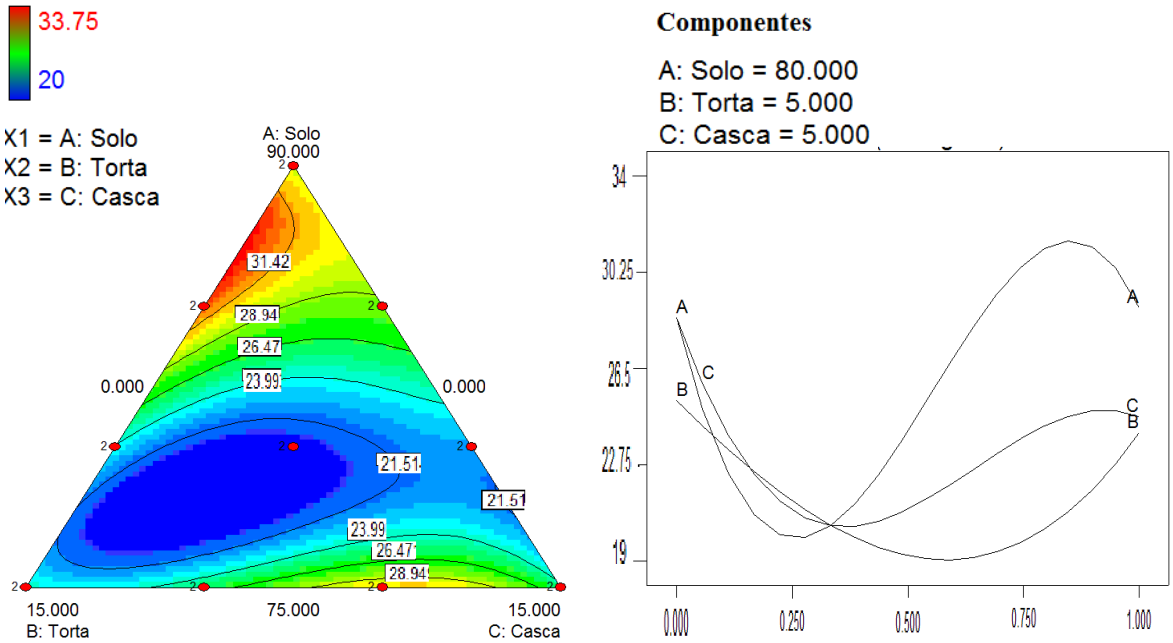
O cálcio tem um papel extremamente importante na constituição dos tecidos vegetais e permite um melhor desenvolvimento das plantas, em especial do sistema radicular por participar ativamente nos processos de alongamento e divisão celular, entretanto, quando em altas concentrações, provocam clorose foliar em várias espécies de frutíferas (BERGMANN, 1992; DIAS, 2006).

Além disso, este elemento tem baixa mobilidade dentro da planta e compete pelos mesmos sítios de absorção que o potássio, que, em altas concentrações, reduzem a absorção do cálcio pelas plantas, demonstrando efeito de inibição competitiva. (BERNARDI et al., 2000)



Teor de cálcio na parte aérea (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de cálcio = +26,44.Solo +32,39. Torta +32,68. Casca -6,93. Solo.Torta +1,31.Solo.Casca -27,70.Torta.Casca +164,18.Solo.Torta.Casca +47,35.Solo.Casca.(Solo-Casca); R^2 = 57%; C.V. = 11%



Teor de cálcio no sistema radicular (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de cálcio = +28,88.Solo +24,00. Torta +24,62. Casca +8,16. Solo.Torta -6,04.Solo.Casca +16,61.Torta.Casca -203,58.Solo.Torta.Casca +48,93.Solo.Torta.(Solo-Torta) +32,21.Solo.Casca.(Solo-Casca) -32,38.Torta.Casca.(Torta-Casca); R^2 = 92%; C.V. = 6,2%

Figura 17: Teor de cálcio na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

