



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS PATOS – PB

KYDYAVELINE LACERDA DE SOUSA

EFEITO DA TEXTURA DO SOLO NO CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE
PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas L.*)

Patos – Paraíba – Brasil

2012

KYDYAVELINE LACERDA DE SOUSA

**EFEITO DA TEXTURA DO SOLO NO CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE
PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas L.*)**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Almeida Viégas

Patos – Paraíba – Brasil

2012

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO CSTR /
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CAMPUS DE PATOS - PB

S725e

2012

Sousa, Kydyaveline Lacerda

Efeito da textura do solo no crescimento inicial de plantas de pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) Kydyaveline Lacerda Sousa - Patos - PB: UFCG/UAEF, 2012.

38p.: il. Color.

Inclui Bibliografia.

Orientador: Ricardo Almeida Viégas

(Graduação em Engenharia florestal). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1-. Textura do Solo. 2- Mudanças - qualidade. 3 – Oleaginosa. 5 – Pinhão-mansô. I - Título

CDU: 631*435

KYDYAVELINE LACERDA DE SOUSA

**EFEITO DA TEXTURA DO SOLO NO CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE
PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas L.*)**

Monografia apresentada a Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB,
para a obtenção do grau de Engenheiro Florestal.

APROVADO em: 18/10/12



Prof. Dr. RICARDO ALMEIDA VIÉGAS (UAEF/UFCG)

Orientador



Profa. Dra. ASSÍRIA MARIA FERREIRA DA NÓBREGA LÚCIO (UAEF/UFCG)

1º Examinador



Profa. Dra. IVONETE ALVES BAKKE (UAEF/UFCG)

2º Examinador

Aos meus pais

José Gernito de Sousa e Nivalda Braga de Lacerda Sousa

A minha irmã

Maria Kessya Nayanne Lacerda de Sousa

Muito obrigada por todo o incentivo e apoio. Obrigada por me dar consciência de que as desordens dos momentos difíceis veem para edificar a essência do nosso ser.

Dedico

A minha mãe avó

Francisca Mendes Braga de Lacerda

Nas dificuldades, nos momentos de cansaço e de ausência, a imagem, o sorriso, a compreensão e o amor me fizeram continuar.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus;

À minha família, que sempre contribuiu para minha educação, principalmente aos meus pais, que acreditaram no meu potencial;

Aos meus avós, Gercino Saturnino e Ana Vieira (*In memoria*), por seus ensinamentos e exemplo de pessoas;

Aos meus tios e tias: Nilton, Toinho, Nilda, Nivea, Adim, Núbia, Lúcio, Gercinita, Lando, Landinha; obrigada pelo incentivo e torcida;

Ao professor Ricardo Almeida Viégas, pela orientação e amizade;

Aos meus colegas que se fizeram presentes e contribuíram nessa caminhada: **Mary, Andrezza, Rosivânia, Claudia, Girlanio, Gilmar, Rogério, Delmarcos, Lazaro, Lyane, Rafaela, Jessica Pessoa, Ykalo, Rosangela, Cheila, Junior, Pajé, César, João, Tibério, Mayara, Sócrates, Juninho, Joab, Thalita, Dizzy, Edjane, Yure, Marcelo, Jokasta, Haby, Foguinho, Eliane, Maiara, Salete, Danise, Pamella, Rivânia, Laís.**

Aos amigos **Roberto e Simone**, que me ajudaram durante o período de coleta de dados, viabilizando a execução do trabalho;

Às meninas da residência: Bianca, Quézia, Raquel, Marília e Larissa obrigada pela amizade e companheirismo;

As amigas de todas as horas: Socorro, Magna, Beatriz, Ana Maria, Dalva, Karol, Amanda e Pascoana;

As secretárias da UAEF – UFCG-PB, Ednalva e Ivanice, pela atenção dispensada ao longo do curso;

Aos funcionários da UFCG/ Patos - PB, Seu Valter, Seu Gilvan, Joselito e Damião.

A todos os professores da UAEF – UFCG-PB;

A todos aqueles que contribuíram para a realização do trabalho e do curso de graduação, meus sinceros agradecimentos.

Tua caminhada ainda não terminou...
A realidade te acolhe
dizendo que pela frente
o horizonte da vida necessita
de tuas palavras
e do teu silêncio.

Se amanhã sentires saudades,
lembra-te da fantasia e
sonha com tua próxima vitória.
Vitória que todas as armas do mundo
jamais conseguirão obter,
porque é uma vitória que surge da paz
e não do ressentimento.

É certo que irás encontrar situações
tempestuosas novamente,
mas haverá de ver sempre
o lado bom da chuva que cai
e não a faceta do raio que destrói.

Não faças do amanhã
o sinónimo de nunca,
nem o ontem te seja o mesmo
que nunca mais.
Teus passos ficaram.
Olhes para trás...
mas vá em frente
pois há muitos que precisam
que chegues para poderem seguir-te

Charles Chaplin

SOUSA, Kydyaveline Lacerda. 2012. **EFEITO DA TEXTURA DO SOLO NO CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE PINHÃO-MANSO** (*Jatropha curcas* L.) Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2012. 38 p.

RESUMO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta oleaginosa que apresenta elevado potencial para produção de biocombustíveis, contudo, pouco é conhecido sobre técnicas de cultivo desta espécie, principalmente com relação à produção de mudas de qualidade o que propicia elevadas taxas de sobrevivência no campo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de plantas jovens de pinhão-manso cultivadas em substratos com diferentes texturas, em casa de vegetação. Foram avaliados os efeitos de cinco composições de substratos (tratamentos): areia de rio 100%; material de solo argiloso 100%; areia de rio 50% + material de solo argiloso 50%; areia de rio 75% + material de solo argiloso 25 %; areia de rio 25 % + material de solo argiloso 75%. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram determinados a altura, o diâmetro caulinar, a área foliar, o número de folhas e a massa seca da parte aérea e das raízes. Os resultados do presente estudos mostram que plantas jovens de pinhão-manso respondem diferentemente à variação da textura do solo; de forma geral, parâmetros importantes como diâmetro caulinar e massa seca da parte aérea mostraram certa sensibilidade ao substrato com mais argila. Considerando efeito positivo para a maioria dos parâmetros avaliados, o substrato composto por material de solo argiloso 75% areia de rio + 25% material de solo argiloso foi aquele que proporcionou mudas de pinhão-manso com melhor qualidade.

Palavras-chave: Oleaginosa. Classe textural. Qualidade da muda.

SOUSA, Kydyaveline Lacerda. **THE EFFECTS OF SOIL TEXTURE ON THE INITIAL GROWTH OF PINHÃO-MANSO (*Jatropha curcas*L.) PLANTS.** Monograph . (Forest Engineering) - Federal University of Campina Grande, Rural Health and Technology Center, Patos - PB, 2012. 38 sheets.

ABSTRACT

The pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) is an oilseed plant that has high potential for biofuel production, however, little is known about the cultivation techniques of this species, especially in regards to the production of quality seedlings which provides high survival rates in field. This study aimed to evaluate the performance of saplings of pinhão-mansô grown on substrates with different textures in a greenhouse. The effects of five compositions of substrates (treatments) were evaluated: 100% river sand; clay soil 100%; 50% river sand + 50% clay soil; 75% river sand + 25 % clay soil material; 25% river sand + 75% clay soil. The treatments were arranged completely at random, with five repetitions. We measured the height, stem diameter, leaf area, leaf number and dry weight of shoots and roots. The results of this study show that saplings of pinhão-mansô respond differently to variation in soil texture, in general, important parameters such as stem diameter and shoot dry weight showed some sensitivity to the substrate with more clay. Considering positive effect for most parameters, the substrate material composed of 75% clay soil + 25% river sand was the one that provided seedlings of pinhão-mansô with better quality.