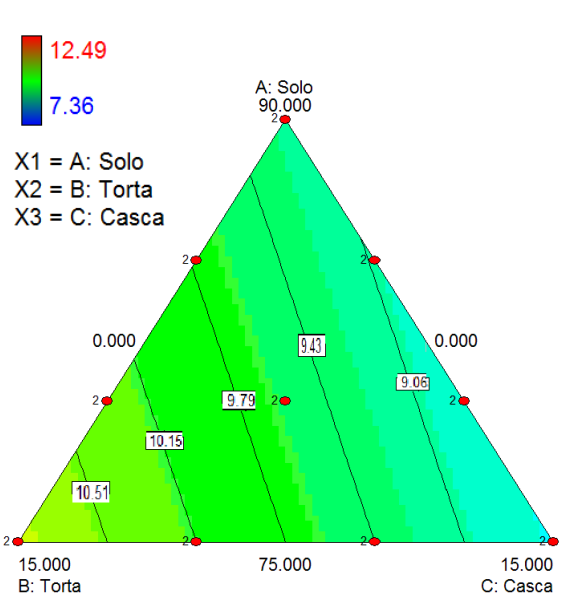
3.6. Magnésio

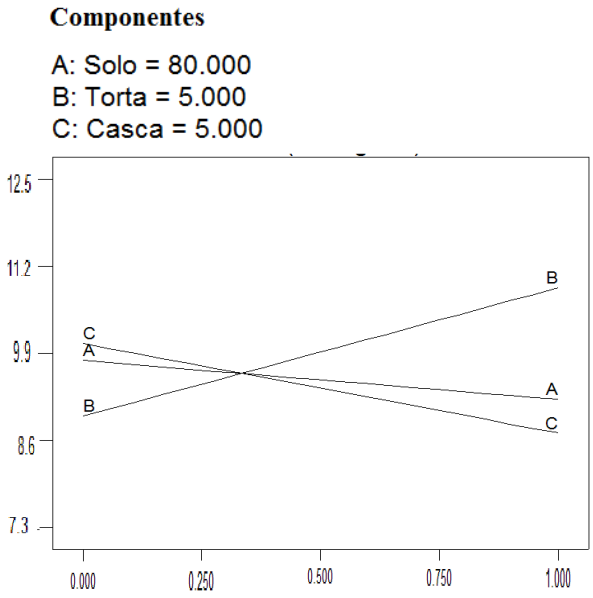
O magnésio é um componente essencial da molécula de clorofila, portanto, sua deficiência resulta na não formação da clorofila e na clorose das folhas, especialmente nas folhas mais velhas. Todos os substratos apresentaram elevados valores no teor cálcio, de 7,36 a 12,49 $g.kg^{-1}$, demonstrando concentração muito alta deste elemento, comparado com teores encontrados por Barbosa et al. (2003), de 2,7 $g.kg^{-1}$ e por Viégas e Frazão (2004), de 3,23 a 3,96 $g.kg^{-1}$ (Figura 18).

O teor de magnésio no sistema radicular foi alto, de 9,03 a 10,57 $g.kg^{-1}$, o que pode ter contribuído na absorção de fósforo pelas raízes, haja vista que o magnésio Mg^{2+} participa na ativação de ATPases da membrana que atuam na absorção deste nutriente (MALAVOLTA et al. 1997; COELHO e VERLENGIA, 1973).

Para o teor magnésio não verificou-se efeito significativo entre os componentes dos substratos. A torta é o composto que mais influenciou no acréscimo de cálcio na parte aérea e radicular das mudas de gravioleira, tendo aumento proporcional ao aumento da torta, comportamento inverso ao demonstrado pelo solo e casca de mamona, haja vista que a maior proporção destes componentes acarretou na diminuição do cálcio (Figura 18).

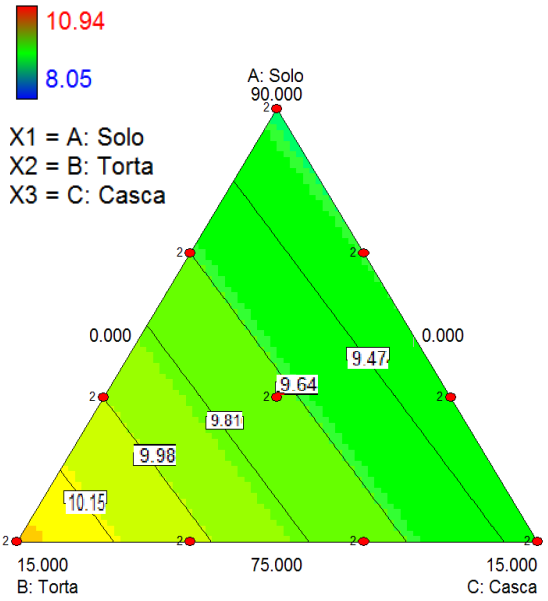
Os altos níveis de potássio podem indicar reduzidos teores de magnésio e cálcio (BERNARDI et al., 2000), por estes serem cátions e competirem pelos mesmos sítios de absorção nas raízes das plantas, o que não foi confirmado nesta pesquisa. Entretanto, existe uma relação sinergística entre o nitrogênio e o magnésio, interagindo nas folhas positivamente (SMITH, 1966). Com o aumento da torta de mamona, houve também o incremento de nitrogênio nas folhas.

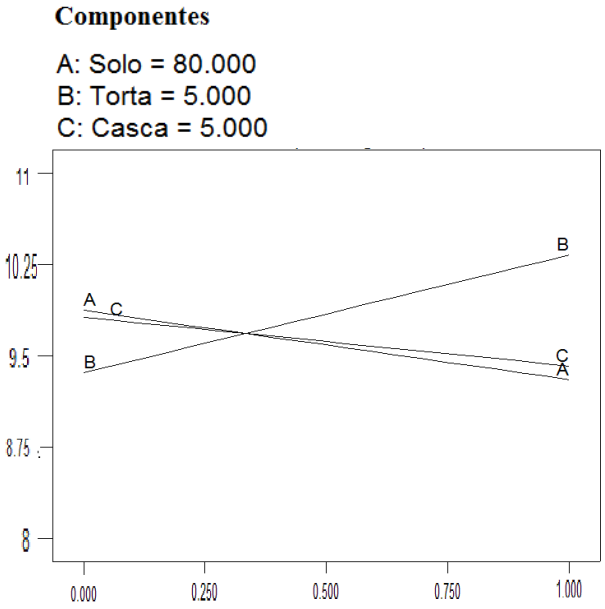




Teor de magnésio na parte aérea (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de magnésio = +9,21.Solo+10,88. Torta +8,71. Casca; R^2 = 36%; C.V. = 10,3%





Teor de magnésio no sistema radicular (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de magnésio = +9,30.Solo+10,33. Torta +9,42. Casca; R^2 = 16%; C.V. = 8,6%

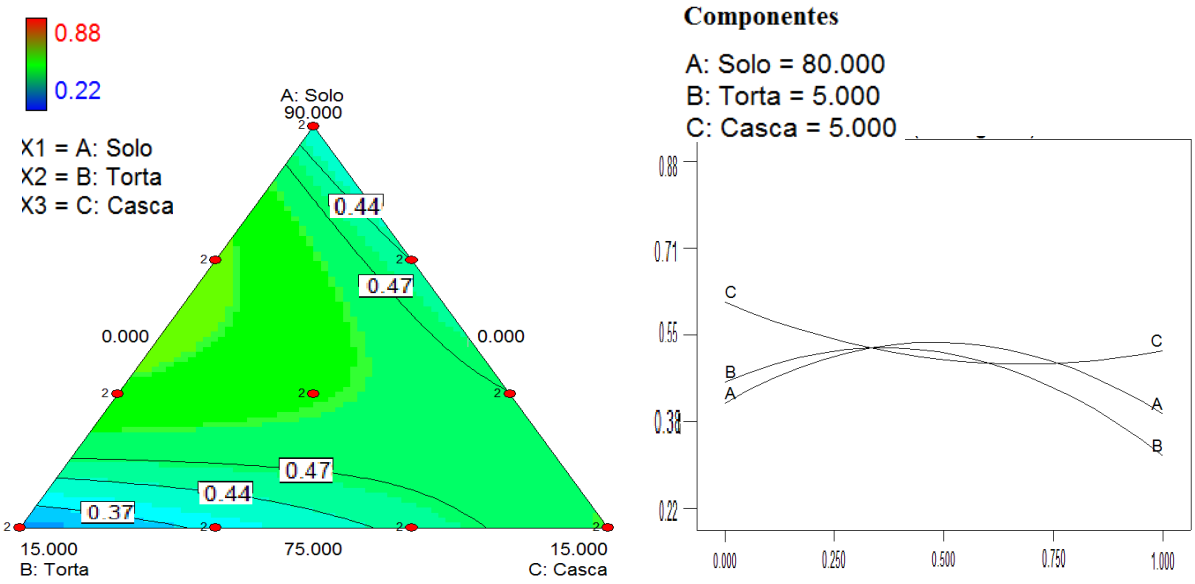
Figura 18: Teor de magnésio na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

3.7. Enxofre

Verificou-se efeito significativo entre o solo e a torta de mamona nos teores de enxofre presentes no sistema radicular. Em concentrações abaixo de 82,5 e 7,5% de solo e torta na composição do volume nos substratos, respectivamente, houve acréscimo no teor de enxofre, entretanto, este aumento não foi suficiente para suprir em níveis adequados as demandas das mudas. O aumento nessas concentrações de solo e torta provocou diminuição no teor de enxofre, efeito inverso observado no sistema radicular das mudas.

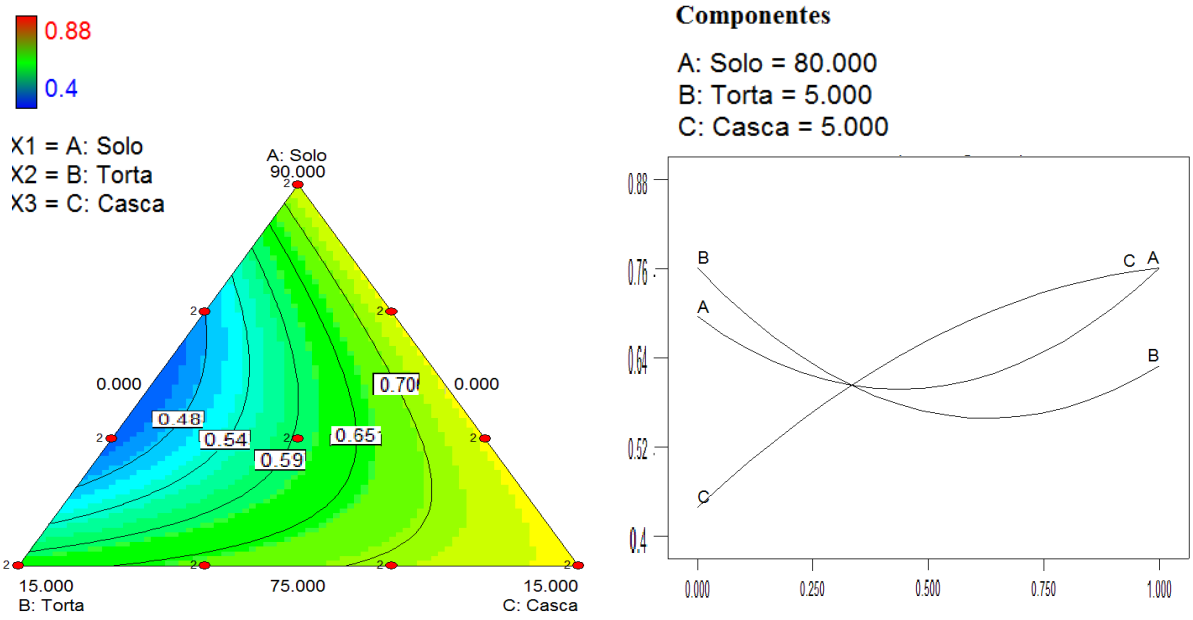
O aumento de casca de mamona influenciou diretamente no incremento no teor de enxofre no sistema radicular, e nas folhas, em concentrações superiores a 7,5% do substrato(Figura 19).

Todos os substratos obtiveram concentração muito baixa no teor de enxofre, de 0,22 a 0,88 g.kg-1, comparado com teores considerados adequados por Viégas e Frazão (2004), de 3,88 a 5,96 $g.kg^{-1}$. Segundo Batista et al. (2003), as mudas de gravioleira com deficiência de enxofre têm redução de tamanho das folhas superiores, com coloração verde-pálida, o que foi observado em casa de vegetação no tratamento 9 (contendo solo, terra, casca e torta nas proporções 75:10:10:5 v/v) em 34% das mudas.