Keywords: oilseed. Textural class. Quality of the seedlings.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Caracterização do Pinhão-manso (<i>Jatropha curcas</i> L.)	13
2.2 Características Botânicas	14
2.3 Biocombustível.....	16
2.4 Propriedades físicas do solo	17
2.4.1 Textura.....	17
2.4.2 Estrutura	18
2.4.3 Densidade	18
2.4.4 Porosidade	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Generalidades	20
3.2 Unidades experimentais.....	20
3.3 Parâmetros avaliados	21
3.3.1 Altura das plantas	21
3.3.2 Diâmetro do colo	21
3.3.3 Número de folhas	21
3.3.4 Área foliar.....	21
3.3.5 Fitomassa seca da parte aérea e raízes.....	22
3.3.6 Delineamento experimental e análises estatísticas	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Altura.....	24
4.2 Diâmetro colo	25
4.3 Área foliar.....	26
4.4 Número de folhas	27
4.5 Massa seca das raízes	28
4.6 Massa seca da parte aérea.....	29
CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICES.....	37

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se intensificado a preocupação com a degradação ambiental. Estudos mostram que essa degradação é mais agravante nas regiões áridas e semiáridas o que os caracteriza em ambientes extremamente frágeis, tanto do ponto de vista ambiental quanto socioeconômico. Na busca por opções que garantam o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental dessas regiões, o pinhão-manso, *Jatropha curcas L.*, planta oleaginosa que apresenta valor medicinal, ornamental e na produção de óleo, tem se mostrado como uma alternativa, visto que é uma espécie que se destaca por apresentar potencial para a produção de biodiesel a partir do óleo extraído de suas sementes e, de acordo com algumas pesquisas, é apontada como planta promissora para cultivo em grande parte da região Nordeste do Brasil. As expectativas favoráveis ao aumento de área plantada com o pinhão-manso provêm dos baixos custos de sua produção, principalmente na agricultura familiar, com mão-de-obra própria, mas, sobretudo, pela sua rusticidade adaptando-se às diversas condições de clima e solos similares àquelas encontradas na região semiárida do Nordeste brasileiro.

Associado ao seu potencial energético, o pinhão-manso proporciona vantagens ao meio ambiente sendo frequentemente utilizado na recuperação de áreas degradadas, conservação do solo, reduzindo a erosão e a perda de água por evaporação, evitando enxurradas e enriquecendo o solo com matéria orgânica decomposta. Com as perspectivas de redução do uso do petróleo, decorrente do impacto ambiental, e pela possibilidade de serem usados óleos vegetais como combustíveis, o pinhão-manso vem sendo explorado comercialmente. Sem dúvidas, essa espécie deverá se inserir entre as mais propícias fontes de matéria-prima, rica em óleo, para produção de biodiesel.

São cada vez maiores as exigências sobre o conhecimento agrônômico dessa cultura, seja na busca de altas produtividades atendendo a demanda de matéria-prima para a produção de biodiesel ou no planejamento visando à rentabilidade rural, assim é de grande importância ter conhecimento dos diversos fatores que influenciam na produção de mudas.

A textura constitui um dos atributos mais importantes do solo, o que afeta diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, sendo uma característica física que pode tornar-se limitante ao aumento da produtividade em cultivos econômicos. Em face disso, é crucial, entender como a textura do solo influencia a qualidade de mudas de pinhão-manso, visto que o acesso a plantas jovens saudáveis é fundamental para obtenção de plantios lucrativos.

Dessa forma, o presente trabalho objetiva avaliar o desempenho de plantas jovens de pinhão-manso cultivadas em substratos com diferentes texturas, em condições controladas de casa de vegetação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização do Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), da família Euforbiaceae, é uma espécie de porte arbóreo-arbustivo de crescimento rápido, podendo atingir uma altura de dois a cinco metros, dependendo das condições oferecidas (PAULINO et al., 2011).

Segundo Lima (2011), essa espécie recebeu o nome de pinhão-manso pelo fato das suas sementes ficarem armazenadas dentro do fruto mesmo após sua maturação ao contrário do pinhão-roxo cujas sementes são expelidas com força pelo secamento do fruto.

No Brasil, essa espécie é conhecida por vários nomes populares, como: pião, purgueira, pinhão do Paraguai, pinha-de-purga, pinhão-do-inferno, figo-do-inferno, pinhão-de-cerca, grão-de-maluco, pinhão-das-barbadas, pinhão-bravo, purgante-de-cavalo, manduigaçu, mandubiguaçu, sassi, turba, tartago, medicineira, tapete, siclité, pinhão-croá (ROCHA et al., 2009).

Vários pesquisadores tentaram definir a origem do pinhão-manso, contudo ela é ainda bastante controversa. Segundo Guimarães (2008), a grande maioria dos estudos científicos afirma que o pinhão-manso tem sua origem na América do Sul, possivelmente no Brasil, tendo sido introduzida por navegadores portugueses, no fim do século XVIII, nas ilhas de Cabo Verde e em Guiné, de onde mais tarde foi disseminada pelo continente africano.

Tem sido evidenciado que essa planta ocorre em todas as regiões tropicais e intertropicais. Isso é possível porque o pinhão-manso apresenta características de adaptabilidade nas mais variadas condições climática. O pinhão-manso pode ser encontrado desde o nível do mar até 1000 m de altitude, sendo mais indicado seu cultivo em regiões que apresentem entre 600 e 800 m de altitude (EPAMIG, 2003).

Para Arruda et al. (2004), o pinhão-manso se desenvolve com 200 mm de pluviosidade anual sendo uma espécie que se adapta nas mais diversas condições climáticas e de solos. Um fenômeno importante que essa planta apresenta é o caducifolismo perda das folhas na época mais quente evitando a perda de água por transpiração, tornando-se mais resistente a longas estiagens (PRATES, 2010).

No Brasil, o pinhão-manso vem sendo cultivado devido a sua grande variedade de benefícios para o solo contribuindo com a matéria orgânica, conservação do solo, auxiliando no controle de erosão, na recuperação de áreas degradadas, contribuindo na contenção de encostas e de dunas, e ao longo de canais, rodovias, ferrovias e como cerca viva em divisões

internas ou nos limites de propriedades rurais (BELTRÃO e CARTAXO, 2006). Segundo Arruda et al. (2004), o que vem despertando interesse aos estudiosos e produtores dessa cultura é o seu grande potencial na produção de óleo para fabricação do biodiesel, segundo os autores, esta espécie produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare, levando de três a quatro anos para atingir a idade produtiva, que pode se estender por 40 anos.

Um dos objetivos principais no cultivo do pinhão-manso é obter maior rendimento na produção de óleo, o que depende de diversas características da planta associadas aos fatores edafoclimáticos. Segundo Rao et al. (2008), destacam-se as características vegetativas da planta: número de ramos, diâmetro da copa, altura das plantas, volume de copa, produtividade de grãos por árvore e, entre as características de qualidade da matéria-prima, o peso dos grãos, peso das amêndoas e peso da casca .

Na extração do óleo e a torta (subproduto) das sementes, cada um apresenta uma finalidade específica (HELLER, 1996). A torta por ser um subproduto tóxico, devido à presença de alcalóides conhecidos como ésteres de forbol, torna-se inviável para alimentação animal. Enquanto que a torta residual composta pela casca e albúmen da semente é rica em proteína (60 a 65%), que após a extração do óleo terá emprego direto como fertilizante de alta qualidade, tendo em vista os índices elevados de nitrogênio, potássio e fósforo (HELLER, 1996).

2.2 Características Botânicas

As plantas do gênero *Jatropha* contêm aproximadamente 170 espécies conhecidas, sendo de portes herbáceos e arbustivos, apresentam valor medicinal, ornamental e algumas são produtoras de óleo (ROZA, 2010). Segundo Henning (2004), existem três variedades de *Jatropha curcas* L.: a variedade encontrada em Cabo Verde, com maior dispersão pelo mundo, a observada em Nicarágua, caracterizada por apresentar frutos maiores e a existente no México, que pode ser consumida após torração.

O pinhão-manso pode ser propagado, além da reprodução por semente (reprodução sexual), por estacas (estaquia – reprodução assexual). As plantas originárias de sementes são mais resistentes e de maior longevidade, com desenvolvimento de raiz pivotante, o que contribui com maior resistência à seca, alcançando idade produtiva após quatro anos, enquanto as provenientes de estacas são de vida mais curta e sistema radicular menos vigoroso, mas começam a produzir no segundo ano (CORTESÃO, 1956; SATURNINO et al., 2005).

Suas raízes são curtas e pouco ramificadas, seu caule é liso, macio de coloração esverdeado a cinzento-castanho, podendo atingir aproximadamente até 30 cm de diâmetro, apresenta muitas ramificações que aparece desde a base. Possui lenho mole com longos canais que circula látex, suco leitoso que emerge facilmente após qualquer ferimento (NUNES, 2007).