Teor de enxofre na parte aérea (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de enxofre = +0,40.Solo +0,32. Torta +0,52. Casca +1,01. Solo.Torta; R^2 = 22%; C.V. = 38,4%



Teor de enxofre no sistema radicular (g.kg^{-1}) **Componente da mistura em unidades**

Teor de enxofre = +0,76.Solo +0,63. Torta +0,76. Casca -1,03. Solo.Torta; R^2 = 69%; C.V. = 13,2%

Figura 19: Teor de enxofre na parte aérea e no sistema radicular das mudas de gravioleira em função da proporção dos componentes do substrato.

Neste trabalho, para estimativa de composição mineral das mudas muitas respostas foram mais bem representadas no modelo cúbico. Algumas variáveis apresentam baixo R^2, possivelmente devido ao uso de sementes e variações de luminosidade na casa de

vegetação, os quais aumentaram a variabilidade entre as características das plantas, e disposição dos substratos em misturas, tornando os efeitos destes fatores não independentes.

Na Tabela 15 está demonstrado que a utilização de biofertilizante em substrato sem torta e casca de mamona propiciou um aumento em 360 $g.kg^{-1}$ no teor de fósforo presente na matéria seca foliar das mudas de gravioleira. Já em substrato contendo solo, terra, torta e casca de mamona, nas proporções 75:10:10:5 v/v, o biofertilizante incrementou em 7,6 e 61,5 $g.kg^{-1}$, os teores de cálcio e manganês, respectivamente.

O tratamento contendo fertilizante mineral em substrato sem torta e casca de mamona exerceu influência benéfica por possibilitar o aumento em 5,7; 8,6; 7,7 e 46 $g.kg^{-1}$ nos teores de nitrogênio, potássio, cálcio, ferro e sódio, respectivamente, e diminuição no teor de sódio em e 1,1 $g.kg^{-1}$. Os demais contrastes não foram significativos (Tabela 15).

Tabela 15: Contrastes ortogonais em função dos substratos para a composição mineral ($g.kg^{-1}$) da fração foliar das mudas de gravioleira. Areia, Paraíba, 2008.

Variáveis	**Contrastes**			
	T4 vs T11	T9 vs T12	T4 vs T13	T11,T12,T13 vs T14
N	$-2,2^{ns}$	-260^{ns}	-5,7*	$-3,7^{ns}$
P	-0,4*	-70^{ns}	$-0,3^{ns}$	$-0,008^{ns}$
K	-6^{ns}	$3,7^{ns}$	-8,6*	-2^{ns}
Ca	-4^{ns}	$-7,6^{*}$	$-7,7^{*}$	$-0,8^{ns}$
Mg	$0,4^{ns}$	$-1,6^{ns}$	$-0,3^{ns}$	$-1,2^{ns}$
S	$0,2^{ns}$	$-0,03^{ns}$	$0,1^{ns}$	$-0,01^{ns}$
Fe	$-37,5^{ns}$	$13,7^{ns}$	-46^{*}	$1,4^{ns}$
Zn	$-1,8^{ns}$	$0,1^{ns}$	$-1,2^{ns}$	$0,5^{ns}$
Cu	$-0,7^{ns}$	$-0,1^{ns}$	$0,2^{ns}$	$-0,4^{ns}$
Mn	$-28,7^{ns}$	$61,5^{**}$	$19,6^{ns}$	$39,6^{ns}$
Na	$0,86^{ns}$	$0,8^{ns}$	$1,1^{*}$	$0,2^{ns}$

** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.
* = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.
^{ns} não significativo.
Descrição dos tratamentos: T4 = solo, torta e casca, 90:0:0 v/v; T14 = solo e esterco de gado, 2:1 v/v; T9 = solo, torta e casca, 75:10:5 v/v; T12 = solo, torta e casca, 75:10:5 v/v, com adição de biofertilizante; T11 = solo, torta e casca, 90:0:0 v/v, com adição de biofertilizante; T13 = fertilizante mineral.

A utilização de biofertilizante em substrato sem torta e casca de mamona possibilitou aumento em 0,4; 3,7; 6,8; 0,6 e 0,3 $g.kg^{-1}$ nos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, respectivamente, presentes no sistema radicular das mudas de gravioleira. Em substrato contendo solo, terra, torta e casca de mamona (75:10:10:5 v/v) o biofertilizante propiciou um aumento em 0,7 $g.kg^{-1}$ no teor foliar de sódio (Tabela 16).

O fertilizante mineral em substrato sem torta e casca de mamona possibilitou o aumento em 0,4 e 5 $g.kg^{-1}$ os teores de fósforo e potássio, e diminuição em 4,8 e 0,7 $g.kg^{-1}$ os teores de cálcio e magnésio (Tabela 16).

No tratamento convencional, contendo esterco bovino, verificou-se incremento na composição mineral do sistema radicular de 6,5 $g.kg^{-1}$ no teor de potássio, e diminuição em 6,5; 221 e 0,8 $g.kg^{-1}$ nos teores de zinco, manganês e sódio, respectivamente. Os demais contrastes não foram significativos (Tabela 16).

Tabela 16: Contrastes ortogonais em função dos substratos para a composição mineral ($g.kg^{-1}$) do sistema radicular das mudas de gravioleira. Areia, Paraíba, 2008.

Variáveis	***Contrastes***			
	T4 vs T11	T9 vs T12	T4 vs T13	T11,T12,T13 vs T14
N	$-2,3^{ns}$	2^{ns}	$-1,7^{ns}$	$-1,8^{ns}$
P	$-0,4^{*}$	$0,03^{ns}$	-0,4*	35^{ns}
K	$-3,7^{*}$	$-0,0^{ns}$	-5^{**}	$-6,5^{**}$
Ca	$6,8^{**}$	$0,56^{ns}$	$4,8^{**}$	$-0,5^{ns}$
Mg	$-0,6^{*}$	$-0,08^{ns}$	$0,7^{*}$	$0,15^{ns}$
S	$-0,3^{*}$	$0,14^{ns}$	$-0,2^{ns}$	$0,13^{ns}$
Fe	1.376^{ns}	$387,5^{ns}$	$937,5^{ns}$	$799,6^{ns}$
Zn	-3^{ns}	$-2,5^{ns}$	$-1,8^{ns}$	$6,5^{*}$
Cu	$-1,5^{ns}$	$-0,1^{ns}$	$0,7^{ns}$	$-1,2^{ns}$
Mn	$-64,4^{ns}$	$74,5^{ns}$	25^{ns}	221^{**}
Na	$-0,6^{ns}$	$-0,7^{*}$	$-0,4^{ns}$	$0,8^{**}$

** = significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.
* = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.
^{ns} não significativo.
Descrição dos tratamentos: T4 = solo, torta e casca, 90:0:0 v/v; T14 = solo e esterco de gado, 2:1 v/v; T9 = solo, torta e casca, 75:10:5 v/v; T12 = solo, torta e casca, 75:10:5 v/v, com adição de biofertilizante; T11 = solo, torta e casca, 90:0:0 v/v, com adição de biofertilizante; T13 = fertilizante mineral.

O biofertilizante comum (água e esterco), apesar dos básicos conteúdos percentuais de macro e micronutrientes, possui adequada composição qualitativa e expressiva biodiversidade de microrganismos (Araújo, 2007). O pH e os microrganismos do solo exercem influência na disponibilidade e assimilação de fósforo pelas raízes das plantas, cuja absorção se dá na sua forma iônica (MALAVOLTA et al., 1997).

3.8. Combinação ideal para a composição mineral em mudas de gravioleira

A composição para o valor estimado de nutrientes nas muda de gravioleira, na parte aérea (folha e caule) e sistema radicular da planta, que possibilitou melhor ajuste

nutricional desses elementos, com base nos valores de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) e micronutrientes (ferro, zinco, cobre e manganês), foi de 76,87% de solo, 10% de terra, 13,13% de torta de mamona e 0,00 % de casca (Tabela 17).

Tabela 17: Combinação ideal para obtenção da melhor nutrição mineral para mudas de gravioleira.

Nº	Solo	Torta	Casca	Teores	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	---------- % ----------				---------- g.kg^{-1}----------					---------- mg.kg^{-1}----------			
1	76,87	13,13	0,00	Folha	20,58	1,04	27,69	30,89	10,67	177,91	14,15	2,4	139,95
				Raiz	10,55	0,74	13,10	21,49	10,20	4.734,33	23,72	3,38	520,08
2	82,08	2,00	5,93	Folha	15,60	0,90	31,20	32,80	9,23	151,99	13,50	2,90	80,53
				Raiz	11,10	0,59	13,10	23,70	9,48	3.108,71	19,16	3,06	146,45

Pelos resultados de crescimento e nutrição mineral das mudas e substratos, a concentração adequada de solo, torta e casca de mamona em substrato para produção de mudas de gravioleira possibilita o equilíbrio nutricional e os benefícios das propriedades físicas inerentes a estes produtos: a torta de mamona, em baixas proporções, contribuindo principalmente com seu alto teor de nitrogênio e fibras, além de ser de rápida mineralização; a casca do fruto da mamona, por ser rica em potássio e com alta relação C/N, que, em pequenas quantidades pode possibilitar o aumento do tempo de decomposição e disponibilização dos nutrientes durante os meses em que a muda permanecer em viveiro; e o solo, com suas características físicas inerentes de CTC, porosidade, dentre outras.

4. CONCLUSÕES

1. Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas das mudas de gravioleira foram adequados nos substratos com torta e casca de mamona; os teores de cálcio e magnésio foram elevados; e o teor de enxofre foi deficiente em relação às exigências das mudas, em todos os substratos analisados;

2. A torta de mamona, exceto em enxofre, supriu as exigências nutricionais das mudas de gravioleira;

3. A absorção média de nutrientes em todos os substratos com casca e torta de mamona apresentou a seguinte ordem descrescente para os macronutrientes nas folhas: Ca > K > N > Mg > P > S, e no sistema radicular: Ca > K > N > Mg > S > P.

4. A composição do substrato que possibilitou composição adequada de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, cobre e manganês foi de 76,87% de solo, 10% de terra, 13,13% de torta de mamona e 0,00 % de casca.

REFERÊNCIAS

ADATI, C.; OLIVEIRA, V.A.; KARAM, D.. Análise matemática e biológica dos modelos de estimativa de perdas de rendimento na cultura devido à interferência de plantas daninhas. **Planta daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, 2006 .

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para a uma agricultura sustentável.** Cuiabá. AS- PTA (Assessorias e serviços a projetos em agricultura alternativa.). 592p. 2002.

ARAUJO, F. A. R. **Biofertilizante bovino e adubação mineral no mamoeiro e na fertilidade do solo.** 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2007.