As folhas são decíduas, alternas em forma de palma com 3 a 5 lóbulos terminados em ponta aguda, verdes, pálidas, brilhantes, glabras ou destituídas de pelos. Apresentam nervuras esbranquiçadas, ressaltadas ou salientes na face inferior da lâmina foliar (PRATES, 2010).

As flores são pequenas amarelo-esverdeadas, com estrias avermelhadas, monoicas, surgindo na mesma planta, mas com os sexos separados. As flores masculinas se apresentam em maior quantidade e estão localizadas na ponta da ramificação, já as femininas são menos numerosas e encontram-se nas ramificações (OLIVEIRA, 2009). A polinização é entomófila e seus polinizadores são principalmente formigas, abelhas, moscas e trips (SOLOMOM; EZRADANAM, 2002). Sua floração do pinhão-manso é descontínua, com frutos na mesma inflorescência, em idades diferentes e níveis de deiscência, dificultando assim a colheita mecânica (ALVES et al., 2008).

O fruto é uma cápsula ovóide de 1,8 a 2,2 cm de largura e 2,6 a 3,0 cm de comprimento, é deiscente, trilocular com uma semente em cada cavidade. No início o fruto é verde, passando a amarelo, castanho e por fim preto, quando atinge o estágio de maturação contém de 53 a 62% de sementes e de 38 a 47% de casca, pesando, cada uma, entre 1,53 a 2,85 g (CORTESÃO, 1956; BRASIL, 1985).

Segundo Arruda et al. (2004), essa cultura começa a produzir sementes a partir do décimo mês após o plantio, no entanto, os maiores índices de produção são atingidos por volta do terceiro ou quarto ano.

As sementes são oblongas e elipsoides com aspecto rugoso. Quando secas medem em torno de 1,5 a 2,0 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura; tegumento rijo, quebradiço, geralmente mais grosso na face central e nas extremidades. A parte externa da semente é de coloração preta, bastante estriada de linhas destacadas, salientes, reticuladas. Algumas das variedades têm muitas manchas amarelas, albúmen abundante, branco, oleaginoso com 38% de óleo, dividido em duas metades pelo embrião (EPAMIG, 2003). Não possuem dormência, porém, para Muller et al. (2008), as sementes embebidas em água por doze horas, antes de

serem semeadas, apresentaram maior tamanho da parte aérea nos primeiros vinte dias após a germinação.

As sementes são comestíveis desde que se tenha a precaução de retirar o embrião, pois o mesmo contém óleo e provoca vômitos, porém essa propriedade perde-se quando agitado com álcool (ALVES et al., 2008). A amêndoa compõe-se de cotilédone oleoso, esbranquiçado encerrando o embrião, o rudimento da planta, cônico, munido de dois apêndices achatados, os cotilédones, de duas folhas germinativas (NETO, 2008). A cultura de pinhão-manso destaca-se entre as demais oleaginosas pela sua alta produção de óleo por hectare. O óleo extraído de suas sementes atinge entre 33 e 38% é inodoro, que queima sem emitir fumaça, (SATURNINO et al., 2005). Os mesmos autores citam que esta planta ainda se encontra em processo de domesticação e somente nos últimos 30 anos começou a ser estudado agronomicamente.

2.3 Biocombustível

Devido aos grandes problemas causados pelo uso exacerbado de combustíveis fósseis tem havido importantes mudanças climáticas decorrentes do aumento da concentração de CO₂ na atmosfera (BILICH, 2006). Em 2003, no Brasil, foi criado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, devido à grande disponibilidade de matérias-primas existentes para a produção de óleos vegetais. Em solo brasileiro há uma alta diversidade de espécies que podem ser usadas na fabricação de óleos vegetais (*Glycine max.*, *Jatropha curcas L.*, *Ricinus communis*, *Elaeis guineenses*, *Brassica napus L.*, *Arachis hypoge*, *Bactris gasipaes* e outros), que pode ser uma alternativa para diminuir os efeitos negativos dos combustíveis fósseis sobre o meio ambiente (TRZECIAK et al., 2008).

Segundo Lucena (2008), o programa tem como objetivo introduzir este combustível na matriz energética brasileira a partir de projetos auto-sustentáveis, garantindo suprimento e uma política de inclusão social. Pela proposta do governo, 2% do total de diesel consumido no Brasil seriam substituídos, até 2008, e por 5% em 2013.

Urquiaga, Alves e Boodey (2005), citam que o Brasil tem despertado para produção de biodiesel. Acredita-se que os principais fatores para investir em espécies oleaginosas para sua produção estão relacionados com os aumentos do preço de petróleo e seus derivados, por ser uma alternativa na mitigação de emissões de CO₂, atendendo ao Protocolo de Kyoto, ou seja, é um estímulo na busca por tecnologias para a produção de energia limpa. (HOLANDA, 2004).

Segundo Trzeciak et al., (2008), foram realizadas no Estado do Ceará, em 1979, as primeiras pesquisas com biodiesel, dentre as várias culturas para a produção de óleo vegetal a mamona destacava-se em virtude do elevado teor de óleo em suas sementes.

2.4 Propriedades físicas do solo

O solo é um sistema trifásico, composto de uma fase líquida, sólida e gasosa. Na qual, a fase sólida é constituída pelas frações mineral e orgânica, sendo a fração mineral constituída por partículas de diferentes tamanhos chamadas de: Areia, silte e argila (NEVES et al., 2007).

O solo fisicamente ideal para o crescimento de plantas proporciona boa retenção de água, bom arejamento, bom suprimento de calor e pouca resistência ao crescimento radicular. Paralelamente, boa estabilidade dos agregados e infiltração de água no solo (REINERT; REICHERT, 2006). Para Neves et al. (2007), as propriedades físicas do solo têm ligação direta no desenvolvimento das plantas e são as que merecem maior importância.

Para Ortega e Monteiro (1988), a capacidade produtiva de um sítio florestal depende, basicamente, das condições do solo e do meio ambiente. Normalmente não é possível antever as consequências de diferentes condições edáficas no desenvolvimento das plantas. Sabe-se, porém, que essas diferenças podem resultar em perda de crescimento da cultura e redução da regeneração natural, bem como prejudicar ou impedir o desenvolvimento de mudas e até provocar a morte de árvores adultas (HILDEBRAND, 1994).

2.4.1 Textura

Dentre as propriedades físicas do solo a textura é considerada a mais importante, sendo definida especificamente pela distribuição das classes de tamanho das partículas sólidas do solo como, areia, silte e argila. Para Lorenzo (2010), a textura do solo está relacionada com a taxa de infiltração de água, aeração, capacidade de retenção de água e nutrição, como também na aderência ou força de coesão das partículas do solo.

Dentre os fatores edáficos, a textura pode exercer grande influência na qualidade do solo. É através das partículas menores do solo que se processa a captação dos nutrientes pelas raízes. A capacidade de retenção de água pelo solo, bem como sua aeração, é diretamente determinada pela sua textura (CAMPOS, 1970).

2.4.2 Estrutura

Rodriguez (2010), define estrutura do solo como sendo a agregação das partículas primárias do solo (areia, silte e argila) com outros componentes minerais e orgânicos (calcário, sais, matéria orgânica, entre outros); o agrupamento dos agregados do solo, organizados numa forma geométrica, constitui a estrutura do solo. Uma área pode apresentar o mesmo tipo de estrutura ao longo de seu perfil, assim como pode apresentar em cada horizonte um tipo de estrutura diferente (CAPECH, 2008). Pode ser classificado quanto à forma em estrutura laminar, prismática, bloco e granular, ao tamanho e grau de desenvolvimento.

Já referente ao tamanho Segundo Rodriguez (2010), as unidades estruturais variam de menos de 1 mm a vários centímetros e pode ser classificado em: Muito pequeno, pequeno, médio, grande e muito grande. Sendo essa variação influenciada pelos seus componentes minerais, matéria orgânica, atividade biológica, períodos de chuvas e secas e tipo de manejo empregado no solo.

Quanto ao grau de desenvolvimento, refere-se à coesão dentro e entre os agregados, isto é, a força com que as partículas minerais e orgânicas estão unidas, podendo ser: Sem estrutura (grãos simples ou maciça) e com estrutura (grau de desenvolvimento fraco, moderado ou forte) (CAPECH, 2008).