ARAÚJO FILHO, G. C.; ANDRADE, O. M. S.; CASTRO, F. A.; TAVARES DE SÁ, F. **Instruções técnicas para o cultivo da gravioleira.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1998, 10 p. (Instruções Técnicas, 02).

ARAÚJO, J. F.; Leone, L. S.; PEREIRA NETO, J. Adubação organomineral e biofertilização líquida na produção de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) no submédio São Francisco, Brasil. **Bioscience Journal,** Uberlândia, v. 24, p. 48-57, 2008.

AS – PTA. Assessoria e Serviços a Projetos em Agropecuária Alternativa: Receitas de adubo foliar caseiro e caldas para nutrição e proteção das plantas. União da vitória: Paraná, 2001. 15p. EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de Métodos da Análises de Solos.** 2 ed. Rev. Atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA/ CNPS. 1997. 212 p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos).

BATISTA, M. M. F., VIEGAS, I. J. M., FRAZAO, D. A. C.; THOMAZIV, M. A. A.; SILVA, R. C. L.Effect of macronutrient omission in growth, symptoms of nutricional deficiency and mineral composition in soursop plants (*Annona muricata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 315-318, 2003.

BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 519-522, 2003.

BARROSO, G.M.; GUIMARÃES, E.F.; ICHASO, C.L.F.; COSTA, C.G.; PEIXOTO, A.L. 1978. Annonaceae. Pp. 29-33. ***In:*** **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. v. 1. LTC/EDUSP, São Paulo.

BELTRÃO, N.E.M.; COSTA,F.X.;SEVERINO, L.S.; LIMA, V.L.A.; SOARES, F.A.L.; FREIRE, M.A.O.; LUCENA, A.M.A.; GUIMARÃES, M.M.B.; MEDEIROS, L.B. Macronutrientes na folha da mamoneira em solo com diferentes densidades global e adubado com torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. p.96.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande: Embrapa Algodão, v. 7, n. 1, p. 659-664. jan-abr. de 2003.

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants: developments, visual and analytical diagnosis**. New York: Gustav Fischer Verlang Jena, 1992. 741p.

BERNARDI, Alberto Carlos de Campos; CARMELLO, Quirino Augusto de Camargo; CARVALHO, Sérgio Alves de. Macronutrientes em mudas de citros cultivadas em vasos em resposta à adubação NPK. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 57, n. 4, Dec. 2000 .

BEZERRA, F. C.; ROSA, M. F. Pó da casca de coco verde como substrato para plantas. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas: **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: IAC, 2002. p.94.

CAMARGO, A.; M. C.; MOREIRA, B. R.; LIMA, E.; CASTETTI,L. C.; WILONER, M.; CHAUDHRY,Z. De volta às origens. **Revista Brasileira de Agropecuária**, São Paulo, ano 1, n.10, p 8 –15, 2000.

CAMPOS, M. C. C.; MARQUES, F. J.; LIMA, A. G.; MENDONÇA, R. M. N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata*, L.) em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim. **Revista de Biologia e Ciências da Terra,** Campina Grande, v. 8, n. 1, 2008.

CASTRO, A. de C.; MAIA, G.A.; HOLANDA, L.F.F.; GUEDES, Z.B.L.; FÉ, J. de A.M. Características físicas e químicas da graviola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 3, n.19, p. 361-365, 1984.

CAVALCANTE, L. F. ; SILVA, E. E. G. ; OLIVEIRA, F. A. ; LIMA, E. Martins. Avaliação do estado nutricional através da análise foliar e caracterização de frutos de gravioleira comum (*Anona muricata* L.). **Revista Agropecuária Técnica,** Areia, v. 20, n. 2, p. 52-57, 1999.

CODEVASF. **Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Fruticultura no Estado da Paraíba.** Campina Grande: Codevasf, 2001.

COELHO, F.S.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. São Paulo: ICEA, 1973. 384p.

COLLARD, F.H. Efeito do uso do biofertilizante agrobio em maracujazeiro amarelo, Seropédica, RJ, 2000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2000. Taubaté, SP. **Anais...** Taubaté : Universidade de Taubaté, 2000. p.16.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Indicadores da Agropecuária, Ano XVIII, n. 04, Conab - Levantamento: Abr/2009. Disponível em <http://www.conab.gov.br/ conabweb/IA-abr09.pdf.> Acessado em 23/04/2009.

CORNELL, J. A.; **Experiments with Mixtures: Designs, Models, and the Analysis of Mixture Data**, 3nd ed., Wiley: New York, 2001.

CORREIA, D.; CAVALCANTI JUNIOR, A. T.; GOMES COSTA, A. M. **Alternativas de substratos para a formação de porta enxertos de graviola em tubetes**. Fortaleza — CE. 2001 (Comunicado Técnico, n.67) http://www.cnpat.embrapa.br/publica/pub/ComTec/cot_67 .pdf. Acesso em: 08/03/09.

COSTA, F.X.; SEVERINO, L.S. BELTRÃO, N.E.M.; FREIRE, R.M.M.; LUCENA, A.M.A.; GUIMARÃES, M.M.B. Composição química da torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - ***Anais...*** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

COSTA,F.X.; BELTRÃO, N.E.M.; SEVERINO, L.S.; FERREIRA, G.B.; SOARES, F.A.L.; ARAÚJO, J.B.; FARIAS, D.R.; OLIVEIRA, E.M. Cultivo da mamoneira em solo artificialmente compactado adubado com torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. p.44-45.

DIAS, T. J. **Crescimento e composição mineral de mudas de mangabeira em substratos contendo fibra de coco e submetidos à adubação fosfatada.** 2006. 129p. Dissertação de Mestrado. UFPB, Areia, PB.

DIRECTORATE OF OILSEEDS RESEARCH. Diversified uses of Castor. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON CASTOR SEED, CASTOR OIL AND ITS VALUE ADDED PRODUCTS. ***Proceedings…*** Ahmedabad: The Solvent Extractors Association of India, 2004. p.50-57.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Embrapa-CNPS: Rio de Janeiro, 1999. 370p.

FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G. DE; MELO, P. C. Efeito do fósforo e do zinco sobre o crescimento de mudas do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum schum.*). **Cerne**, Lavras, v.9, n. 2, p. 221-230, jul./dez. 2003

GALBIATTI, J. A.; BENECASA, M.; LUCAS JÚNIOR, J.; JOSÉ-LUI, J. Efeitos da incorporação de efluentes de biodigestor sobre alguns parâmetros do sistema solo-planta, em milho. **Revista Científica**, Piracicaba, v. 19, n. 2, p. 105-118, 1991.

GÓIS, M. P. P.; MELO, A. S. DE; ARAÚJO, F. P. DE; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A. Influência da adubação fosfatada sobre o desenvolvimento inicial de mudas de umbuzeiro

(*Spondias tuberosa* Arr. Câm.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBF, 2002.

HUNT, R. **Basic growth analysis: plant growth analysis for beginners**. London: Unwin Hyman, 1990. 112p.

ICOA. **The processing of castor meal for detoxification and deallergenation**. Ridgewood, 1989. 75p. (Technical Bulletin, 1).

JUNQUEIRA, N.T.V.; OLIVEIRA, M.A.S.; ICUMA, I.M.; RAMOS, V.H.V. Cultura da Graviola. ***In:*** **Incentivo à fruticultura no Distrito Federal: Manual de fruticultura.** SILVA, J.M. de M., coord. – 2ª ed. rev. atual. – Brasília: OCDF, COOLABORA, 1999.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 2000, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: Genesis, 2000. 312p.

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

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

LEDO, A. S.; CABANELAS, C. I. L. Recomendações para a quebra de dormência de sementes e formação de mudas de graviola (*Annona muricata* L.) em Rio Branco – Acre. 1996. Rio Branco: EMBRAPA/CPAF. (Comunicado Técnico, 66).

LEWANDOWSKI, I.; HARDTLEIN, M.; KALTSCHMITT, M. Sustainable crop production: definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. **Crop Sciences**, v. 39, p. 184-193, 1999.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. M. Avaliação da casca e da torta de mamona como fertilizante orgânico. ***In:*** **II Congresso Brasileiro de Mamona**, 2006, Aracajú. II Congresso Brasileiro de Mamona, 2006.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SAMPAIO, L. R.; FREIRE, M. A. O. ; SOFIATTI, V.; BELTRÃO, N. E. M. Combinação de casca e torta de mamona como adubo orgânico para mamoneira. ***In:*** **III Congresso brasileiro da Mamona**, 2008, Salvador-BA. III Congresso Brasileiro de Mamona, 2008a.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S. ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. M. SAMPAIO, L. R. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. **Revista Caatinga**, Mossoró,Brasil, v.21, n.5 (Número Especial), p.102-106, 2008b.

LOPES, J.G.V. Cultivo da gravioleira. **Informativo da SBF**, Jaboticabal, v. 3, n. 2, p. 9-10, 1984.

LORD, J.M.; ROBERTS, L.M.; ROBERTUS, J.D. Ricin: structure, mode of action and some current applications. **The FASEB Journal**, v. 8, p. 201-208. 1994.

LUZ, W.C. da. Efeito de bioprotetores em patógenos de sementes e na emergência e rendimento de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**. 26:16-20. 2001.

MAA. Ministério da Agricultura e do Abastecimento (Brasília, DF). Instrução Normativa nº 007. **Normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais.** Brasília: 1999. n.p.

MABBERLEY, D.J. 1997. **The Plant-Book**. Cambridge University Press, New York. 858 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.

Marin Acosta, J.C. 1973. Lista preliminar de plagas de Annonacca, Nispero *(Achras zapóla* L.) y Guayaba *(Psidium guajava* L.) en Venezuela. **Agronomia Tropical***,* 23: 205- 216

MARTINEZ, N.B. de; GODOY, F.J. Geographical distribution of *Talponta* sp., *Cerconata annonella* Sepp., and *Bephrateloides* sp. borers of flowers and fruit of soursop in Venezuela. **Agronomia Tropical**, Maracay, v.39, n.4/6, p.319-323, 1989.

MEDEIROS, M. B. **Ação de biofertilizantes líquidos sobre a biocologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis*.** Piracicaba, 2000. 110 f. tese (Doutor em Ciências- Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo.

MEIRELES, L.; BRACAGIOLI NRTO, A.; MEIRELES, A. L.; GONÇAVES, A.; GUAZZELLIS, M. J. Biofertilizantes enriquecidos: Caminho sadio da nutrição e proteção das plantas. Ipê: CAE. **Agricultura ecológica.** 24 p. 1997.

MELETTI, L. M. M.; TEIXEIRA, L. A. J. Propagação de Plantas. In: MELETTI, L. M. M., Ed. **Propagação de frutíferas tropicais.** Guaíba: Agropecuária, 2000. p13-49.

MELO, G.S. de; GONZAGA NETO, L.; MOURA, R.J.M. de. **Cultivo da gravioleira (*Annona muricata* L.).** Pernambuco: IPA, 1983. 4 p. (Instruções Técnicas).