A estrutura do solo tem participação direta no crescimento da planta. Segundo Capech (2008), reflete em uma melhor infiltração, armazenamento da água no solo, maior atividade biológica e conseqüentemente maior disponibilidade de nutrientes, como resultado, tem-se maior resistência à erosão em um solo bem estruturado, em que as partículas do solo e agregados sofrem menos com a ação do impacto das chuvas e escorrimento da enxurrada. A estrutura ideal ao crescimento das plantas, segundo Kopi e Douglas (1991), é aquela que proporciona uma grande área de contato entre o solo e a raiz, espaço poroso suficiente para a circulação de água e gases e baixa resistência do solo à penetração das raízes.

2.4.3 Densidade

Segundo Lima et al. (2007), a densidade do solo refere-se ao arranjo das partículas, e varia com a profundidade do perfil, com a textura, a natureza, o tamanho, forma das partículas e com fatores externos e ambientais.

Segundo Beltrame, Taylor (1980), a densidade dos solos sofre alterações de forma natural, causando lentas mudanças no solo, como por exemplo, a eluviação de argilas e as causadas pelas forças mecânicas originadas da pressão ocasionada pelas rodas das máquinas. O pisoteio intenso de animais principalmente em solos argilosos úmidos, causa compactação, reduzindo severamente a macroporosidade, conseqüentemente resultando em uma maior densidade do solo e redução da infiltração de água (SILVA et al., 2000).

2.4.4 Porosidade

A porosidade do solo, por sua vez, está diretamente ligada a uma série de mecanismos na física de solos, tais como retenção e fluxo de água e ar. (REICHERT, SUZUKI e REINERT, 2007).

Para Beltrame; Taylor (1980) a compactação do solo, é caracterizada pela diminuição dos espaços vazios seja ocupados pela água ou pelo ar e limita a infiltração e a redistribuição de água no solo, reduz as trocas gasosas e a disponibilidade de oxigênio, afetando o desenvolvimento das raízes, além de restringir o crescimento radicular por impedimento mecânico, conseqüentemente, reduzindo o crescimento da parte aérea e a produção das culturas.

Os poros do solo são representados por cavidades de diferentes tamanhos e formas, determinados pelo arranjo das partículas sólidas (HILLEL, 1972; MARQUES, 2000), e constituem a fração volumétrica do solo ocupada com ar e solução (água e nutrientes). Os poros do solo correspondem, portanto, ao espaço onde ocorrem os processos dinâmicos do ar e da solução do solo (HILLEL, 1972).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Generalidades

O estudo foi conduzido em ambiente telado no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Campina Grande, no Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR/UFCG), Patos, PB, localizada nas coordenadas geográficas: Latitude 7° 01'28"S e Longitude 37° 16'48"W e Altitude 247 m, por um período de 70 dias, entre os meses de Agosto e Outubro de 2011. Os materiais de solo (arenoso e argiloso) utilizados foram coletados no município de Patos-PB. Os materiais de solo foram secados ao ar e peneirados em tela com malha de três mm. As sementes de pinhão-mansó utilizadas foram fornecidas pelo Instituto Fazenda Tamanduá, no município de Santa Terezinha, Paraíba, coletadas de uma única planta para diminuir a variabilidade genética.

3.2 Unidades experimentais

A semeadura foi realizada em 25 vasos plásticos, com capacidade de aproximadamente 3 litros, com furos na parte inferior para permitir drenagem.

Os tratamentos consistiram em: (T1) substrato 100% areia de rio, (T2) substrato 100% material de solo argiloso, (T3) substrato 50% areia de rio + 50% material de solo argiloso, (T4) substrato 75% areia de rio + 25% material de solo argiloso e (T5) substrato 25% areia de rio + 75% material de solo argiloso. No semeio foram utilizadas quatro sementes por vaso, posicionadas com a carúncula voltada para cima, visando acelerar o processo germinativo. As mudas de pinhão-mansó foram irrigadas diariamente, sempre no final da tarde. Vinte e cinco dias após a germinação foi efetuado o desbaste, deixando-se uma muda por vaso, considerando a muda mais vigorosa e central.

FIGURA 1 – Visão geral do experimento conduzido com plantas de pinhão-mansó.



Fonte – Sousa (2011)

Após o desbaste as plantas receberam duas vezes por semana, ou a intervalos de três dias, uma solução nutritiva contendo N-P-K, fórmula 10-10-10, na base de 25 ml diluídos em 5 litros de água de abastecimento.

3.3 Parâmetros avaliados

3.3.1 Altura das plantas

A altura das plantas de pinhão-mansó foi medida a partir do nível do substrato (base da planta) até a inserção da última folha (Figura 2 A). As mensurações, em cada tratamento, foram tomadas aos 70 dias de emergência, com auxílio de uma régua graduada em centímetros (MORAIS, 2010).

3.3.2 Diâmetro do colo

A estimativa do diâmetro do colo (mm) foi tomada a 1,0 cm de altura da muda (Figura 2 B), a partir do nível do substrato, com o auxílio de um paquímetro digital marca (MORAIS, 2010).

3.3.3 Número de folhas

Na contagem do número de folhas se considerou aquelas completamente expandidas, em cada planta (MARINHO, 2011).

3.3.4 Área foliar

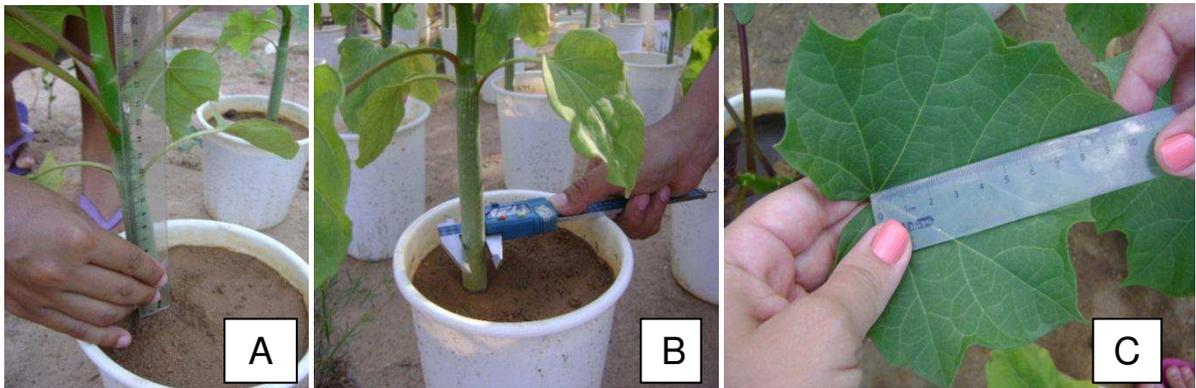
Estimou-se a área foliar com base no número total de folhas de cada planta. Utilizando-se régua graduada em cm e mediu-se o comprimento da nervura principal a partir da distância entre o ponto de inserção do pecíolo (Figura 2C) e a extremidade da folha. A área foliar foi calculada pela Equação abaixo, sugerida por (SEVERINO et al., 2007).

$$AF = \sum 0,89 p^2$$

Onde,

- AF – área foliar (m²); Σ – somatório da área foliar; p – comprimento da nervura central da folha (m).

FIGURA 2 - Detalhe das medições realizadas nas mudas de pinhão-mansó: Medição da altura (A); Medição do diâmetro(B); Medição da área foliar (C)

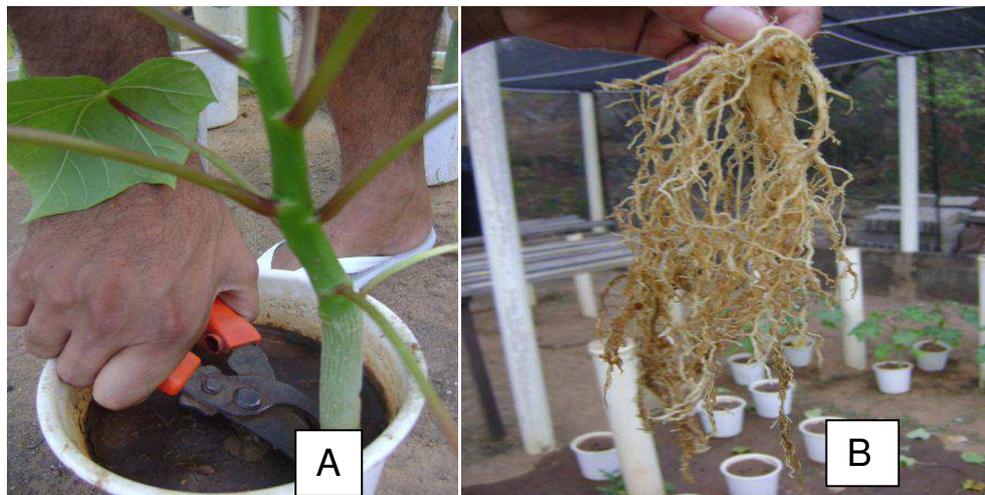


Fonte - Sousa (2011)

3.3.5 Fitomassa seca da parte aérea e raízes

A fitomassa foi determinada pelo método destrutivo em que a parte aérea das plantas foi seccionada rente ao solo. No caso das raízes, estas foram separadas do substrato por lavagem em água corrente (Figura 3 B). A parte aérea e as raízes foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e posteriormente colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar, a 70 C, durante 72 h, até obter peso constante. Para a determinação da massa seca, o material foi submetido à pesagem.

FIGURA 3 - Detalhe da separação da parte aérea (A) e das raízes (B) para determinação da massa seca.



Fonte - Sousa (2011)

3.3.6 Delineamento experimental e análises estatísticas

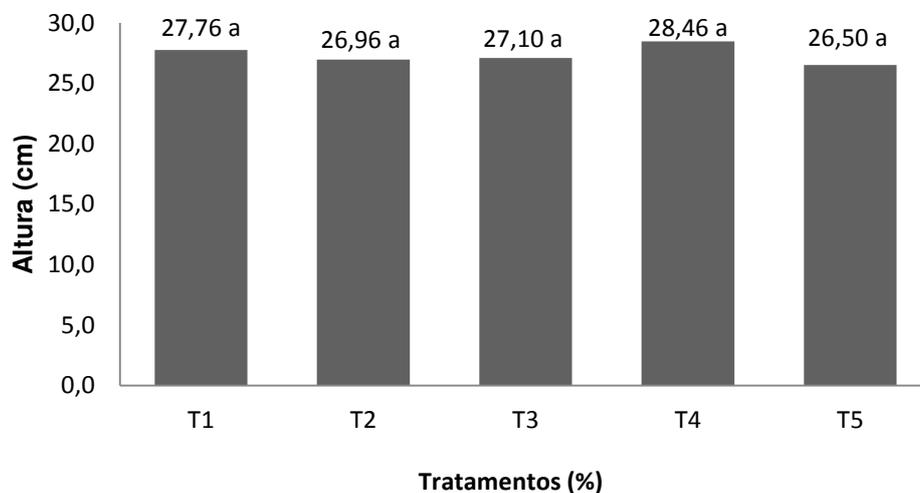
O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades amostrais. As análises estatísticas foram realizadas mediante o uso do programa estatístico ASSISTAT. Os dados foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura

A comparação entre as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade permite afirmar que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos para a variável altura de plantas (Figura 4).

FIGURA 4 - Altura de plantas de pinhão-manso cultivadas em substratos com diferentes proporções de areia e argila



Fonte - Sousa (2012)

Observa-se que o tratamento 4 (75% areia de rio 25% material de solo argiloso) no qual a média da altura foi de 28,46 cm, e no tratamento 5 (25% areia de rio 75% material de solo argiloso) com média 26,5 cm, foram os responsáveis pelo maior e menor valores, respectivamente.

Similarmente, Silva et al. (2011), analisando o crescimento de mudas de pinhão-manso em solos de textura média e textura arenosa, observaram que as melhores respostas foram encontradas para as mudas cultivadas em solo de textura média, principalmente com a aplicação de tortas de oleaginosas.

Como tendência, os tratamentos com maiores percentuais de argila (T2 e T5) implicaram em menor crescimento em altura das plantas jovens de pinhão-manso.

Esses resultados estão em sintonia com os encontrados por Beltrame; Taylor (1980), ao afirmarem que solos argilosos além de restringir o crescimento radicular por impedimento mecânico reduzem, por consequência, o crescimento da parte aérea das mudas.

Resultados contrários foram encontrados por Rigatto, Dedecek e Mattos (2005), trabalhando com *Pinus taeda*; observaram que os maiores valores em altura foram obtidos nos solos de textura argilosa, independentemente da classe a que pertenciam.

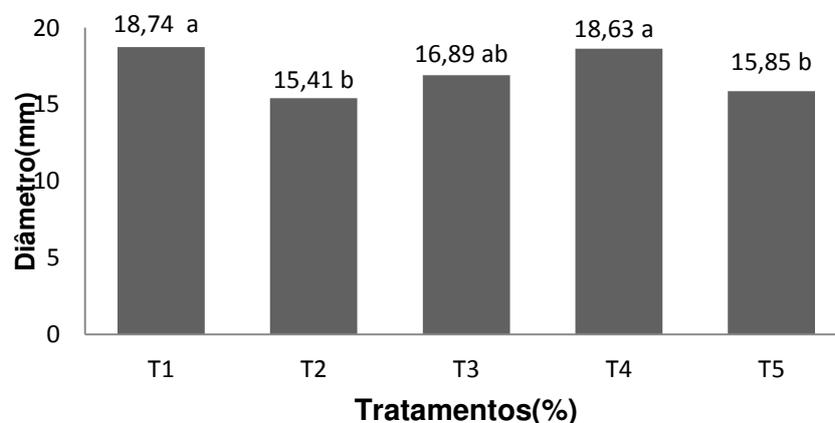
Camargo et al. (2011), trabalhando com diferentes substratos (cama de peru, esterco bovino, cama de frango e húmus de minhoca) na cultura do pinhão-mansó observaram ganhos significativos na altura das plantas com o aumento da concentração de matéria orgânica.

4.2 Diâmetro colo

Mudas com baixo diâmetro apresentam dificuldades em se manterem eretas no plantio, principalmente em regiões com ventos intensos, o que pode ocasionar danos físicos irreparáveis. De acordo com Moreira e Moreira (1996), essa variável é universalmente reconhecida como indicador do padrão de qualidade de mudas de diversas espécies.

Comparando as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, se observa que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. Os tratamentos 1 (100% areia de rio), e tratamento 4 (75% areia de rio +25% material de solo argiloso) que não diferiram entre si. Em contra partida, no substrato com 100% material de solo argiloso, foi observada a menor média (15,41 mm) para esta variável. Os resultados para a variável diâmetro do colo estão apresentados na Figura 5.

FIGURA 5 - Resposta do diâmetro caulinar das mudas de pinhão-mansó cultivadas em substratos com diferentes proporções areia e argila



Fonte-Sousa (2012)

Cunha et al. (2005), trabalhando com diversos compostos encontraram para plantas de Ipê-roxo, cultivadas em terra de subsolo, diâmetros inferiores aos daquelas que receberam compostos orgânicos.

Maciel et al.(2007), avaliando o diâmetro do colo do pinhão-manso em diferentes substratos, observou que os tratamentos 1 (100% húmus), 2 (100% terra) e 5 (50% de húmus + 50% de casca de arroz) apresentaram as melhores médias para esta variável, diferindo dos tratamentos 3 (50% terra e 50% húmus) e 4 (50% terra e 50% casca de arroz), que proporcionaram os menores diâmetros de colo das mudas de pinhão-manso.

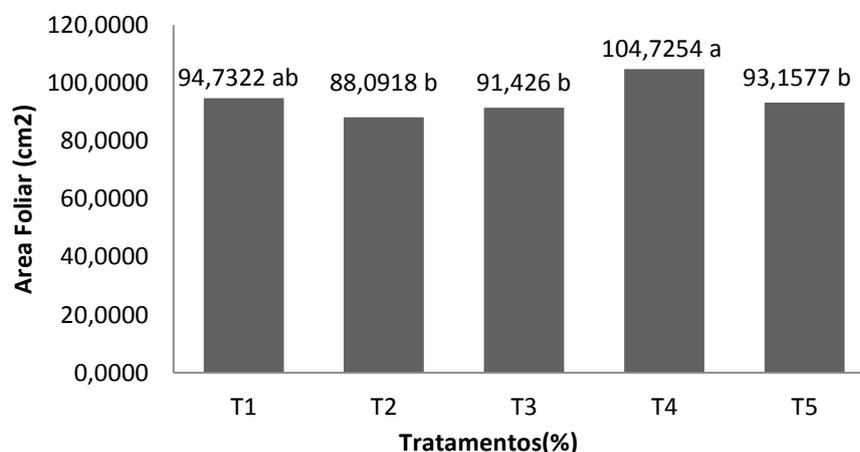
Pelos resultados até agora relatados pode ser sugerido que o substrato testado que promove maior desenvolvimento, tanto em diâmetro quanto em altura, para plantas de pinhão-manso, foram aqueles que possuíam maiores percentagens de areia em sua composição.

4.3 Área foliar

A estrutura de uma folhagem, ou sua área útil específica, pode ser um importante fator para determinar a produtividade de uma comunidade vegetal (WINTER; OHLROGGE, 1973). A avaliação cuidadosa da área foliar é sem dúvida fator que auxilia na tomada de decisão para se eleger uma cultivar mais produtiva (MARINHO, 2011).

Na Figura 6 são apresentados os resultados para a variável área foliar. Observa-se que a comparação entre as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, indica que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos.

FIGURA 6 - Área foliar de plantas de pinhão-manso cultivadas em substratos com diferentes proporções areia e argila



Fonte - Sousa (2012)

Observa-se os maiores valores para tratamento 4 (75% areia de rio e 25% material de solo argiloso), cujo resultado foi significativamente igual ao tratamento 1 (100% areia de rio), contudo, ambos superaram os demais tratamentos.

Resultados semelhantes foram obtidos por Carlesso; Santos (1999), trabalhando com cultura de milho; quando observaram redução no índice de área foliar nas plantas cultivadas em solo de textura argila pesada (20%) maior que nas plantas cultivadas em solos de textura franco-arenosa (12%).

Em estudo realizado por Sato (2011), visando avaliar a textura e o grau de compactação do solo no desenvolvimento de plantas, foi observado que o solo com textura muito-argiloso, com o grau de compactação de 90% foi o ponto ótimo para o desenvolvimento da área foliar. Constatou-se também um melhor crescimento e desenvolvimento das plantas que estiveram a um grau de compactação de aproximadamente 89% para solos com 10% de argila, 80% para solos com 20 a 30% de argila e 75% para solos com 30 a 70% de argila.

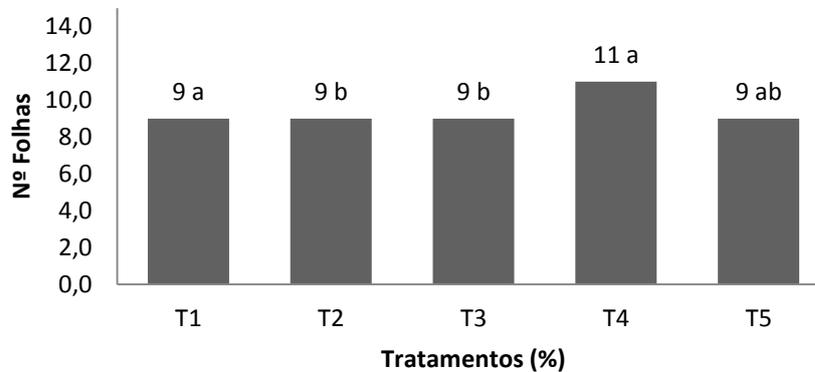
Para Severino, Vale e Beltrão (2007) a área foliar se relaciona diretamente com a capacidade fotossintética de interceptação da luz, interfere na cobertura do solo, na competição com outras plantas e em outras características.

4.4 Número de folhas

Comparando as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, observou-se que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo o maior valor encontrado no tratamento 4 (75% areia de rio e 25% material de solo argiloso), o qual diferiu significativamente dos demais tratamentos. Os resultados de número de folhas estão apresentados na figura 7.

Resultados semelhantes foram encontrados por Millani et al. (2010), trabalhando com *Ageratum conyzoides* L avaliando o crescimento e anatomia foliar, observaram maior número médio de folhas em plantas cultivadas em solos franco-arenosos, quando comparadas às plantas cultivadas em solos muito argilosos. Lima et al. (2008), avaliando o crescimento de mudas de pinhão-manso, em substrato contendo composto de lixo urbano, observaram maior número de folhas com o incremento da quantidade de composto adicionado ao substrato até a dose de 25%.

FIGURA 7 - Número de folhas de pinhão-manso cultivadas em substratos com diferentes proporções areia e argila



Fonte - Sousa (2012)

Lima et al. (2010), avaliando o crescimento de plantas de pinhão-manso em função da adubação orgânica e mineral verificaram aumento no número de folhas quando se aumentou a dose de matéria orgânica, principalmente quando combinada com a de fertilizante mineral (PK).

4.5 Massa seca das raízes

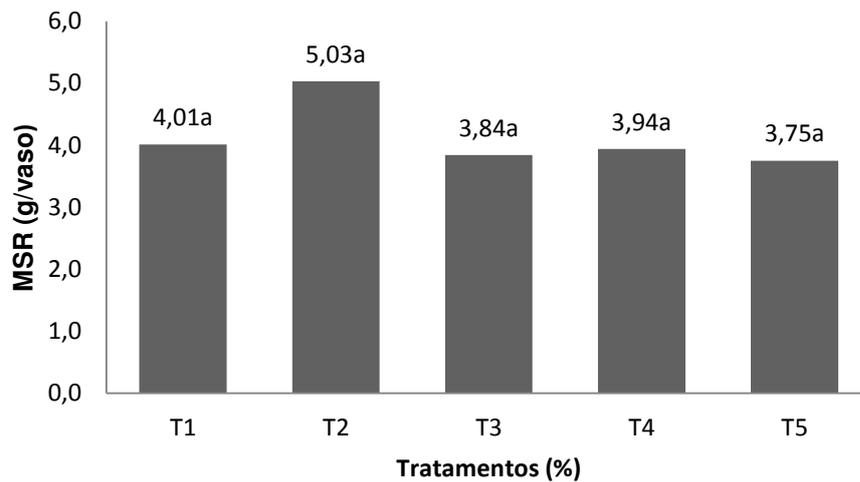
A comparação entre as médias, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, evidencia que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos para a variável massa seca das raízes (Figura 8).

Observou-se, como tendência, que o tratamento 2 (100% material de solo argiloso) foi responsável pelo maior valor de acumulação de massa seca nas raízes, com 5,03 g/vaso e de forma contrária, pela menor acumulação de massa seca na parte aérea (Figura 9). Esse padrão de acumulação de massa seca na parte aérea e nas raízes foi inverso quando se considera o tratamento 1, 100% areia de rio (Figuras 8 e 9).

Esses resultados permitem inferir que a partição de carboidratos entre a parte aérea e as raízes depende da textura utilizada no substrato. A densidade dos solos aumenta com o grau de compactação e com o teor de argila presente, Isso mostra que até certo nível, o grau de densidade do solo pode ser benéfico por aumentar a área de contato entre o solo e a raiz (SIDIRAS, VIEIRA, 1984), proporcionando melhor retenção de água e melhores condições de absorção de nutrientes. Contudo, os solos mais densos podem não afetar o crescimento radicular, isso é uma especificidade de cada espécie a ser considerado, o pinhão-manso

apresentou-se estratégias de crescimento e de adaptabilidade, sendo um ponto positivo que auxilia na escolha dessa espécie a ser implantada em áreas com níveis de degradação.

FIGURA 8 - Massa seca de raiz das mudas de pinhão-manso cultivadas em substratos com diferentes proporções areia e argila



Fonte - Sousa (2012)

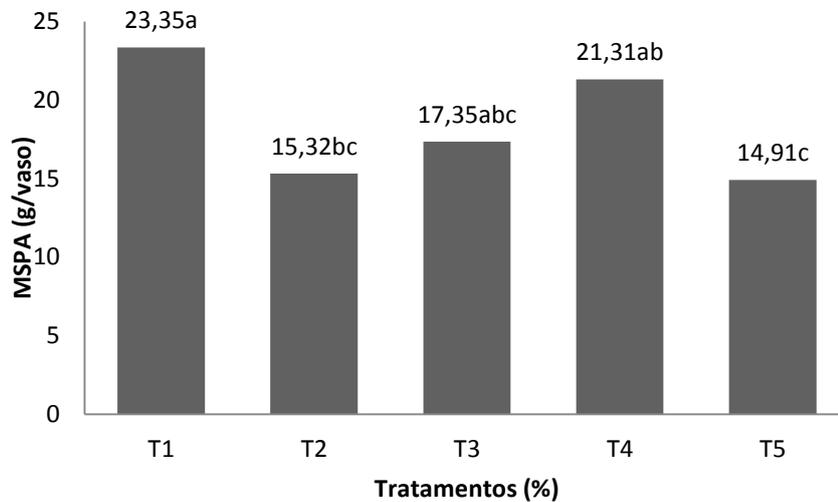
De acordo com Materechera *et al.* (1992), a compactação do solo pode promover o engrossamento das raízes, em razão de mudanças morfológicas e fisiológicas do sistema radicular, específicas a cada espécie ou cultivar, a fim de se adaptarem.

Camargo *et al.* (2011), avaliando o crescimento do pinhão-manso, verificou que o uso de esterco bovino resultou em maiores valores de peso seco de raiz em comparação com a cama de frango.

4.6 Massa seca da parte aérea

Observa-se que a partir da comparação entre as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, ficam evidenciadas diferenças significativas entre os tratamentos testados. O maior valor para massa seca foi encontrado no tratamento 1(100% areia de rio), com média de 23,35 g/vaso; embora seja semelhante aos T3 e T4 . Estes diferiram significativamente dos tratamentos 2 (100% material de solo argiloso), com valor médio de 15,32 g/vaso e do tratamento 5 (25% areia de rio e 75% material de solo argiloso) com valor médio de 14,91 g /vaso Encontra-se na Figura 9 os resultados para massa seca da parte aérea.

FIGURA 9 - Massa seca da parte aérea das mudas de pinhão-manso cultivadas em substratos com diferentes proporções areia e argila



Fonte - Sousa (2012)

. Millani et al. (2010), avaliando a massa seca da parte aérea de plantas de pinhão-manso verificaram maior valor nas plantas que se desenvolveram em solo franco-arenoso em relação às plantas cultivadas em solo muito argiloso. Contudo, esses mesmos autores, constataram aumento significativo na massa seca das folhas independente do tipo de textura, porém este foi maior nas plantas que foram cultivadas em solo de textura muito argilosa.

Trajano (2010), avaliando a massa seca foliar do pinhão-manso, independentemente das proporções dos substratos contidas, verificou que a mistura de rejeito de caulim com matéria orgânica foi significativamente superior à do rejeito de vermiculita + solo.

Bardivieso et al. (2011) avaliando o crescimento inicial (*Campomanesia pubescens* O.Berg) nos seguintes substratos 1 (solo); substrato 2 (solo + esterco 1:1); substrato 3 (solo + esterco 2:1) e substrato 4 (solo + esterco 3:1) Os substratos na proporção solo: esterco (1:1) e (3:1) proporcionaram maiores médias para massa seca da parte aérea.

CONCLUSÃO

- Mudanças de pinhão-mansão mostraram ser sensíveis ao cultivo em substrato argiloso;
- Os substratos T1 e T5 não influenciaram na altura das plantas de pinhão-mansão, porém os tratamentos T1, T3 e T4 exerceram influência no diâmetro colo.
- A área foliar e o número de folhas, apresentaram melhor desempenho no substrato 75% areia de rio + material de solo argiloso 25%;
- Considerando as condições utilizadas no presente estudo, o substrato 75% areia de rio + material de solo argiloso 25% foi aquele que proporcionou mudas de pinhão-mansão de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. M. A.; SOUSA, A. de A.; SILVA, S. R. G da, LOPES, G. N.; SMIDERLE, O. J.; UCHÔA, S. C .P. Pinhão-Manso: uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da Amazônia brasileira. **Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 2, n. 1, p. 57-68, 2008.
- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de Pinhão-manso (*Jatropha curcas*) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789-799. 2004.
- BARDIVIESSO, M.D.; MARUYAMA, W.I. REIS. L.L. Diferentes substratos e recipientes na produção de mudas de guabiroba (*Campomanesia pubescens* O.Berg). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.18, n.1, p. 52-59, jun, 2011.
- BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília, STI/CIT, 1985,364p. (Documentos, 16).
- BELTRÃO, N. E. M.; CARTAXO, W. V. Considerações gerais sobre o pinhão-manso (*Jatropha curcas*L.) e a necessidade urgente de pesquisas desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras. III CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2006, **Anais**. Varginha.
- BELTRAME, L.F.S.; TAYLOR, J.C. Causas e efeitos da compactação do solo. **Lavoura Arrozeira**, v.33, p.59-62, 1980.
- BILICH, F.; SILVA, R. Análise do potencial brasileiro na produção de Biodiesel, In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1. 2006, Brasília. **Anais**. 2006.
- CAMARGO, R.; PIRES, S.C.; MALDONADO, A.C.; CARVALHO, H.P. Avaliação de substratos para a produção de mudas de pinhão-manso em sacolas plásticas. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. v. 5, n. 1, p. 31, 2011.
- CAMPOS, J.C.C. **Principais Fatores do Meio que Afetam o Crescimento das Árvores. Floresta**, Paraná, n.3, p.45-52, 1970.
- CARLESSO, R.; SANTOS, R.F. Disponibilidade de água às plantas de milho em solos de diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23:27-33, 1999.
- CAPECH, L.C. **Noções sobre tipos de estrutura do solo e sua importância para o manejo conservacionista**. Rio de Janeiro, dez. 2008. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/comtec51_2008_nocoos_estrutura_solo.pdf> Acesso em: 10 de Julho 2012.
- CORTESÃO, M. Culturas tropicais: **plantas oleaginosas**. Lisboa: Clássica, 1956. 231p.

CUNHA, A.O.; ANDRADE, L.A.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, J.A.L.; SOUZA, V.C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v.29, p.507-516, 2005.

EPAMIG. **Coletânea sobre pinhão manso na EPAMIG**. Minas Gerais, 2003. 86 p. Disponível em: <<http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Documento/JatrophaContratacoes/COLATAEASOBREPINHAOMANSONAEPAMIG.pdf>> Acesso em: 03 de Junho 2012.

GUIMARAES, A. S. **Crescimento e desenvolvimento inicial do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e quantidades de fertilizantes**. 2008.92 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

HELLER, J. Physic nut (*Jatropha curcas* L.) **promoting the conservation and use of underrutilized and neglected crops**. Roma: International plant genetic resources institute, 1996. 66p.

HENNING, R. K. **The *Jatropha* system: economy & dissemination strategy: Integrated rural development by utilisation of *Jatropha curcas* L. (JCL) as raw material and as renewable energy**. Weissensberg, Alemanha. Jun, 2004.

HILLEL, D. **Soil and water: physical principles and processes**. 3. ed. New York: Academic, 1972. 288 p.

HILDEBRAND, E. E. Medium to root growth. In: iufro/ece interactive workshop and seminar: soil, tree, machine interactions, 1994, Germany. **Proceedings...** Germany 1994. p.281-289.

HOLANDA, A. **Biodiesel e Inclusão Social**. Brasília, DF: Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica Câmara dos Deputados - Coordenação de Publicações, 2004. 200 p. (Cadernos Altos Estudos).

KOPI, A.J.; DOUGLAS, J.T. A rapid inexpensive and quantitative procedure for assessing soil structure with respect to cropping. **Soil Use and Management**. v.7, p.52-56, 1991.

LIMA, R.L.S. Crescimento de plantas de pinhão manso em função da adubação orgânica e mineral. In: **IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas**, João Pessoa, PB. 2010.

LIMA J. L. A. **Crescimento inicial do pinhão manso em função de suspensões hídricas e doses de potássio**. 2011. 59 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Engenharia Agrícola, Fortaleza.

LIMA, R. L.; SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; SOFIATTI, V.; SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento de mudas de pinhão manso em substrato contendo composto de lixo urbano. In: **III congresso Brasileiro de mamona energia e ricinoquímica**, 2008.

LIMA, C.L.R.; PILLON, C.N.; LIMA, A.C.R. **Qualidade Física do Solo: Indicadores Quantitativos**. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Pelotas, RS 2007. (Documentos 196).

LORENZO, M.P. **PROPRIEDADES E ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO**. Outubro, 2010. Disponível em < <http://marianaplorenzo.com/2010/10/15/pedologia-textura-do-solo/> > Acesso em 06 de maio 2012.

LUCENA, T. K. **Impactos do uso de biodiesel na economia brasileira: uma análise pelo modelo insumo-produto**. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós Graduação em Ciências Econômicas. 2008.

MARINHO, R. F. **Crescimento e teores de nutrientes de cinco acessos de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) cultivada no município de Santa Terezinha- Patos -PB**, 2011. 45p. Monografia (graduação em engenharia Florestal/ área de concentração –Nutrição de plantas) – UFCG/CSTR..

MACIEL, P. H. F. Z. A.; Rocha, D. S.; PARO, P.; GIODA, M.; BOTREL, M. C. G. Produção de mudas de *Jatropha curcas* L. em diferentes substratos. **In:** Congresso da Academia Trinacional de Ciências, 2. Mostra de Trabalhos e Protótipos, 2. Workshop do PDTA - Programa de Desenvolvimento Tecnológico 25 Avançado, 2. Foz do Iguaçu - PR. Resumos... Foz do Iguaçu-PR: Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), 2007 Disponível em:<<http://www.fag.edu.br/graduacao/agronomia/arquivos/jatrophacurcas.pdf> > Acesso em 03 de Julho de 2012.

MARQUES, J. D. de O. **Horizontes pedogenéticos e sua relação com camadas hidráulicas do solo**. 2000. 86 f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

MATERECHERA, S .A. ; AL S TON, A.M. ; KIRBY, J .M. & D E X T E R , A . R . Influence of root diameter on the penetration of seminal roots into a compacted subsoil. **Plant Soil**, 144:297-303, 1992.

MILLANI, A.A.1; ROSSATTO, D.R.2; RUBIN FILHO, C.J.1; KOLB, R.M. Análise de crescimento e anatomia foliar da planta medicinal *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae) cultivada em diferentes substratos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.12, n.2, p.127-134, 2010.

MORAIS, D.L. **Impacto da nutrição mineral no crescimento do pinhão manso (*jatropha curcas* L.)** 2010. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande. Programa de Pós-graduação em ciências Florestais Patos,PB.

MOREIRA, F.M.S.; MOREIRA, F.W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, v.26, p.3-16, 1996.

MULLER, A.J. CARGNIN, A. MELLO, A.D.F. ALBRECHT,C.J. Crescimento e desenvolvimento inicial do pinhão-manso. **In:IX Simpósio Nacional cerrado**. Brasília- DF, outubro de 2008.

NETO, M. **Matérias-Primas para Biocombustíveis**. Julho de 2008. Disponível em <<http://materiaprimas.blogspot.com.br/2008/07/pinho-manso-caractersticas-botnicas.html>> Acesso em 03 de julho 2012.

- NEVES, C. M. N. et al. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema Agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 45-53, jun. 2007.
- NUNES, C.F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de Pinhão manso (*Jatropha curcas L.*)**. Lavras, 2007. 78p.
- OLIVEIRA, S. J. C. **Componentes de crescimento do pinhão manso (*jatropha curcas l.*) Em função da adubação mineral e da poda**. 2009.126f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, Areia.
- ORTEGA, A.; MONTERO, G. Evaluación de la calidad de las estaciones forestales. Revisión bibliográfica. **Ecologia**, n.2, p.155-184, 1988.
- PAULINO, J.; FOLEGATTI, M.V.; FLUMIGNAN, D.L.; ZOLIN, C. A. Crescimento e qualidade de mudas de pinhão-manso produzidas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**.v.15, n.1, p.37-46, 2011.
- PRATES, F.B. S. **Crescimento, desenvolvimento e nutrição de pinhão-manso Adubado com lodo de esgoto e silicato de cálcio e magnésio**. 2010. 93 f: il. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.
- RAO, G. R.; KORWAR, G. R.; SHANKER, A. K.; RAMAKRISHMA, Y. S. Genetic associations, variability and diversity in seed characters growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* (L.) accessions. **Trees**; structure and function, New York, v.22, p.697-709, 2008.
- ROCHA, R. B.; RAMALHO, A. R.; MARCOLAN, A. L.; HOLANDA FILHO, Z. F.; SPINELLI, V. M.; SILVA, F. C. G. Caracterização dos componentes de rendimento de óleo do pinhão manso (*Jatropha curcas L.*). **Circular técnica EMBRAPA** . Porto Velho, RO.Outubro, 2009.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Coluna de areia para medir a retenção de água no solo**: protótipos e teste. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1931-1935, nov./dez. 2006.
- REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C.A.; SILVA, L.S. da; REICHERT, J.M. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v.5, p.49-134
- RIGATTO, P. A.; DEDECEK, R. A.; MATTOS, J. L. M. Influência dos atributos do solo sobre a produtividade de *Pinus taeda*. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.701- 709, 2005.
- RODRIGUEZ, R. **Morfologia e estrutura do solo**. 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAA2wsAH/morfologia-estrutura-solo>> Acesso em: 10 de Julho de 2012.

- ROZA, F.A. **Alterações morfofisiológicas e eficiência de uso da água em Plantas de *Jatropha curcas* L. Submetidas à deficiência hídrica.** 2010. xi, 67f. : il. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal. Ilhéus, BA : UESC.
- SATO, M.K.; OLIVEIRA, P.D.; LIMA, H.V.; Textura e grau de compactação do solo no desenvolvimento de plantas. **Anais do 9º Seminário Anual de Iniciação Científica**, 2011.
- SATURNINO, H.M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA N.; GONÇALVES, N. P. Produção de oleaginosas para o biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26 n.229 p.44-74. 2005.
- SEVERINO, L. S.; VALE, L. S. do; BELTRÃO, N. E. de M. A simple method for measurement of *Jatropha curcas* leaf area. **Revista Brasileira de Oleainosas e Fibrosas**, v. 11, n. 01, p. 9-14, 2007.
- SIDIRAS, N.; VIEIRA, M. J. Comportamento de um latossolo roxo distrófico, compactado pelas rodas do trator na semeadura. **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 19, p. 1285-1293, 1984.
- SILVA, V. R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Densidade Do Solo, Atributos Químicos E Sistema Radicular Do Milho Afetados Pelo Pastejo E Manejo Do Solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:191-199, 2000.
- SILVA, T. O.; PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, J. O. Crescimento inicial e absorção de nutrientes por mudas de pinhão manso submetidas à adubação orgânica em solos distintos. **SCIENTIA PLENA**. V. 7, n. 8. 2011.
- SOLOMON, A. J.; EZRADANAM V. Pollination ecology and fruiting behaviour in a monoecious species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **CURRENT SCIENCE**, VOL. 83, NO. 11, DECEMBER 2002.
- TRAJANO, E.V. A. **Rejeitos de mineradora como substrato na produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas*L.).**2010.26f. Monografia (graduação em engenharia Florestal/ área de concentração – Recursos naturais) – UFCG/CSTR. 2010.
- TRZECIAK, M.B.; NEVES, M.B.; VINHOLES, P.S.; VILLELA, F.A. Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. **Informativo ABRATES**. v.18, n.1,2,3 p.030-038, 2008.
- URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; BOODEY, R.M. “Produção de Biocombustíveis, a Questão do Balanço Energético”. **Revista de Política Agrícola**, v.14, n.5, p.42-46. 2005.
- WINTER, S.R., OHLROGGE, A.J. Leaf angle, leaf area, and corn (*Zea mays* L.) yield. **Agronomy Journal**, v.65, n.3, p.395-97, 1973.

APÊNDICES

Tabela 1. Caracterização química dos solos usados no experimento

Na	AM.	pH	V	M.O.	P	Ca	Mg	K		
	H + Al	T								
dm ⁻³	N ⁰ .	CaCl ₂ 0,01M	g/dm ³	μ g/cm ³	----- cmol _c					
SOLO	5,9	-	5,0	3,0	1,6	0,12	0,83	2,5	8,0	68,9
AREIA	5,95	-	11,9	8,0	3,9	0,15	1,3	2,5	15,9	84,2

Tabela 2. Caracterização física dos solos usados no experimento

Nº IDENT.	GRANULOMETRIA			CLASS. TEXTURAL SBCS
	g.kg ⁻¹			
	AREIA	SILTE	ARGILA	
Solo	600	180	220	Franco argilo-arenoso
Areia	740	100	160	Franco arenoso