MENEZES JR., F. O. G.; MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S. Crescimento e avaliação nutricional da alface cultivada em -NFT- com soluções nutritivas de origem química e orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.632-637, 2004.

MIYASAKA, S.; GALLO, J.R.; SILVA, J.G. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. *In:* **Adubação verde no Brasil**, Campinas: Fundação Cargill, p.64-123, 1984.

MOSHKIN, V.A. **Castor.** New Delhi: Amerind, 1986. 315p.

OLIVEIRA, M. A. S. (Ed). **Graviola – Produção: Aspectos técnicos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 78p. (Série Frutas do Brasil, 15).

OLSNES, S.; KOZLOV, J. **Ricin. Toxicon:** v.39, n.11, p.1723-1728, 2001.

ORMOND, J. G. P.; LIMA DE PAULA, S. R.; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L. T. M. **Agricultura orgânica: Quando o passado é Futuro**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, 2002.

PARSONS, A. J.; CHAPMAN, D. F. The principles of pasture growth and utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.). **Grass**: its production and utilization. Oxford: Blackwell Science, 2000. p.31-89.

PENTEADO, S. R. Introdução à agricultura orgânica - **Normas Técnicas de cultivo.** Campinas: Grafimagem,. 2000. 110p

PEREIRA, W. E. **Trocas gasosas, fluorescência da clorofila, crescimento e composição mineral de quatro porta-enxertos de citros submetidos a estresse por alumínio, em cultivo hidropônico**. Tese (doutorado) – Universidade federal de Viçosa. Viçosa, UFV, 2001. 123p.: il.

PINHEIRO, S. ; AURVALLE, A. ; GUAZZELLI, M. J. **Agropecuária sem veneno.** Porto Alegre: L & PM, 128 p. 1985.

PINTO, A.C. de Q.; SILVA, E.M. da. **Graviola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. 41p.

PONTES, A. F.; BARBOSA, M. R. V.; MAAS, Paul J.M. Flora Paraibana: Annonaceae Juss. **Acta Bot. Bras**., São Paulo, v. 18, n. 2, 2004 .

PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas, SP: Instituto Campeiro de Ensino Agrícola, 2002. p.94.

RAIJ, B. **Avaliação da fertilidade do solo.** Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1987. 142 p.

REGO, F.A.O. **Efeito da adubação orgânica no desenvolvimento da graviola (*Annona muricata* L.) em diferentes épocas.** 1992. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agronômica) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1992.

ROSA, M. F.; BEZERRA, F. C.; CORREIA, D.; SANTOS, F. J. S.; ABREU, F. A. P.; FURTADO, A. A. L.; BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, E. R. V.; **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 24p.

SANTANA, D. P. **A Agricultura e o desafio do desenvolvimento sustentável.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 132).

SANTOS, A. C. V. Biofertilizantes líquido: o defensivo agrícola da natureza. 2 ed., rev. Niterói: EMATER – RIO, 162 p. 1992. (**Agropecuária Fluminense**, 8).

SANTOS, A. C. V. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13,n.4, p 275 – 279,1991.

SANTOS, J. B. **Estudo das relações nitrogênio: potássio e cálcio: magnésio sobre o desenvolvimento vegetativo e produtivo do maracujazeiro-amarelo.** 2001. 88f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

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

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

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

SILVA, E. E. G.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.;LIMA E. M. Avaliação do estado nutricional através da análise foliar e caracterização de frutos de gravioleira comum (*Annona muricata* L.) no litoral paraibano. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.20, n.2, 1999.

SILVA, H. da; SILVA, A.Q. da; CAVALCANTE, F.B.; MALAVOLTA, E. Nutrição mineral da graviola (*Annona muricata* L.). II. Teores de macronutrientes e de boro. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8., 1986. Brasília. **Anais...** p. 303-307, 1986.

SILVA, J. F. da; VIEGAS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A. A.; SILVEIRA, J. L. **Avaliação do efeito da adubação NPK no crescimento de Gravioleira no Município de São Francisco do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 4 p. (Comunicado técnico, 76).

SMITH, P.F. Citrus nutrition. In: CHILDERS, N.F. (Ed.) **Nutrition of fruit crops**; temperate to tropical fruit. New Brunswick: Rutgers the State of Universit, 1966. p.174-207.

SOUZA, H. A. ; PIO, R. ; CHAGAS, E. A. ; REIS, J. M. R. ; RODRIGUES, H. C. A. ; RAMOS, J. D. . **Doses de nitrogênio e fósforo na formação de mudas de tamarindo**. Bioscience Journal (UFU), v. 23, p. 59-64, 2007.

UDESHI, V. The present status of castor oil industry. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON CASTOR SEED, CASTOR OIL AND ITS VALUE ADDED PRODUCTS. ***Proceedings …*** Ahmedabad: The Solvent Extractors Association of India, 2004. p.36-38.

VIEIRA NETO, R. D. Efeitos de diferentes substratos na formação de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.20, n.3, p. 265-271, 1998.

VILLELA JR., Luiz V. E. et al . Substrato e solução nutritiva desenvolvidos a partir de efluente de biodigestor para cultivo do meloeiro. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 11, n. 2, Apr. 2007 .

YAMADA, T. **A nutrição mineral e a resistência das plantas às doenças**. Piracicaba: Informações Agronômicas, 1995. 3 p. (Encarte Técnico, 72).

VIÉGAS, I.J.M.; FRAZÃO, D.A.C. **Graviola: nutrição, calagem e adubação**. Circular técnica 36. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA, Dezembro, 2004.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. (*Boletim Técnico*, 18).

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

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo