

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/  
FITOTECNIA**

**INFLUÊNCIA DE RECIPIENTES E SUBSTRATOS NA  
QUALIDADE DE MUDAS DE  
CUMARU (*Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith)**

**HENRIQUE MAU DOBEN DA COSTA**

**ORIENTADOR: SEBASTIÃO MEDEIROS FILHO**

**FORTALEZA**

**2009**

**INFLUÊNCIA DE RECIPIENTES E SUBSTRATOS NA QUALIDADE  
DE MUDAS DE CUMARU (*Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith)**

**HENRIQUE MAU DOBEN DA COSTA**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará como requisito para obtenção do título de mestrado em Agronomia/Fitotecnia.

**Orientador,**

**Prof. Dr. Sebastião de Medeiros Filho**

**FORTALEZA**

**2009**

C870i Costa, Henrique Mau Doben da  
Influência de recipientes e substratos na qualidade de mudas de cumaru  
(*Amburana cearensis* arr. cam.) A. C. Smith / Henrique Mau Doben da  
Costa, 2009.  
67f. ; il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho  
Co-orientador: Prof. Dr. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra  
Área de concentração: Fitotecnia  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Ciências Agrárias. Depto. de Fitotecnia, Fortaleza, 2009.

1. Propagação 2. Plantas medicinais 3. Caatinga I. Medeiros Filho,  
Sebastião (orient.) II. Bezerra, Antonio Marcos Esmeraldo (co-orient.)  
III. Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Agronomia  
/Fitotecnia IV. Título

CDD 632

**HENRIQUE MAU DOBEN DA COSTA**

**INFLUÊNCIA DE RECIPIENTES E SUBSTRATOS NA QUALIDADE DE  
CUMARU (*Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith)**

Dissertação submetida á Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Aprovada em 04 de fevereiro de 2009.

**BANCA DE EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho (Orientador)**

**Universidade Federal do Ceará-UFC**

---

**Dr. João Alencar de Sousa (Conselheiro)**

**Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical**

---

**Prof. Dr. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra (Conselheiro).**

**Universidade Federal do Ceará-UFC**

A caridade é paciência, é benigna; não é invejosa, não é vaidosa, não se ensoberbece; não faz nada de inconveniente, não é interesseira, não se encoleriza, não guarda rancor, não se alegra com iniquidade, mas regozija-se com a verdade.

(1 Coríntios 13: 4-6).

As minhas filhas, Nigela e Tânia obrigados um dos sorrisos por suas primeiras palavras “papai”, que me serviram de motivação para alcançar meus objetivos.

Papai te ama muito!

## **DEDICO**

Ao amor da minha vida, minha linda esposa Carminda, por tudo seu amor, compreensão paciência e amizade.

A minha querida/o mãe (parecida) Felisberta Lepa Bau e pai Felisberto Baú Laca, e aos irmãos, irmãs e sobrinhos e sobrinhas, pois tudo o que sou devo a vocês.

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTO**

Ao Deus todo Poderoso e ao seu filho, meu senhor e caminho Jesus Cristo, pela infinita misericórdia para comigo, que possibilitou a realização desse trabalho;

À Universidade Federal do Ceará (UFC), em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade em realizar este curso;

Ao Governo do Brasil, em especial a CAPES, pela concessão da bolsa de estudos para estudantes do Timor Leste;

Ao Governo do Timor Leste, em especial ao Ministério Educação, pela ajuda no traslado de Timor Leste para o Brasil;

Ao professor Sebastião Medeiros Filho, pela orientação, convivência e ensinamentos transmitidos com muita paciência no decorrer do curso;

Ao professor Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra, pelos preciosos conselhos durante o curso e acompanhamento na realização do experimento;

Ao pesquisador João Alencar de Sousa, pela disponibilidade em participar da banca examinadora da defesa desse trabalho;

Ao Professor Fernando Ferreira pelas análises físico-químicas dos substratos utilizados no experimento;

Ao senhor Fernando Spagnalo, coordenador da CAPES junto ao Timor Leste, pela ajuda em todos os processos para a realização desse curso na Universidade Federal do Ceará.

Aos amigos do Laboratório de Análise de Sementes: Haynna, Rodrigo, Magnum, Nayara, Diego, Wener, Ana Paula, Conceição, Raquel, Fabio, Alan, Diego, Tiago, Leandro, Gina, Fred, Amaro, Juliani, Andreyra que colaboraram nos experimentos, e em especial ao amigo Renato, pelo esforço e dedicação na realização deste trabalho;

Aos colegas Timorenses: Duarte da Costa Sarmento e Silvério dos Santos Soares;

Aos pesquisadores do Laboratório de Análise de Sementes: Batista, Alek, Salete e Elizita, pela experiência transmitida e auxílios prestados;

Aos Colegas do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela amizade e momentos de descontração.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia pelo aprendizado passado no decorrer deste curso;

À minha família, principalmente: a minha esposa, filhas, pai, mãe (falecida), irmão e irmã, sobrinhos e sobrinhas, pela ajuda e motivação e, a todos que, direta ou indiretamente, ajudaram na realização deste trabalho.

## RESUMO

*Amburana cearensis* (cumaru) apresenta uma grande importância agrícola, florestal, ornamental e medicinal, sendo importante o conhecimento sobre biometria de sementes, recipientes e substratos para a produção das mudas desta espécie. Objetivou-se através desse trabalho avaliar o efeito de diferentes substratos e recipientes sobre a qualidade de mudas de *Amburana cearensis*. Os ensaios foram conduzidos no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, no período de junho a novembro de 2008. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3, referentes a três tamanhos de recipientes grande (28 x 40 cm); médio (20 x 30 cm) e pequeno (15 x 25 cm) e três substratos: S<sub>1</sub> (2 terra + 1 areia vermelho + 1 bagana de carnaúba); S<sub>2</sub> (2 terra + 1 areia vermelho + 1 composto orgânico polefertil) e S<sub>3</sub> (2 terra + 1 areia vermelho + 1 húmus). Foram utilizados nove tratamentos com quatro repetições de sete recipientes (sacos plásticos). Os tratamentos influenciaram as variáveis de crescimento inicial das plantas. Os tamanhos dos recipientes não influenciaram no crescimento e altura das mudas. A Interação recipiente x substrato foi significativa na altura e número de folhas, comprimento de raiz, massa fresca e seca da parte aérea, sendo que a interação recipiente x substrato não foi significativa nos diâmetros do caule e do xilopódio, massas fresca e seca da raiz. A associação do recipiente grande com substrato S<sub>3</sub> proporcionou maior crescimento das mudas, o recipiente de tamanho pequeno com os substratos S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub> produziram mudas de qualidade inferior. Para produção de mudas de cumaru de boa qualidade recomenda-se a utilização do recipiente grande com substrato S<sub>3</sub>.

**Palavras chave:** propagação, planta medicinais, caatinga.

## ABSTRACT

*Amburana cearensis* (cumaru) presents a major agricultural, Forestry, ornamental and medicinal is important to know about biometrics seed, containers and substrate for the quality of seedlings of this species. It aimed, through the conduction of the experimental works, to evaluate the effect of the three substrate different and container size different about the initial development of *Amburana cearensis*. The rehearsals were led Campus of Pici of Federal University of Ceará (UFC), in Fortaleza-CE, during the period from June to November of 2008. The experimental outline was entirely random in 3 x 3 factorial design, whit three container [big (28 x 40 cm)-R<sub>1</sub>; average (: 20 x 30 cm)-R<sub>2</sub> and small (15 x 25 cm)-R<sub>3</sub>, and totally three substrate [S<sub>1</sub> (2 soil + 1 red sand + 1 carnauba butt); S<sub>2</sub>(2 soil + 1 commercial organic compost polefertil ) and S<sub>3</sub>(2 soil + 1 red sand + 1 humus)] the used nine treatments with four repetition of seven container. The experiment showed that the treatments affected the growth of the variables used in the evaluation of responses in the plant. The size containers not influence the growth of seedling height of cumaru. The Container and substrate interaction significant in growth and development of height, number of leaf, length of root, fresh and dry weight of shoot. Does container x substrate interaction was not significant in the development diameter of the collection, diameter of xylophodio, fresh weight of root, the root dry mass and index quality of Dickson. Size large containers with substrate S<sub>3</sub> majority provide greater growth of seedlings, over there, the small container com substrate S<sub>1</sub> and S<sub>2</sub> minority provide greater growth seedling. To produce good quality of cumaru, it is recommended to use a large container with substrate S<sub>3</sub> in long time, and use medium and small container with the same substrate short time.

**Key words:** propagation, plant medicinal, scrub

## LISTAS DAS FIGURAS

FIGURA	Página
01 Processo de preparação dos substratos: A1 terra, A2 areia vermelha e A3 matéria orgânico, B fase preencher em maquina, C fase a maquina misturar, D fase retirar, E fase preencher em recipientes, F fase preparar para montar em craque e G foram montar em craque dentro de casa vegetação.....	30
02 Sementes de cumaru e método de medição de comprimento, largura e espessura....	34
03 Distribuições de frequências referentes ao comprimento de sementes de <i>Amburana cearensis</i> .....	35
04 Distribuições de frequências referentes à espessura de sementes de <i>Amburan cearensis</i> .....	35
05 Distribuições de frequências referentes à largura de sementes de <i>Amburana cearensis</i> .....	35
06 vários mensais médios de altura das mudas do cumaru ( <i>Amburana cearensis</i> ) durante 25 até 100 dias após a semeadura (A) efeito dos substratos dentro do recipiente grande (B) efeito dos substratos dentro do recipiente médio e (C) efeito dos substratos dentro do recipiente pequeno.....	40
07 vários mensais médios do diâmetro das mudas do cumaru ( <i>Amburana cearensis</i> ) durante 25 até 100 dias após a semeadura (A) efeito dos substratos dentro do recipiente grande (B) efeito dos substratos dentro do recipiente médio e (C) efeito dos substratos dentro do recipiente pequeno.....	44
08 vários mensais médios de número da folha das mudas do cumaru ( <i>Amburana cearensis</i> ) durante 25 até 100 dias após a semeadura (A) efeito dos substratos dentro do recipiente grande (B) efeito dos substratos dentro do recipiente médio e (C) efeito dos substratos dentro do recipiente pequeno.....	48

## LISTAS DAS TABELAS

TABELA	Página
01 Características físico-químicas no substrato 1 utilizado para o desenvolvimento de mudas de <i>Amburana cearensis</i> .....	31
02 Características físico-químicas no substrato 2 utilizado para o desenvolvimento de mudas de <i>Amburana cearensis</i> .....	31
03 Características físico-químicas no substrato 3 utilizado para o desenvolvimento de mudas de <i>Amburana cearensis</i> .....	32
04 Médias, desvio padrão, coeficiente de variação e intervalo de variação, referentes ao comprimento, largura e espessura, em milímetros, de sementes de <i>Amburana cearensis</i> .....	36
05 Resumos da análise de variação de Altura (H), Diâmetro do Caule (DC), Número da Folha (NF), de <i>Amburana cearensis</i> obtidas em diferentes recipientes, substratos e período.....	37
06 Resumos da análise de variação do Comprimento da Raiz (CR), Diâmetro do Xilopódio (DX), Matéria Fresca da Parte Aérea (MFPA) e, Matéria Fresca da Parte Raiz (MFPR) de mudas de <i>Amburana cearensis</i> obtidas em diferentes recipientes e substratos.....	49
07 Médias de Matéria Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA) de muda <i>Amburana cearensis</i> obtidas em diferentes recipientes e substratos.....	51
08 Médias do Diâmetro do Xilopódio (DX), e Matéria Fresca da Raiz (MFR),	

de muda <i>Amburana cearensis</i> por diferentes recipientes e substratos.....	53
09 Resumo da análise de variação de Matéria Fresca da Raiz (MFR), Matéria Seca da Raiz (MSR) de mudas de <i>Amburana cearensis</i> obtidas em diferentes recipientes e substratos.....	54
10 Valores Médios de Matéria Seca da Parte Aérea (MSPA) de mudas de <i>Amburana cearensis</i> obtidas em diferentes recipientes e substratos.....	56
11 Valores médios de Matéria Seca da Raiz (MSR) de muda <i>Amburana cearensis</i> por diferentes recipientes e substratos.....	57

## SUMARIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1. Botânicas Características da Planta e Importância Econômica.....	15
2.2. Produção de Mudas.....	16
2.3. Qualidade de mudas.....	16
2.4. Morfologia de Semente e Plântulas.....	17
2.5 Recipiente e Substrato.....	18
2.5.1. Recipientes.....	18
2.5.2. Substratos.....	22
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
3.1. Área Experimental.....	29
3.2. Sementes.....	29
3.3. Caracterização do lote de Semente.....	29
3.4. Os Tratamentos Utilizados.....	29
3.5. Preparação dos substratos.....	30
3.6. Condução do experimento.....	32
<b>4. RESULTADO E DISCUÇÃO.....</b>	<b>34</b>
4.1. Biometria de Sementes.....	34
4.2. Influências Diferentes Recipientes e Substratos na Qualidade das Mudas de cumaru.....	36
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>58</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>59</b>
<b>7. ANEXO.....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os recursos florestais têm sido devastados ao longo do tempo, tanto através do desmatamento para fins agropecuários, como para suprir diferentes necessidades de matéria-prima, seja energética nas indústrias e domicílios, seja para a construção civil, móveis e utensílios, construção rurais e na produção de forragem. O plantio florestal em pequena e grande escala é uma alternativa para reverter o quadro de escassez de matéria-prima e de degradação ambiental. A propagação através de sementes pode ser uma das opções para produção das mudas dos essências florestais nativas (IBAMA, 1998).

A exploração de plantas nativas na medicina popular vem sendo largamente difundida, sendo que a maioria das espécies tem sido usada de forma extrativista. No entanto, o crescimento da população humana e da ocupação de áreas naturais aumenta a pressão destrutiva sobre esta flora (ROSA; FERREIRA, 2001)

Nos últimos anos, têm-se intensificado o interesse na propagação de espécies nativas, em razão da necessidade de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem (LIMA, 2006). Para a restauração das matas ciliares, vários métodos podem ser adotados, no entanto, a regeneração artificial (plantio de mudas) por promover resultados mais rápido, vem sendo empregada em maior escala (FERREIRA, 2006). Nesse contexto, a tecnologia de produção de mudas se destaca se tornado importante conhecer os procedimentos mais adequados para a produção.

O cumaru é uma das espécies de importância na utilização em sistema agrícolas e florestais, quebra-vento, além das qualidades ornamentais, nativas e adaptadas às condições especiais do Nordeste, especialmente da região da caatinga. Também pode ser plantada em reflorestamento, visando enriquecer a vegetação degradada existente. A madeira é de excelente qualidade, fácil de trabalhar e com aroma agradável, sendo vendida no comércio sob o nome de cerejeira, com bom preço no mercado nacional e internacional. Ainda pode ser utilizados para esquadrias, forros, formas, estruturas hidráulicas, tabuados, carpintaria, balcões e marcenaria em geral, tornados e artesanato. Árvore também fornece lenha de boa qualidade (MAIA 2004).

A arvore de cumaru é uma das árvores de múltiplo uso, mais conhecida das regiões Caatinga. Cor de madeira bege a castanho claro, com estrias mais claras, moderadamente duras de pesadas (densidade 0,60g/cm<sup>3</sup>) macias, porosas, elástica, superfície irregularmente lustrosa e mediamente lisa, ao tato, de aspecto oleoso, textura grosseira, grã direita a irregular, com cheiros acentuados, peculiares a agradável, lembrando a baunilha e gosto levemente

adocicado (MAIA 2004). A madeira de cumaru é amplamente empregada em serviços de movelaria e marcenaria e, as sementes, em função do odor agradável exalado, são utilizadas para perfumar roupas (LORENZI, 1992). Além disso, a espécie apresenta propriedades medicinais, sendo casca da árvore para dores usada contra reumáticas e para avaliar sinusite e gripe. As sementes são utilizadas na produção medicamentos populares destinadas ao tratamento de afecções pulmonares, tosses, asma, bronquite e coqueluche (MAIA 2004).

A crescente demanda por mudas de espécies nativas, para atender as necessidades da arborização das cidades, recuperação das áreas degradadas e exploração madeireira requer esforços da pesquisa na busca da definição de métodos e técnicas de produção de mudas de alto padrão de qualidade, a custos compatíveis com a realidade brasileira. No estabelecimento da tecnologia de produção de mudas, fatores como substrato e recipiente devem ser definidos, particularmente, nas plantas nativas da Caatinga (ARBORIZAÇÃO, 2002; GOMES, 2004),.

Neste trabalho objetivou-se avaliar ao efeito de diferentes substratos e recipientes na qualidade de mudas de *Amburana cearensis*.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Características botânicas da planta e importância econômica.**

*Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith., conhecida popularmente como cerejeira, amburana, imburana de cheiro, cumaru do Ceará, umbarana, amburana de cheiro, imburan, cerejeira-rajada, é uma planta pertencente a família Fabaceae, subfamília Faboideae, ordem Fabales, classe Magnoliopsida, divisão Magnoliophyta, e gênero *Amburana* (LORENZI, 2002 & CARVALHO, 2003). Ocorre nas regiões secas do Brasil, especialmente na caatinga do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, mas também pode ser encontrada desde Minas Gerais até Norte da Argentina, Sul da Bolívia e Nordeste do Peru (MAIA, 2004).

Na caatinga pode atingir de 6 a 8 m de altura, apresentando copa achatada e curta, caule ereto, com casca lisa, de cor variável amarelo-avermelhada e vermelho-pardacenta. Apresenta casca interna de coloração amarelada que exala forte odor característico de cumarina. Suas folhas são compostas, alternas de 7 a 11 folíolos pequenos, ovados, de ápice não agudo. Possui flores pequenas e aromáticas de coloração branco-amarelada; formando racimos axilares que na ocasião da floração cobrem os galhos despidos de folhas. O fruto é uma vagem achatada, de 7 a 9 cm de comprimento, de coloração externa escura e interna amarelada, contendo as sementes achatadas, pretas, rugosas, ricas em cumarina e de

comprimento entre 1 a 2 cm (MAIA, 2004). A floração e frutificação variam de região para região. Na região Nordeste, ocorre floração anualmente após a perda das folhas no início da estação seca, sendo que no Ceará a floração acontece setembro e a frutificação de outubro a dezembro (CARVALHO, 2003).

O cumaru é uma espécie importante no Ceará, adaptada a todos os tipos de solos, prefere as terras mais arenosas e profundas, embora encontre facilmente em maior abundância nas meias encostas da caatinga e nos solos profundos de tabuleiro. É uma árvore longeva e muito sensível ao fogo, desenvolve-se bem e é muito tolerante (MAIA 2004). Cumaru aparece em composição tipicamente planta decídua, heliófita, seletiva xerófila onde característica de afloramentos calcários e terrenos secos em matas decíduas. (LORENSI, 2002).

## **2.2. Produção de mudas**

A produção de mudas de espécies arbóreas tem sido obtida pelos métodos sexuais e assexuais. O primeiro refere-se à produção por meio de sementes e o segundo, pela propagação vegetativa. A produção de mudas com raiz nua está limitada a poucas regiões e, por isso, não é uma técnica bem difundida, estando restrita a pouquíssimas espécies, principalmente em plantios no Sul do país, onde as condições climáticas e edáficas são favoráveis (GOMES; NUGUEIRA, 2006).

Para a produção de mudas de *Amburana cearensis*, os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore quando iniciarem a abertura e queda espontânea ou, recolher as sementes cheias, lisas e sem defeito e colocá-las para germinar logo que colhidas e sem tratamento, em profundidade entre poucos milímetros até 1 cm. Pode ser usados saquinhos individuais ou canteiros semi-sombreados contendo substrato organo-arenoso, ou semeadura direta na cova após as primeiras chuvas. A emergência ocorre em 5-35 dias e geralmente é elevada com sementes frescas. A partir de três meses, essas podem ser transferidas para o local definitivo. O desenvolvimento das mudas é rápido (MAIA 2004). Segundo Carvalho (2003) a muda alcança porte adequado para plantio de três meses após a semeadura.

## **2.3. Qualidade de mudas**

Na avaliação da qualidade de mudas de espécies arbóreas, em condições para o plantio, são levados em consideração aspectos morfológicos e fisiológicos. Os parâmetros fisiológicos são de difícil mensuração e análise, principalmente nos viveiros florestais comerciais. Muitas vezes não permitem avaliar eficientemente a real capacidade de

sobrevivência e crescimento inicial das mudas após plantio, contrariando as expectativas de qualquer empreendimento florestal (GOMES, 2001).

O valor resultante da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro do coleto exprime o equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois importantes parâmetros morfológicos em apenas um índice (CARNEIRO, 1995), também denominado de quociente de robustez, sendo considerado um dos mais precisos, pois fornece informações de quanto delgada está a muda (JOHNSON & CLINE, 1991).

Segundo CARNEIRO (1995), esta relação exprime o equilíbrio de desenvolvimento das mudas, no viveiro, pois apresenta dois parâmetros em um só índice. Com base em uma experiência profissional e embasada na literatura, conclui que a altura das mudas, na ocasião de plantio exerce importante papel na sobrevivência nos primeiros anos após o plantio, porém ressalta que as mudas com maiores perspectivas de sobrevivência e crescimento inicial devem apresentar um diâmetro do coleto mínimo igual ou maior ao resultado obtido da relação [altura (cm)/8,1].

#### **2.4. Morfologia de semente e plântula**

Os estudos morfológicos de sementes e plântulas constituem-se num trabalho de análise do ciclo vegetativo das espécies. O conhecimento das estruturas de semente é grande importância, pois a partir deste, é possível destas informações sobre germinação, armazenamento, viabilidade e método de semeadura, também para reconhecimento das espécies no estágio juvenil, indispensável nos estudos regeneração e manejo florestas naturais ou implantadas (RODERJAN, 1983).

As sementes *Amburana cearensis* são achatadas, pretas, rugosas, ricas em cumarina, e de comprimento entre 1 a 2 cm. As sementes também apresentam morfologia com endocarpo adnato formando detalhe do hilo e da micrópila; embrião fechado como pólo radicular visível e eixo-embrionario (CUNHA; FERREIRA, 2003; MAIA, 2004).

Cunha & Ferreira (2003) a germinação é do tipo semi-hipógea fanerocotiledonar e com o desenvolvimento da planta, observou-se a presença de uma tuberosidade na raiz primária.

A germinação de cumaru ocorre entre 5 a 30 dias, sendo geralmente superior a 80% para sementes recém-colhidas (MAIA, 2004). Após cinco dias da semeadura, ocorre o rompimento do tegumento na base da semente, próximo ao hilo; a raiz primária é sinuosa e simples, pouco visíveis e esparsos e de coloração branca. O hipocótilo é curto e cilíndrico e os

cotilédones são amarelo creme; quando rompe o tegumento são opostos, unilaterais, isófilos, adquirindo são verde, com bordo inteiro, sem nervação passando de subsésseis a curto peciolado. O epicótilo é visível, de coloração amarelada, cilíndrico, liso, brilhante e, quando se inicia a formação dos protófilos adquire coloração verde clara. Os protófilos são opostos e, às vezes, alternos, compostos finados, imparinados peciolados com 3 a 5 folíolos (CUNHA & FERREIRA, 2003).

As plântulas de *Amburana cearensis* apresentam raiz primária de coloração amarelo pardo e, nesta fase aumenta a intensidade de raízes secundárias e terciárias. Depois de 116 dias a raiz principal sofre um espessamento, formando uma tuberosidade. O caule jovem possui coloração verde escuro, cilíndrico, com catafilo presente deixando cicatriz após a sua queda. As folhas são compostas finadas, com 5 a 9 pinas, alternas, longo pecioladas imparipenadas e rara vezes paripenadas nas mesmas mudas (CUNHA & FERREIRA, 2003).

## **2.5. Recipiente e substrato**

Dentre fatores que afetam a qualidade de mudas, pode ser citar: qualidade da semente, tipo de recipiente, substrato, adubação e manejo das mudas (GONÇALVES *et al.*, 2000).

O tamanho do recipiente e o tipo de substrato são os primeiros aspectos que devem ser investigados para se garantir a produção de mudas de boa qualidade. O tamanho do recipiente deve ser tal que permita o desenvolvimento do sistema radicular sem restrições significativas, durante o período de permanência no viveiro. Da mesma forma o substrato exerce uma influência marcante na arquitetura do sistema radicular (SPURR BAMES, 1982) e o estado nutricional das plantas, afetando profundamente a qualidade das mudas (CARNEIRO, 1983).

Segundo Latimer (1991), o tamanho do recipiente e o tipo de substrato a serem utilizados são fatores importantes que influenciam diretamente o desenvolvimento e a arquitetura do sistema radicular.

### **2.5.1. Tamanho de recipiente**

A produção de mudas de espécies florestais em recipientes é o sistema mais utilizado, principalmente por permitir melhor qualidade devido a um controle mais seguro da nutrição e produção das raízes, contra danos mecânicos e a desidratação, além de propiciar um manejo mais adequado tanto no viveiro quando no transporte e no plantio. Existem vários tipos de recipientes no mercado, mas os sacos plásticos são os mais usados principalmente em produção de mudas de espécies arbóreas nativas e para arborização urbana, em face de sua

maior disponibilidade e menor preço. Além disso, manuseá-los é bastante simples e propicia elevado rendimento, no caso de produção mudas em grande escala (GOMES & PAIVA, 2006).

Vários tipos e tamanhos de recipientes podem ser utilizados para a produção de mudas. Em trabalhos realizados por vários pesquisadores, verifica-se que recipiente com maior volume de substrato apresenta uma tendência a produzir as mudas mais vigorosas e de melhor qualidade. A definição do tamanho de recipiente para produção de mudas é um importante aspecto, pois influencia diversas características da muda e pode impactar o percentual de sobrevivência no campo e a produtividade da cultura. A forma e o tamanho desse recipiente exercem forte influência sobre o crescimento das raízes e da parte aérea da planta. A altura, a presença de ranhuras e a forma do recipiente também são fundamentais para a correta formação das mudas (GOMES & PAIVA, 2006).

As funções principais do recipiente ou do contêiner para a produção de mudas são: proporcionar um meio para suportar e nutrir as plantas; proteger as raízes de danos mecânicos e dissecação; dar uma conformação vantajosa para as raízes; maximizar a sobrevivência no campo e o crescimento inicial, visto que sistema radicular não é danificado e permanece em contato íntimo com o substrato (TAVEIRA, 1996).

O tipo e tamanho do recipiente são os primeiros aspectos que devem ser pesquisados para se garantir a produção de mudas de boa qualidade. O tamanho do recipiente deve ser tal que permita o desenvolvimento das raízes sem restrições durante o período de permanência no viveiro (CARNEIRO, 1983).

O tipo de recipiente e suas dimensões exercem influências sobre a qualidade e os custos de produção de mudas de espécies florestais e, em geral, a altura da embalagem é mais importante do que o seu diâmetro para o crescimento de mudas de várias espécies florestais (GOMES & PAIVA, 2006).

O tipo de recipiente constitui outro fator importante na produção de mudas, sendo condicionante na qualidade da muda, sobretudo por permitir um controle nutricional melhor, proteção das raízes contra danos mecânicos e a desidratação, além de propiciar o manejo mais adequado no viveiro, no transporte, na distribuição e no plantio. Por outro lado, a malformação e restrição do sistema radicular, causadas pelos recipientes, podem promover o desequilíbrio na relação entre raízes e parte aérea, alterando as respostas fisiológicas da planta afetando a qualidade da muda (REIS *et al.*, 1989).

A escolha do tipo de recipiente a ser utilizado é função do seu custo de aquisição, das vantagens na operação (durabilidade, possibilidade de reaproveitamento, área ocupada no viveiro, facilidade de movimentação e transporte) e de suas características para a formação de mudas de boa qualidade. Os recipientes mais comuns são os sacos plásticos e os tubetes de polipropileno (MACEDO *et al.*, 1993).

Os recipientes pequenos tipos tubetes de plástico rígido restringem o crescimento do sistema radicular, portanto não são indicados para produção de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* (REIS *et al.*, 1989). Jesus *et al.* (1987) observaram que mudas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. e *Astronium fraxinifolium* Schott apresentaram maior crescimento em altura quando sombreadas e que, o crescimento foi tanto maior quanto maior o recipiente.

O tamanho do recipiente tem grande influência no desenvolvimento de mudas, pois esse deve proporcionar um bom desenvolvimento do sistema radicular (TERCEIRO NETO *et al.*, 2004). Segundo Schimidt-Vogt (1984) a influência do recipiente na conformação do sistema radicular é de suma importância, haja vista que o crescimento das raízes continua na fase de campo, podendo proporcionar uma baixa estabilidade das futuras árvores.

O tamanho do recipiente tem influência direta no custo final das mudas, pois resulta na quantidade do substrato a ser utilizado, no espaço que irá ocupar no viveiro, na mão-de-obra utilizada no transporte, remoção para aclimação e entrega ao produtor, além na influência na quantidade de insumos requerida (QUEIROZ *et al.*, 2001). Quando economicamente viável, o uso de recipientes com maior volume promove maior desenvolvimento das mudas (CUNHA *et al.*, 2005). Segundo Leles *et al.* (1998) a restrição radicular, imposta pelo reduzido volume e pelas paredes recipientes, reduz alguns parâmetros importantes na avaliação da qualidade de mudas, como altura, área foliar e produção de biomassa.

Samôr *et al.* (2002) relatam que o pequeno volume dos recipientes proporciona uma condição de estresse as mudas e, nestes casos, tende a ocorrer aumento de alocação de fotoassimilados para as raízes, em detrimento da parte aérea. Segundo Milner (2001) quanto maior a altura do recipiente utilizado, menor a capacidade de água disponível, independente do material utilizado.

Pesquisas comparando o desempenho de mudas produzidas em recipientes de menores dimensões (mudas menores) com mudas produzidas em recipientes maiores (mudas maiores) mostram que as diferenças iniciais de altura e diâmetro tendem a desaparecer com o decorrer do tempo, possuindo as mudas de maiores dimensões vantagens somente em locais onde

ocorre a competição com plantas invasoras (KIISKILA, 1999). José *et al.*, (2005) citam que mudas de maior diâmetro do coleto foram obtidas nos recipientes maiores, enquanto que as mudas mais altas foram obtidas em recipientes maiores.

O tamanho do recipiente ideal para produção de mudas dependerá do ritmo de crescimento das plantas, o qual é função da espécie e das condições de clima e substrato PEREIRA & PEREIRA (1985). O tamanho recomendado para os sacos plásticos depende da espécie. Para os eucaliptos, pinos e pioneiras nativas, são utilizados os de 9 x 14cm ou de 8 x 15cm, com 0,07mm de espessura (MACEDO *et al.*, 1993).

O saco plástico grande apresentou a maior média de diâmetro de colo, massa fresca e seca das partes aérea e radicular nas mudas de pau-formiga. Quando analisada fresca e seca parte aérea foi observado que o saco plástico médio apresentou maiores resultados, e o saco plástico pequeno apresentou os menores resultados nas mudas de *Triplaris americana* L. (TEIXEIRA *et al.* 2006).

Segundo Pereira (2005), recipiente de maior tamanho apresentam tendência de produzirem mudas de tamarindeiro de melhor qualidade para altura de muda, diâmetro de caule, massa seca de parte aérea e da raiz.

Mudas de maracujazeiro amarelo, produzidas em substrato comercial com granulometria original em recipiente maiores, obtiveram melhor resposta para número de folhas, altura, diâmetro do caule e produção de massa seca da parte aérea e da raiz (SILVA, 2006).

Em recipientes muito altos, a disponibilidade de oxigênio na parte inferior fica reduzida se o substrato não for bem arejado, o que prejudica a respiração e o crescimento radicular, além de propiciar o aparecimento de doenças. Recomenda-se que a altura do recipiente seja no máximo 22 cm para que não haja problema de aeração (HANDRECK & BLACK, 2002). Portanto, Malvestiti (2004) reporta que a altura de um recipiente influencia positivamente o espaço de aeração. Para Drzal *et al.* (1999), a altura do recipiente limita a altura do substrato, determinado o volume de macroporos ao espaço de aeração. Quanto ao diâmetro, se o recipiente for muito estreito, após o transplante as raízes que cresceram para baixo tendem a não crescer lateralmente. No entanto, o crescimento lateral pode ser favorecido por recipientes que tenham ranhuras verticais nas paredes. Em recipientes largos, o problema com o enovelamento das raízes é menor, porém deve-se procurar utilizar o menor recipiente possível para minimizar volume de substrato, espaço em bancadas e facilitar o transporte (SOUZA, 1995).

A produção de mudas de espécies florestais em recipiente é o sistema mais utilizado, principalmente por permitir melhor qualidade, devido a um controle mais seguro da nutrição e proteção das raízes contra os danos e a desidratação (GOMES & PAIVA, 2006).

Os sacos plásticos compartilham um volume de substrato que permite a obtenção de mudas vigorosas e de qualidade adequada para o plantio. Por outro lado, contribuem para o aumento da área requerida para o viveiro e a elevação do custo de produção, de transporte e plantio de muda (MELO, 1999).

O volume de recipiente e qualidade físico-química do substrato tiveram grande influência no desenvolvimento das mudas de mamoeiro, sendo o saco de polietileno, em recipiente de maior volume, o grande responsável pelo melhor desenvolvimento das mudas (MENDONÇA *et al.*, 2003).

Os resultados de trabalho de Oliveira *et al.* (2006) indicam que a rápida formação de mudas de oliveira não depende somente das características físico-químicas do substrato, mas também do espaço físico disponível para o crescimento das raízes em busca de água e nutrientes que serão aportados a parte aérea da planta, definido pelo tamanho dos recipientes em que estão contidos. Entretanto trata-se de uma situação antagônica, pois sendo recipientes maiores, apresentam elevados custos no preparo por demandarem mais insumos e também no manejo das mudas em viveiro.

Até pouco tempo, o saco plástico foi o recipiente mais utilizado no Brasil para a produção de mudas. Entretanto, o seu grande inconveniente é ser impermeável e provocar forte envelhecimento das mudas (CAMPINHOS *et al.*, 1983; AGUIR, 1989).

### **2.5.2. Substrato**

A principal função do substrato é sustentar a planta, fornecer nutrientes e reter a água para disponibilizar a mesma. O substrato é composto de uma fase sólida, constituída de partículas mineral e orgânica; e uma líquida constituída pela água, na qual se encontram nutrientes, sendo denominada solução do solo ou do substrato. Dentre os substratos que podem ser utilizados na produção de mudas de espécies arbóreas, destacam-se, a vermiculita, o composto orgânico, o esterco, bovino, a moínha de carvão vegetal, a terra de subsolo, a serragem, o bagaço de cana, entre outros (GOMES *et al.*, 2006). Os materiais orgânicos mais usados são a turfa, casca de árvores picadas e compostadas, fibras vegetais, entre outros (ABREU *et al.*, 2002).

Os cultivos das plantas utilizando substratos é uma técnica amplamente empregada na maioria dos países de horticultura avançada (FERNANDES & CORÁ, 2000). A mesma apresenta várias vantagens, dentre elas a de exercer a função do solo, fornecendo as plantas sustentação, nutrição, água e oxigênio. Segundo Grolti (1991) os substratos são considerados um dos principais fatores ambientais para cultivo de plantas, e atuando diretamente na qualidade do produto final. Blank *et al.* (2003) citam que o substrato e fertilização são fatores importantes na produção de mudas, podendo estes determinar o sucesso ou o fracasso do processo.

Um dos desafios na produção de mudas em recipientes é assegurar um bom crescimento das plantas e uma alta produção de biomassa aérea, com um volume limitado de raízes, restritas a uma pequena parte de substrato (MELE *et al.*, 1982). Desta forma, quando menor for o espaço disponível as raízes, mais difícil será o suprimento de fatores ótimos de produção (JUNGK, 1975). Entretanto, o substrato desempenha importante papel, garantindo por meio de sua fase sólida, a manutenção mecânica do sistema radicular; da fase líquida, o suprimento de água e nutrientes; e da fase gasosa o suprimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o ar externo (LAMAIRE, 1995).

O substrato é o fator que exerce influência significativa no desenvolvimento das mudas e vários são os materiais que podem ser usados na sua composição original ou combinados. Na escolha de um substrato, devem-se observar, principalmente, suas características físicas e químicas, a espécie a ser plantada, além dos aspectos econômicos, que são: baixo custo e grande disponibilidade (FONSECA, 2001).

O substrato é um fator externo de marcada influência no processo de enraizamento e qualidade das raízes formadas, desempenhando papel importante na sobrevivência inicial da planta (HOFFMANN *et al.*, 2001). Segundo Hartmann *et al.* (1990) o substrato deve possuir boa capacidade de retenção de água, volume ótimo de espaços porosos preenchidos por gases e adequada taxa de difusão de oxigênio necessária à respiração das raízes, além de apresentar fácil disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de patógenos, riqueza em nutrientes essenciais, textura e estrutura adequada (SILVA *et al.*, 2001).

A composição do substrato tem sido pesquisada intensamente, visando a retenção da água, boa aeração e drenagem, proporcionando condições ideais para o crescimento e desenvolvimento das mudas (FERNANDES *et al.*, 1982; GOMES *et al.*, 1985).

A nutrição das plantas é afetada diretamente pela composição do substrato utilizado, pelos níveis de nutrientes disponíveis e pela quantidade de adubo adicionado. Matérias primas

usadas na formulação de um substrato podem disponibilizar nutrientes, à medida que vão se decompondo ou se transformando. Outra influência do substrato na nutrição é a sua capacidade de retenção de água (MINAMI 2000).

Marques & Yared (1984), estudando substratos para produção de mudas de morototó (*Didimopanax morototoni* (Aublet.) Decne), testaram diferentes proporções de areia, terra coletada sob árvores (terra preta), matéria orgânica e terra de latossol amarelo.

O substrato apresenta um papel fundamental para o desenvolvimento das raízes, devendo possuir baixa densidade, boa capacidade de absorção e retenção de água, boa aeração e drenagem para evitar o acúmulo de umidade, além de estar isento de pragas, doenças e substâncias tóxicas (KAMPF, 2000; WEDLING *et al.*, 2002). Os substratos para a produção de mudas podem ser definidos como sendo o meio adequado para sua sustentação e retenção de quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada. A fase sólida do substrato deve ser constituída por uma mistura de partículas minerais e orgânicas. O estudo do arranjo percentual desses componentes é importante, já que eles poderão ser fonte de nutrientes e atuarão diretamente sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas. Portanto, em decorrência do arranjo quantitativo e qualitativo dos materiais minerais e orgânicos empregados, as mudas serão influenciadas pelo suprimento de nutrientes, água disponível e oxigênio (ROSA *et al.*, 1998).

Para obtenção de mudas saudáveis e de boa qualidade é necessário escolher um substrato que permita o bom desenvolvimento das plântulas. Na escolha do material para o substrato deve ser levado em consideração o tamanho da semente, sua exigência com relação à umidade, sensibilidade ou não à luz e ainda, a facilidade que este oferece para o desenvolvimento e avaliação de plântulas (FIGLIOLIA *et al.*, 1993; FANTI e PEREZ, 1999).

Gomes & Silva (2004) enfatizam que a escolha do substrato deve ser feita levando em consideração características físicas e químicas exigidas pela espécie a ser plantada e aspectos econômicos, pois, além de propiciar adequado crescimento à planta, o material utilizado na composição do substrato deve ser abundante na região e ter baixo custo. Em geral os substratos são compostos por misturas de diferentes matérias, pois dificilmente um material puro conseguirá apresentar todas as características adequadas para compor um bom substrato (GOMES & SILVA, 2004).

Do ponto de vista físico, o substrato deve permitir adequado crescimento das raízes, reterem água, possibilitar aeração e agregação do sistema radicular, além de não favorecer o

desenvolvimento de doenças e plantas daninhas (Lima, *et al.* 2006). Segundo Gomes & Paiva (2006), o substrato apresentar boas características e químicas; as físicas são mais importantes, uma vez que a parte química pode ser mais facilmente manuseada pelo técnico.

Carneiro (1995) cita que o húmus tem propriedade de expansão e retenção em resposta às condições de umidade, auxiliando na manutenção de uma adequada estrutura dos substratos, que nada mais é do que matéria orgânica em dimensões coloidais. BAKKER (1994) estudando o efeito do húmus de minhoca no desenvolvimento de porta-enxerto de cajueiro anão precoce verificou que os tratamentos com a dosagem máxima desse substrato (60%) foram superiores aos demais tratamentos usados, em todas as variáveis avaliadas: diâmetro do caule, altura da planta, área foliar, peso seco da parte aérea e peso seco da raiz.

A adição de húmus ao substrato, segundo Rossi & Shimoda (1995) promove um aumento na capacidade de troca de cátion, fornece macro e micro nutrientes, diminui o efeito tóxico do alumínio, aumenta a atividade microbiana, diminui a compactação e melhorar a aeração e o enraizamento. O húmus constitui-se em um componente de agregação das raízes ao substrato (ARAÚJO, 2002).

A matéria orgânica é um dos componentes fundamentais dos substratos, cuja finalidade básica é aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas. Devem-se, ainda, considerar outras vantagens desse componente sobre o desenvolvimento vegetal, tais como: redução na densidade aparente e global e aumento da porosidade do meio, características que podem ter uma participação positiva dos materiais orgânicos (COSTA, *et al.*, 2005). De acordo com Fonseca (1988) na composição do substrato para o crescimento de plântulas a fonte orgânica é responsável pela retenção de umidade.

Ausência de húmus nesses substratos foi um fator que contribuiu para o desenvolvimento inadequado dos forta-enxertos, quando comparado aos demais. Por outro lado, ausência bagana de carnaúba nesses substratos proporcionou o desenvolvimento dos forta-enxertos com os maiores números de folhas de gravioleira (*Annona muricata* L.) (COSTA, 2005)

Fernandes e Corá (2000) verificaram que os substratos com maior porcentagem de húmus de minhoca proporcionaram maior macro porosidade, sugerindo melhor aeração, conseqüentemente um melhor ambiente para o desenvolvimento radicular das mudas.

Os Substratos 100% húmus apresentou o melhor desenvolvimento na altura e colo das mudas de pinhão-manso (MACIEL, *et al.*, 2007). Segundo Pinto (2007) o vigor das mudas

representado pela altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas, foi influenciado de forma positiva pelo emprego do húmus usado isoladamente.

O efeito matéria orgânica no solo é muito importante para o desenvolvimento dos vegetais. Segundo Henin *et al.* (1976) seu efeito na melhoria da estrutura do solo constitui um fator positivo para o desenvolvimento das raízes. Esta melhoria está relacionada, também, com o regime de água, pois melhorando a capacidade de infiltração, acelera o processo dinâmico da água no solo. Para Longo (1995), a utilização da matéria orgânica como fonte principal de adubação permite que as plantas crescem mais resistentes e fortes.

A matéria orgânica possui estreita relação com a capacidade do solo em fornecer macro e micro nutrientes às plantas, em que processos de mineralização e imobilização orgânica, e de dessorção e adsorção de cátions e ânions, entre outros, governam a disponibilidade dos nutrientes às mesmas (RAIJ, 1991).

A mistura de materiais orgânicos ao substrato promove a melhoria das características químicas, físicas e biológicas, de modo a criar um ambiente adequado para o desenvolvimento das raízes e da planta como um todo (CASAGRANDE JÚNIOR *et al.*, 1996). Hoffmann *et al.* (2001) citam que a terra contribui com boa agregação às raízes e retenção de água, ao passo que a areia apresenta excelente drenagem, sendo utilizada com frequência como condicionador físico do substrato. Gomes & Paiva (2006) afirmam que a presença de substâncias orgânicas também tem seu papel de destaque, uma vez que estas melhoram a agregação, aumentam a capacidade troca catiônica e aumentam a capacidade de retenção de água.

Composto orgânico é um material resultante da decomposição de restos vegetais ou animais que são amontoados para acelerar sua decomposição utilizando-se processos químicos ou não. O composto estimula a proliferação de microorganismos úteis, melhora as qualidades físicas do solo, agregando os solos arenosos; aumenta a capacidade de retenção de água e nutrientes, contribuindo para redução do alumínio rosável do solo; facilita o arejamento e reduz o efeito da erosão pela chuva; facilita a reagem, aumentando a capacidade de absorção e fornecendo substâncias que estimulam o crescimento das plantas. O composto atua também no aumento do pH e nos teores de cátions trocáveis. Essas alterações dependem, entretanto, da quantidade qualidade do composto e das características do substrato no qual se faz parte (GOMES & PAIVA, 2006).

As propriedades físicas de um substrato são relativamente mais importantes que as químicas, já que sua composição não pode ser facilmente modificada no viveiro (MILNER,

2001). Gomes & Paiva (2006) explicam que além análise química, é importante fazer análise física, para conhecer suas características e verificar a sua textura, fator que influencia de forma marcante a qualidade das mudas produzidas. Salvador (1995) afirmou que é recomendável a análise física do substrato para cada cultura, pois não se pode generalizar recomendações físicas para todas as espécies de plantas, uma vez que cada espécie tem suas próprias necessidades.

As características físicas de maior importância para determinar o manejo dos substratos são as seguintes: granulometria, porosidade e curva de retenção de água. A definição da granulometria do substrato e da proporção entre macro e microporosidade e, conseqüentemente, as relações entre ar e água permitem o uso mais eficiente em diferentes condições (FERMINO, 2002). Segundo Marcelo Zanetti *et al.*, (2002) as características físicas dos substratos utilizados na produção de mudas influenciam o desenvolvimento das plantas por afetar as disponibilidades de ar e água.

Um substrato ideal deve ter baixa densidade, rico em nutrientes, ter uma composição química e física uniforme, elevada CTC, boa capacidade de retenção de água, aeração, drenagem e ser um meio preferencialmente estéril (MELLO, 1989). Densidade (massa específica) do solo é a relação entre a massa de sólidos e o volume total ocupado pela porção do meio considerado (BONFIM, 2006).

O espaço de aeração é caracterizado como volume de macroporos preenchidos com ar, em condições de saturação hídrica e após livre drenagem. Nas mesmas condições, a água disponível refere-se aos microporos preenchidos com água (entre 10 e 100 cm de coluna de água) (MARCELO ZANITTI *et al.*, 2002). Quanto às propriedades químicas dos substratos existem os materiais quimicamente ativos, com as propriedades de disponibilizar e adsorver cátion na fase sólida é um exemplo são os substratos compostos de material orgânico; e os inertes, com nenhuma atividade ou praticamente nula. A Capacidade Troca cátion (CTC) que é definida como a quantidade de cátion adsorvida na superfície do substrato que podem interagir com o cátion da solução, proporcionando um equilíbrio. Dessa forma, torna-se de grande interesse o emprego de materiais que apresentam elevada capacidade troca cátion, uma vez que contribui para o aumento da eficiência das adubações, adsorvendo grandes quantidades de nutrientes e fornecendo posteriormente para as plantas (MARTINEZ, 2002).

Em relação às propriedades químicas, o teor de sais solúveis, o pH, e a CTC merecem atenção especial. Não se recomenda o uso de substratos ricos excessivamente em nutrientes, pois os sais solúveis podem prejudicar o crescimento e desenvolvimento das plantas, enquanto

que valores inadequados de pH estão relacionados a vários desequilíbrios fisiológicos (WALLER & WILSON, 1983) e influenciar a disponibilidade de nutrientes (Carneiro, 1995).

A condutividade elétrica e o pH do substrato são duas características muito importantes para o desenvolvimento das mudas. A condutividade elétrica está diretamente relacionada ao teor de sais solúveis, que pode afetar negativamente a seu desenvolvimento. As espécies respondem diferentemente aos teores de sais de meio de cultivo. Esses devem ser mantidos em níveis aceitáveis em torno de 1,0 dS/m. O nível de ácidos do substrato (pH) interfere na absorção de nutrientes pela plantas, na vida microbiana e no desenvolvimento do sistema radicular. O pH ideal deve estar em torno da neutralidade, levando-se em consideração que substratos com alta acidez devem ser corrigidos (KAMP & FERMINO, 2000).

Martinez (2000) afirma que os materiais ricos em carbonato de cálcio não são recomendados por serem responsáveis pela elevação do pH da solução materiais com valores de pH inadequados devem ser corrigidos.

A formação de mudas florestais de boa qualidade envolve os processos de germinação de sementes, iniciação radicular e formação do sistema radicular e parte aérea, que estão diretamente relacionados com características que definem o nível de eficiência dos substratos, tais como: aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes. Por sua vez, as características dos substratos são altamente correlacionadas entre si: a macroporosidade com aeração e drenagem, e a microporosidade com a retenção de água e nutrientes (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Núcleo de Ensino e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) e no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza, localizado geograficamente na latitude 3°44' ao sul do Equador e longitude 38°33' ao oeste de Greenwich.

#### 3.2. Sementes

As sementes de Cumaru (*Amburana cearensis* Allem) utilizados no experimento foram colhidas de exemplares nativos existentes em Uruquê, distrito de Quixeramobim-CE, distante 190 Km<sup>2</sup> de Fortaleza. A semeadura foi efetuada diretamente nos recipientes contendo diferentes substratos, utilizando-se duas sementes para cada tratamento.

#### 3.3. Caracterização do lote de semente

Para determinação da caracterização do lote de semente, as sementes foram descascadas e homogeneizadas, e em seguida, selecionadas aleatoriamente cinquenta unidades para as medições de comprimento (ápice até a base) largura (lado direito ao lado esquerda) e espessura (da parte dorsal até parte ventral), foram realizadas com auxílio de um paquímetro digital da marca Starret 727, com precisão de milímetros. E também peso de mil e teor de água de sementes.

Foram calculadas as médias aritméticas, desvio padrão, coeficiente de variação e intervalo de variação dos valores obtidos, utilizando-se o programa computacional Excel para os gráficos.

#### 3.4. Preparação Substrato

A matéria-prima utilizando para compor a mistura dos substratos foi: terra, areia vermelha e matéria orgânica (bagana de carnaúba, composto orgânico e húmus), sendo a terra retirada do solo de superfície dos arredores do NEPAU, a areia vermelha e as diferentes fontes de matéria orgânica adquirida no comércio. Todo o material foi peneirado com peneira de malha 7,46 mm<sup>2</sup>, depois foram medidos para determinar composição volumétrica 2:1: 1 e colocado em uma betoneira modelo menegoto apiguana com rotação de 150 litros para

realizar a mistura homogeneamente. Em seguida retirou-se da máquina e preencheu-se os sacos dos diferentes tamanhos com seus respectivos substratos. Estes processos mostram na figura 1.



**Figura 1.** Processos de preparação dos substratos: A1 terra, A2 areia vermelha e A3 matéria orgânica, B fase preencher em máquina, C fase a máquina misturar, D fase retirar, E fase preencher em recipientes, F fase preparar para montar em craque e G foram montar em craque dentro de casa vegetação. Fortaleza-CE, 2009.

### 3.5. Tratamentos utilizados.

Os tratamentos do presente ensaio consistiram das combinações de diferentes tamanhos de recipientes (sacos) de polietileno: grande (28 x 40 cm)-R1; médio (20 x 30 cm)-R2; pequeno (15 x 25 cm)-R3 e três substratos (2 terra + 1 Areia vermelha + 1 bagana )-S1; (2 terra + 1 areia vermelha + 1 composto )-S2; (2 terra + 1 areia vermelha + 1 húmus )-S3, proporção volumétrica: 2:1:1 combinados num esquema de parcelas subdivididas (3 x 3) e dispostos segundo um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições (7 sacos por repetições). O ambiente utilizado foi uma estufa com sombrite 50% coberto por um filme

transparente AUV de 150 micros de espessura, irrigado por um sistema de nebulização ligado duas vezes ao dia, (manhã e tarde). Os três substratos foram caracterizados através de análises físico-químicas no Laboratório de Solos e Água do Departamento de Ciências do Solo da UFC, com os resultados apresentados nas tabelas 1, 2, e 3 a seguir:

**Tabela 1.** Características físico-químicas do substrato 1 realizadas pelo Laboratório de Solos/Água da UFC. Fortaleza-CE, 2009.

Composição granulométrica (g/kg)					Classificação	Grau de	Desindade (g/m <sup>3</sup> )						
Areia		Silte		Argilo	Textural	Floculação	Global Particula						
Groso	Fina		Argilo	Natural			(g/100g)						
611	262	85	42	10	Areia Franca	76	1,34	2,57					
Umidade (g/100g)			pH	C.E	Complexo Sortivo (cmol <sub>e</sub> /kg)								
0,033	1,5	Água		(água)	KCl (ds/m)	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	S	T
MPa	MPa	Útil											
9,58	7,39	2,19	6,4	-	2,72	3,60	1,80	0,37	1,41	1,32	0,05	7,2	8,5
V(%)	M(%)	PST (%)	N (g/kg)	C/N	MO (g/kg)	P assimilável (mg/kg)	Micronutrientes (ppm)						
										Fe	Cu	Zn	Mn
84	1	4	17,28	1,79	10	29,79	26	10,70	0,05	4,88	8,21		

**Tabela 2.** Características físico-químicas do substrato 2 realizadas pelo Laboratório de Solos/Água da UFC. Fortaleza-CE, 2009.

Composição granulométrica (g/kg)					Classificação	Grau de	Desindade (g/m <sup>3</sup> )						
Areia		Silte		Argilo	Textural	Floculação	Global Particula						
Groso	Fina		Argilo	Natural			(g/100g)						
582	284	90	44	10	Areia Franca	78	1,44	2,50					
Umidade (g/100g)			pH	C.E	Complexo Sortivo (cmol <sub>e</sub> /kg)								
0,033	1,5	Água		(água)	KCl (ds/m)	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	S	T
MPa	MPa	Útil											
8,59	7,15	1,44	7,9	-	3,30	6,20	2,60	0,82	2,27	0,00	0,00	11,9	11,9
V(%)	M(%)	PST (%)	N (g/kg)	C/N	MO (g/kg)	P assimilável (mg/kg)	Micronutrientes (ppm)						
										Fe	Cu	Zn	Mn

100	-	7	11,46	1,22	9	19,76	161	9,53	0,38	7,82	16,75
-----	---	---	-------	------	---	-------	-----	------	------	------	-------

**Tabela 3.** Características físico-químicas do substrato 3 realizadas pelo Laboratório de Solos/Água da UFC. Fortaleza-CE, 2009.

Composição granulométrica (g/kg)				Classificação	Grau de	Desindade (g/m <sup>3</sup> )								
Areia	Areia	Argilo	Argilo	Textural	Floculação	Global Particula								
Groso	Fina	Silte	Argilo			Natural	(g/100g)							
638	245	75	42	9	Areia	78	1,43	2,49						
Umidade (g/100g)				Complexo Sortivo (cmol <sub>c</sub> /kg)										
pH				C.E										
0,033	1,5	Água		(água)	KCl	(ds/m)	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	S	T
MPa	MPa	Útil												
8,59	6,12	2,47	7,0	-	1,55	5,50	3,10	0,16	0,60	0,00	0,05	9,4	9,4	
V (%)	M (%)	PST (%)	C(g/kg)	N (g/kg)	C/N	MO (g/kg)	P assimilável (mg/kg)	Micronutrientes (ppm)						
								Fe	Cu	Zn	Mn			
100	1	2	13,86	1,43	10	23,89	194	14,63	0,44	8,13	14,81			

### 3.6. Condução do experimento

Duas sementes foram semeadas diretamente em cada recipiente com seus respectivos substratos diferentes. Aos 14 dias após a semeadura foi realizado o desbaste, deixando no recipiente apenas a plântula mais vigorosa.

O suprimento de água para as mudas durante o período experimental foi fornecido através de nebulização intermitente na casa de vegetação, duas vezes ao dia. Quando necessário, foram realizado com irrigação manual.

A partir de 25 dias após de semeadura foram realizadas avaliações mensais da altura da parte aérea, do diâmetro do caule e número da folha a fim de monitorar o desenvolvimento das mudas em diferentes substratos, dentro de diferentes tamanhos de recipientes até 100 dias após semeadura.

No final do experimento avaliou-se o diâmetro do xilopódio, comprimento da raiz, massa de matéria fresca da parte aérea, massa de matéria fresca da parte raiz, massa de matéria seca da parte aérea e massa de matéria seca da parte raiz.

a). **Altura**– as plantas foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetro, sendo os resultados expressos em centímetro;

- b) **Diâmetro do colo** – o diâmetro do caule foi determinado utilizando-se o auxílio de um paquímetro digital com precisão de duas casas decimais, na região do colo da planta sendo o resultado expresso em milímetro;
- c) **Número de folhas** – obtido mediante a contagem do número de folhas compostas existente em cada uma das plantas da cada parcela;
- d) **Diâmetro do xilopódio** - determinado com auxílio de um paquímetro digital, em pressão em milímetro.
- e) **Comprimento da raiz** – as medições da raiz foram de coletadas com régua em centímetro.
- f) **Peso de massa fresca da parte aérea e de raiz** – as parte aéreas e radiculares das plantas de cada subparcela foram determinadas em grama.
- g) **Peso seco da parte aérea e de raiz** – as partes aéreas e radiculares das sete plantas de cada subparcela foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçada, regulada a 80°C por 48 horas, obtendo-se o peso seco da parte aérea e raiz da subparcela I dividindo-se o peso líquida de cada uma das referidas partes por quatro (tamanho da subparcela), sendo o resultado em grama.

As primeiras três variáveis foram analisadas estaticamente no esquema de parcelas subdivididas (3 x 3 x 6), sendo três recipientes, três substratos e seis períodos de avaliação. As demais variáveis foram utilizadas a análise de variância (3 x 3) realizada no aplicativo computacional SISVAR, aplicando-se o teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade (Ferreira, 2006).

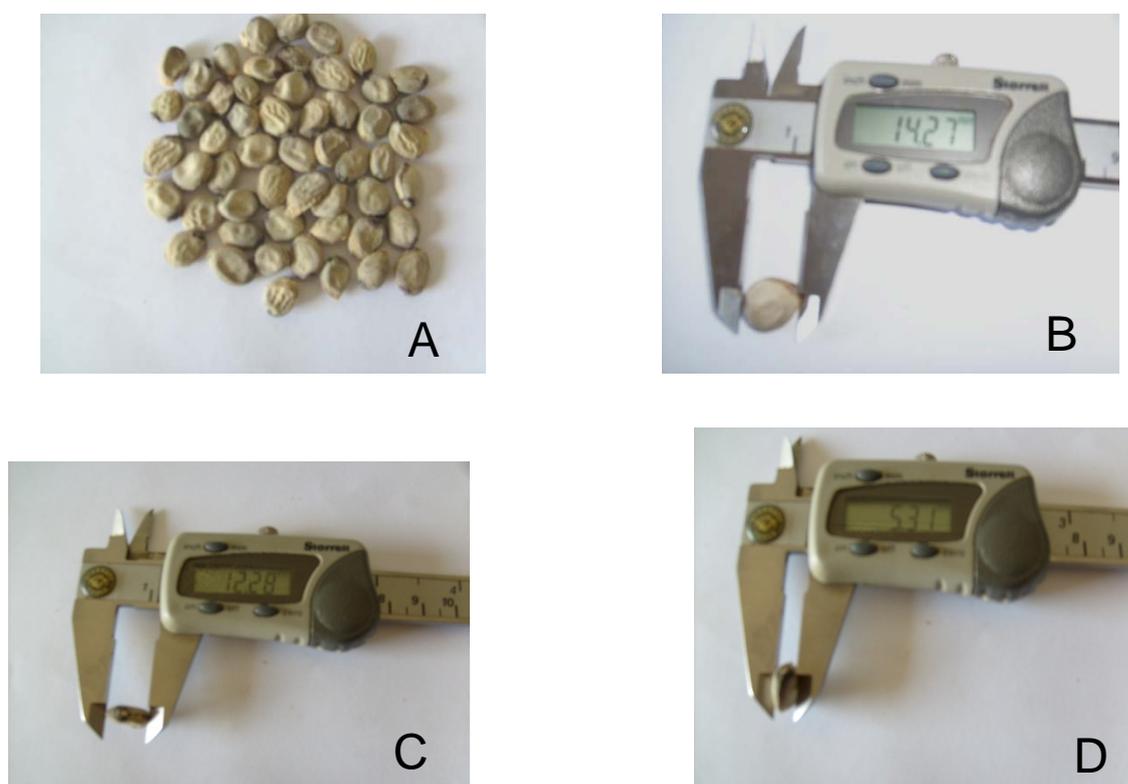
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização do lote de sementes

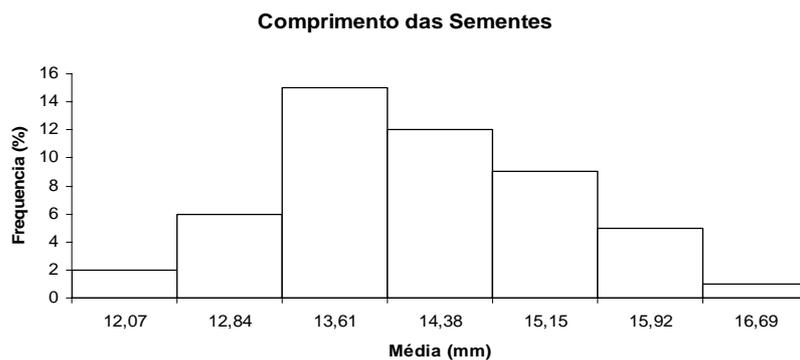
O teor de água foi de 5,99 %, indicando que as sementes de cumaru suportaram desidratação, portanto são ortodoxas.

Observou-se o peso de mil sementes de 475,5 gramas, o que permite inferir que um quilograma de sementes de cumaru apresenta aproximadamente 2.103 sementes. Cunha (2003) detectou que um quilograma de sementes cumaru possui 1.650 de sementes. Esta diferença depende de tamanho e do tipo de lote de sementes analisado.

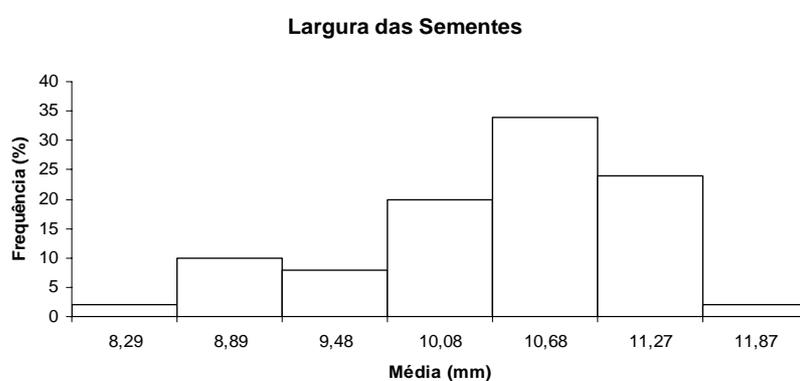
As sementes de cumaru apresentam elevada variação entre as dimensões analisadas, com comprimento variando de 12,06 a 16,63 mm, largura variando de 8,29 a 11,66 mm e espessura variando de 3,93 a 6,39 mm. Tabela 2 e Figura 2, 3, e 4.



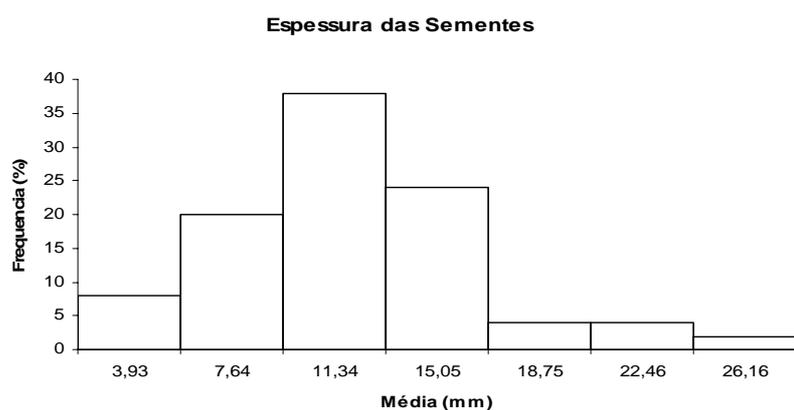
**Figura 2:** (A) Semente de cumaru, método de medição de biometria; (B) medida de comprimento (ápice até a base); (C) medida de largura (lado direito ao lado esquerda) e (D) medida de espessura (da parte dorsal até parte ventral). Fortaleza-CE, 2009.



**Figura 3.** Distribuição de frequências referente ao comprimento de sementes de *Amburana cearensis*. Fortaleza-CE, 2009.



**Figura 4.** Distribuição de frequências referente à largura de sementes de *Amburana cearensis*, Fortaleza-CE 2009.



**Figura 5.** Distribuição de frequências referente à espessura de sementes de *Amburana cearensis*. Fortaleza-CE, 2009.

**Tabela 4.** Médias, desvio padrão, coeficiente de variação e intervalo de variação, referentes ao comprimento, largura e espessura, em milímetros, de sementes de *Amburana cearensis*. Fortaleza-CE, 2009.

Determinações	Média	Desvio padrão	CV (%)	Intervalo de Variação
Comprimento	14,23	3,06	22	12,06 – 16,63
Largura	9,98	2,38	24	8,29 – 11,66
Espessura	5,2	1,80	35	3,93 – 6,39

#### 4.2. Influência de recipientes e substratos na qualidade das mudas de cumaru.

Os resultados das análises de variâncias para as variáveis relacionadas ao desenvolvimento das mudas estão expostos na tabela 5. A altura da planta foi influenciada, pelos substratos, e interação significativamente entre os fatores analisados. Observou que a altura de mudas foi influenciada pelo período, e interação entre recipientes, substratos e período. O diâmetro do caule foi influenciado dos pelos recipientes e substratos, a foi também se observou que o período influenciou diâmetro do caule e interação entre recipientes, substrato e período significativo e entre recipientes com período não significativo. O número das folhas foi influenciado pelos recipientes, substratos e período, interação entre recipientes, substratos e período significativo. A inexistência de diferenças no desenvolvimento das plantas pode ser atribuída, parcialmente, a lenta taxa de crescimento da espécie ao tamanho dos recipientes e substratos utilizados, com dimensões relativamente pesquisas saco plástico pequeno (15 x 25) e substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto).

Tabela 5: Resumo da análise dos dados referente à altura (H), diâmetro do caule (DC) e número de folha (NF) de *Amburana cearensius* obtidos em três substratos, três recipientes e seis períodos. Fortaleza-CE, 2009.

Fonte de Variação	GL	Alturas (H)	(DC)	NF
Recipiente (R)	2	6,34 <sup>ns</sup>	0,51*	1,67*
Substrato (S)	2	775,66**	3,02*	143,57*
R x S	4	18,20**	0,02 <sup>ns</sup>	1,44*
Resíduo (1)	27	12,0	0,03	0,78
Período (P)	5	333,90**	11,74*	125,09*
R x P	10	3,88**	0,01 <sup>ns</sup>	0,69*
S x P	10	76,33**	0,51*	16,83*
R x S x P	20	2,99*	0,07*	16,83*
Resíduo	135	1,23	0,02	0,20
CV (%) 1	-	17,34	5,63	12,91
CV (%) 2	-	5,56	4,49	6,52

<sup>ns</sup> \*\* não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F respectivamente.

CV - coeficiente de variação.

Verifica-se na análise de regressão que o efeito da interação substrato x recipiente foi significativo na altura de mudas, apresentando comportamento linear crescente ao longo do experimento (figura 6). Na primeira avaliação (25 dias após semeadura) observa-se que os substratos e recipientes utilizados não tiveram influência significativa a altura da planta. Os tratamentos dos substratos e recipientes que influenciaram o desenvolvimento da altura das plantas acontecerem dia 40 até 100 dias após a semeadura.

Constatou-se que as mudas provenientes do tratamento com recipiente grande (28 x 40 cm) apresentam valores de altura da muda melhores no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), mas não diferia dos substratos S1 e S2. Os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentam valores da altura das mudas de cumaru menores, sendo respectivamente, 17,3 e 16,5 cm. O tamanho médio também apresentou que o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) foi melhor crescimento da altura de mudas (19,4 cm) e não diferia com substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) (18,9 cm). No Tamanho recipiente pequeno (15 x 25 cm) atingiram, em torno dos 40 dias após semeadura, altura superior a 20,1 cm e não diferia com substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) (19,6 cm), sendo que o substrato S2 (terra + areia vermelha + composto) mostrou crescimento de altura das mudas menores.

A altura das plantas aos 55 dias após a semeadura, observa-se o desenvolvimento da altura das mudas maiores (23,20 cm de altura) quando produzidas no substrato S3 (terra +

areia vermelha + húmus) e no recipiente grande (28 x 40 cm). A altura das mudas menores aconteceu no substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto), sendo respectivamente, 17,8 e 17,5 centímetros e não houve diferença significativamente entre si. O recipiente médio (20 x 30 cm) foi apresentar a altura de mudas maiores quando usou substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), (22,0 centímetros). A altura das mudas menores aconteceu no substrato S2, sendo, 16,8 centímetros. O recipiente pequeno (15 x 25 cm) mostrou que a altura de mudas maiores ocorreu no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), sendo respectivamente, 22,8 cm e não diferia com tratamento substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto), sendo respectivamente, 19,6 e 18,5 cm.

No período de avaliação aos 70 dias após a sementeira, o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) nos recipiente grande (28 x 40 cm) apresentou altura de mudas adequada, (24,1 cm), sendo que os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentaram valores maiores no desenvolvimento de altura das mudas de *Amburana cearensis*. Recipiente médio mostrou que as maiores alturas da mudas aconteceu no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), serão que o substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) apresentou valor de altura das mudas 19,9 cm. Substrato S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentou valor de altura de mudas mais baixa, (17,2 cm). O recipiente pequeno (15 x 25 cm) melhorou o desenvolvimento da altura das mudas no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus). Os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e substrato S2 (terra + areia vermelha + composto) o desenvolvimento das alturas das mudas são menores. Pode-se observar que o substrato S<sub>3</sub> não houve diferentes significativas entre três tamanhos dos recipientes utilizados.

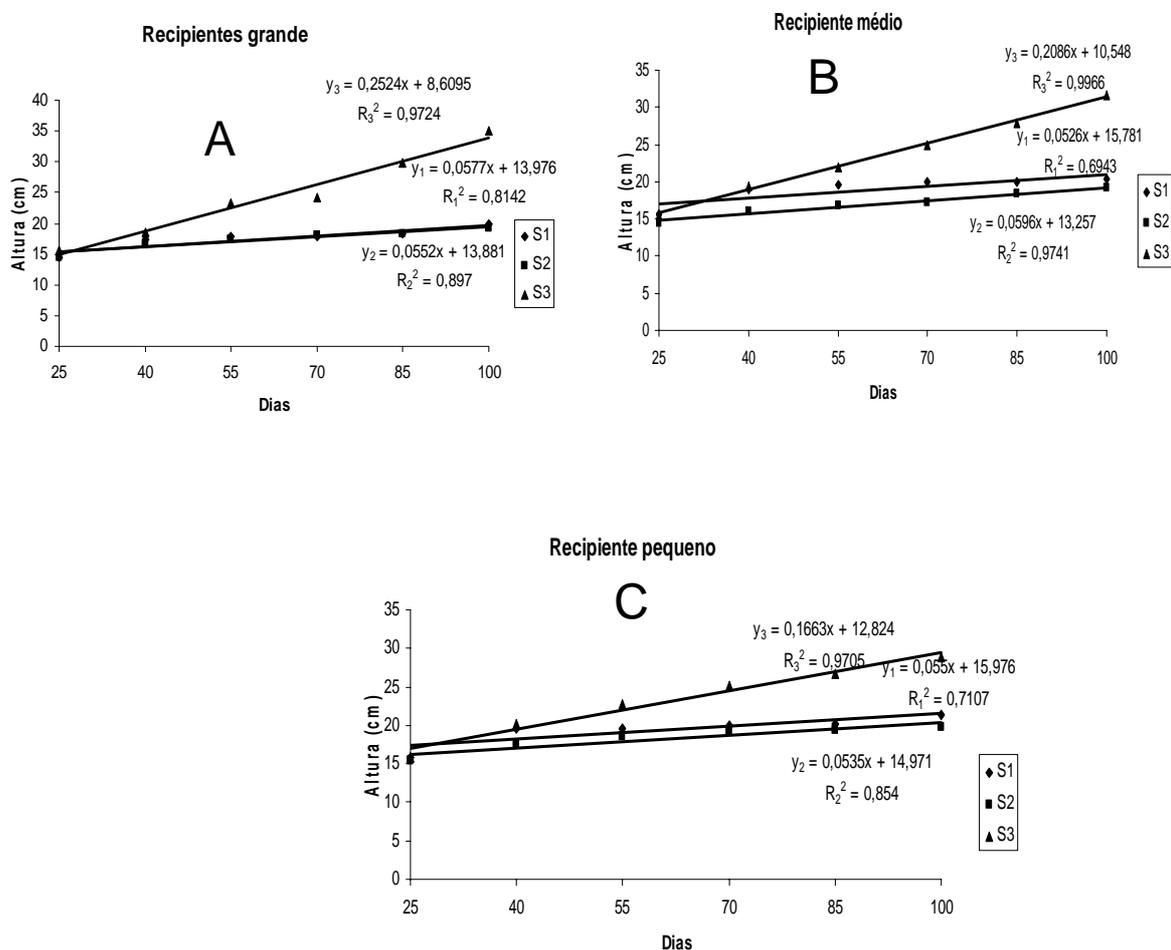
No período de avaliação aos 85 dias após a sementeira, observou-se que o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) favoreceu o desenvolvimento da altura das mudas no recipiente grande (28 x 40 cm), 29,9 cm. Os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentaram alturas das mudas menores, sendo respectivamente, 18,2 e 18,3 centímetros. No recipiente médio (20 x 30 cm) observou-se que o desenvolvimento maior aconteceu no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), sendo respectivamente, 27,9 cm. O substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) pode-se observar que altura das mudas foi menor, e altura de mudas piores aconteceram no substrato S2 (terra + areia vermelha + composto), sendo respectivamente, 20,0 e 18,3 centímetros. Observou-se que o tamanho do recipiente pequeno favoreceu o desenvolvimento da altura de mudas

maiores no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), 26,6 cm, sendo que o substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) apresentou altura das mudas menores, e substrato S2 (terra + areia vermelha + composto) mostrou-se altura das mudas piores, sendo respectivamente, 20,1 e 19,4 centímetros. Observou-se que nos 85 dias após a semeadura, a altura das mudas foi superior no substrato S<sub>3</sub> em todos os tamanhos de recipiente. Estes resultados foram semelhantes aos do trabalho de Gomes *et al.* (2005) sobre influencia de diferentes combinações de substratos na formação mudas de forta-enxartos de gravioleira (*Anona muricata* L.),

No desenvolvimento da altura das mudas aos 100 dias após a semeadura, observou-se que os tratamentos com S3 (terra + areia vermelha + húmus) no tamanho recipiente grande (28 x 40 cm) foram superiores, 35 cm. Alturas das mudas menores aconteceram nos substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e a S2 (terra + areia vermelha + composto), sendo respectivamente, 19,9 e 19,1 cm. O recipiente médio (20 x 30 cm) melhorou o desenvolvimento da altura de mudas no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), 31,7 cm, sendo que o substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) apresentou altura de mudas menor, e substrato S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentou valor altura de mudas mais baixa, sendo respectivamente, 20,4 e 19 2 cm. O recipiente pequeno (16 x 25 cm) melhorou o desenvolvimento da altura das mudas também no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), 28,9 cm. O substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) mostrou a altura de mudas menores e o substrato S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentou a altura de mudas pior, sendo respectivamente, 21,3 e 19,8 centímetros.

Portanto, entre 85 a 100 dias da semeadura, em geral, o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) aumentou a altura das mudas no recipiente grande (28 x 40 cm), provavelmente influenciado pela presença do húmus, que torna o pH neutro. Taiz e Zeiger (2002a) citam que a maioria das plantas cresce melhor quando pH do meio é mantido neutro. Blank *et al.* (2003) analisaram efeito de composições de substratos na produção de mudas de quiôô (*Ocimum gratissium* L.) e observaram que substratos húmus promoveram os melhores crescimentos em alturas das plantas. Segundo Fernandes *et al.* (2002) lithothamnium mais húmus de minhoca proporcionaram significativos crescimento e desenvolvimento em plantas de pimentão. Nicoloso *et al.* (2000) estudaram recipientes e substrato na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*, após 120 dias de emergência verificou-se que os sacos plástico médio e grande proporcionaram maiores valores da altura de planta. Cunha *et al.* (2005) estudando o efeito de substratos e dimensões dos recipientes na qualidade de mudas

de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl, constataram que as plantas provenientes dos recipientes maiores atingiram, em torno dos 180 dias, altura superior.



**Figura 6.** Valores médios de altura das mudas do cumaru (*Amburana cearensis*) obtidos no período de 25 a 100 dias após a sementeira. (A) efeito dos substratos dentro do recipiente grande; (B) efeito dos substratos dentro do recipiente meio e (C) efeito dos substratos dentro do recipiente pequeno. Fortaleza-CE, 2009.

Observa-se o crescimento da planta, medido pela altura (Figura 6a), ocorreu a uma taxa linear de  $0,25 \text{ cm dia}^{-1}$ , aos no tratamento do recipiente grande (28 x 40 cm) com substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), apresentaram altura da planta de 35 cm no período 100 dias após a sementeira. Os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentam taxa de crescimento da altura da planta são constante, sendo respectivamente,  $0,06 \text{ cm}$  e  $0,05 \text{ cm dia}^{-1}$  e apresentaram altura no período 100 dias após a sementeira de 19,9 e 19,1 cm.

Na figura 6b observa-se que a taxa do crescimento de altura da planta no recipiente médio (20 x 30 cm) com S3 (terra + areia vermelha + húmus) apresenta uma taxa constante de crescimento de 0,21 cm. Observando-se um aumento do crescimento da planta constante aos 25 a 100 dias após a semeadura, sendo de 15,5 a 31,7 cm. Os substratos S1 e S2 mostraram uma taxa constante de 0,05 e 0,06 cm dia<sup>-1</sup> e apresentaram altura da planta de 15,6 a 20,4 e 14,4 a 19,2 cm. No crescimento de altura da planta no recipiente pequeno com substrato S3 (figura 6c), verificou-se um taxa de 0,16 cm dia<sup>-1</sup>. Os substratos S1 e S2 apresentaram uma taxa de crescimento menor, sendo respectivamente, 0,06 e 0,05 cm dia<sup>-1</sup> e apresentaram a altura das plantas: 15,9 a 21,3 e 15,4 a 19,8 cm. A presença de húmus no substrato S3, provavelmente, tenha influenciado no pH neutro. Taiz e Zeiger (2002a) citam que a maioria das plantas cresce melhor quando pH do meio é mantido neutro. Blank *et al.* (2003) analisaram efeito de composições de substratos na produção de mudas de quiôidô (*Ocimum gratissium* L.) e observaram que substratos húmus promoveram os melhores crescimentos em alturas das plantas. Estes resultados foram semelhantes aos do trabalho de Gomes *et al.* (2005) sobre influencia de diferentes combinações de substratos na formação mudas de forta-enxartos de gravioleira (*Anona muricata* L.)

Em relação ao diâmetro do caule, verificou-se que as curvas de regressão ajustadas para esse parâmetro revelam efeito linear para efeitos dos substratos, afetando o crescimento e desenvolvimento do diâmetro, exposto na figura 7. Observa-se que nas 25 dias após a semeadura, verificou-se no recipiente grande (28 x 40 cm), o crescimento e desenvolvimento diâmetro do caule do cumaru maior aconteceu no substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana), sendo respectivamente, 2,62 mm e não diferia com substrato S2 (terra + areia vermelha + composto). O substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) apresentou valores diâmetro do caule menor. No recipiente médio (20 x 30 cm), verificou-se que os valores de diâmetro do caule não diferiram entre os substratos utilizados, aconteceu também no recipiente pequeno (15 x 25 cm).

Aos 40 dias após a semeadura, observa-se que no recipiente grande (28 x 40 cm) o crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule não há diferentes entre os substratos. No recipiente médio (20 x 30 cm), observou-se que o crescimento do diâmetro do caule começa a subir, com valor 2,67 mm, sendo que os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentaram crescimento do diâmetro menor, sendo respectivamente, 2,56 e 2,56 mm. No recipiente pequeno (15 x 25 cm), pode-se verificar que o aumento do tamanho do diâmetro do caule no substrato S3 (terra + areia vermelha +

húmus), 2,70 mm, ocorreu os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto), mostraram que tamanho do diâmetro do caule são menores, sendo respectivamente, 2,53 e 2,49 mm. Nicoloso *et al.* (2000) analisaram recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*, observaram que na primeira avaliação, não houve diferença significativa de tipo de recipiente e substratos para nenhum dos parâmetros de crescimentos analisados.

Nos 55 dias após a semeadura, pode-se verificar que o recipiente grande (28 x 40 cm) o crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) começa a subir, com valores de 3,23 mm, mas que não diferia com os tratamentos substratos S1 e S2, respectivamente, 3,04 e 3,07 mm. Também ocorreram nos recipientes médio e pequeno, observando-se que o crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule mais alto acontecer no substrato S3, sendo que os substratos que substrato S1 e S2 os menores.

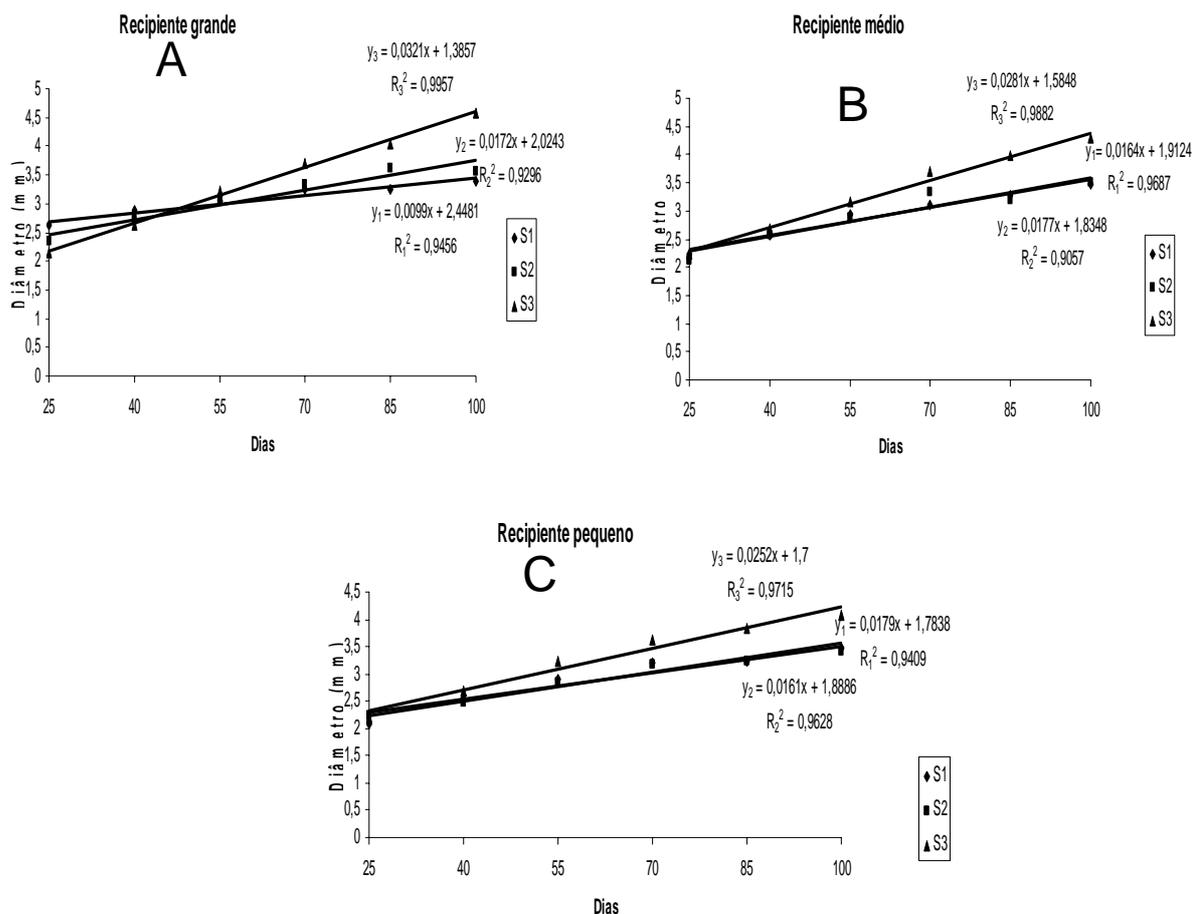
Nos 70 dias após a semeadura, verificou-se no recipiente grande (28 x40 cm) que o crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule for maiores no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), sendo respectivamente, 3,70 mm e, não diferindo nos substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto), 3,24 e 3,34 mm. No recipiente médio (20 x 30 cm) pode-se observar que o maior crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule aconteceu no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), 3,70 mm, sendo que o crescimento e desenvolvimento do diâmetros do caule menores aconteceram nos substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto), respectivamente, 3,29 e 3,20 mm. Também no recipiente pequeno (15 x 25 cm), verificou-se que o maior crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule aconteceu no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), 3,61 mm. Nos substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) o crescimento e desenvolvimento diâmetro do caule são menores, sendo respectivamente, 3,19 e 3,16 mm.

No crescimento do caule do cumaru nos 85 dias após a semeadura, observa-se que o recipiente grande (28 x 40 cm) aumentou o crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule, sendo que valor maior aconteceu no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), 4,05 mm. Os menores valores do crescimento do diâmetro do caule aconteceram no substrato S1 (terra + areia vermelho + bagana) e não diferindo com S2, sendo respectivamente, 3,61 e 3,24 mm. No recipiente médio (20 x 30 cm), verificou-se que o maior crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule acontecer no substrato S3 (terra + areia vermelho +

húmus), 3,98 mm. Os valores mais baixas do diâmetro do caule aconteceram nos substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto), sendo respectivamente, 3,29 e 3,20 mm. Também ocorreu no recipiente pequeno (15 x 25 cm), cuja maior crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule aconteceu no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), 3,83 mm. Os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto), apresentaram os menores valores do crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule menor, sendo, respectivamente, 3,23 e 3,23 mm.

Observa-se que o diâmetro do caule do cumaru aos 100 dias após a sementeira, tratamento com recipiente grande (28 x 40 cm) com substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), houve maior desenvolvimento diâmetro do caule, 4,58 mm. O valor do diâmetro menor foi ocorreu no tratamento substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) e substratos S2 (terra + areia vermelha + composto), sendo respectivamente, 3,55 e 3,40 mm. Nos recipiente médio e pequeno, observou-se maior crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule melhorou no substrato S3, sendo, respectivamente, 4,29 e 4,09. Os substratos S1 e S2 mantiveram desenvolvimento do diâmetro do caule baixo. Acordando com Pinto *et al.* (2007) estudado efeito de diferentes substratos na produção de mudas de goiabeira, observou-se que o húmus isolamento foi influência positivo o vigor das mudas representado pelo diâmetro do caule. Pois o húmus melhora nas características físicas, químicas, biológicas e aumenta a disponibilidade de vários elementos essenciais do substrato (Gomes e Paiva, 2006).

Pode-se verificar que no período de 70 até 100 dias após a sementeira foi aumentou a taxa de crescimento e desenvolvimento do diâmetro no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) nos três tamanhos de recipientes. Matematicamente, mostrou-se que o recipiente grande foi o que apresentam o maior crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule de *Amburana cearensis*. Cunha *et al.* (2005) apresentam que recipientes com maiores volume oferecem melhores condições para o desenvolvimento de mudas, contudo esses somente utilizados para espécies que apresenta desenvolvimento lento, e necessitando permanecer no viveiro longo tempo, ou quando se desejam mudas bem desenvolvidas.



**Figura 7.** Valores médios do diâmetro do caule de mudas de cumaru (*Amburana cearensis*) obtidos no período de 25 a 100 dias após a sementeira. (A) efeito dos substratos dentro do recipiente grande; (B) efeito dos substratos dentro do recipiente médio e (C) efeito dos substratos dentro do recipiente pequeno. Fortaleza-CE, 2009.

Observa-se que o crescimento e desenvolvimento do caule da planta, medido diâmetro do caule (figura 7a) no recipiente grande com substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), verificou-se a uma taxa linear de  $0,03 \text{ mm dia}^{-1}$ . O crescimento foi oscilatório, observando-se um aumento da taxa de crescimento no período 25 a 40 dias após a sementeira (2,15 a 2,64 diâmetros do caule) no substrato S3 do que taxa do crescimento nos substratos S1 e S2 (2,62 a 2,87 e 2,34 a 2,70 diâmetros do caule); em seguida no período 55 a 100 dias após a sementeira, o crescimento e desenvolvimento diâmetro do caule da planta no recipiente grande (28 x 40 cm) com substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus), a taxa do crescimento e desenvolvimento diâmetro do caule do cumaru maior, sendo respectivamente, 3,23 a 4,58 diâmetros do caule. Os substratos S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub> mostrando taxa do crescimento

constante, sendo respectivamente, 0,01 e 0,02 mm dia<sup>-1</sup> e apresentaram os diâmetros do caule são: 3,04 a 3,40 e 3,07 a 3,55 mm.

No crescimento e desenvolvimento do caule, figura 7b, observa-se que ocorreu uma taxa linear de crescimento de 0,03 mm dia<sup>-1</sup> no recipiente médio com substrato S3. O crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule aumentou de forma constante dos 25 a 100 dias após a semeadura, sendo, 2,24 a 4,29 mm. Serão os substratos S1 e S2 apresentaram taxa de crescimento e desenvolvimento constante e menor, respectivamente, 0,02 e 0,02 mm dia<sup>-1</sup> e apresentaram diâmetro do caule de 2,23 a 3,48 e 2,13 a 3,51. Na figura 7c, observou-se uma taxa linear de 0,02 mm dia<sup>-1</sup>. Verificou-se um aumento do crescimento e desenvolvimento do caule constante dos 25 a 100 dias após semeadura com diâmetro do caule: 2,20 a 4,09 milímetros, concordando com Pinto *et al.* (2007) pode-se verificar que no período de 70 até 100 dias após a semeadura foi aumentou a taxa de crescimento e desenvolvimento do diâmetro no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) nos três tamanhos de recipientes. Matematicamente, mostrou-se que o recipiente grande foi o que apresentam o maior crescimento e desenvolvimento do diâmetro do caule de *Amburana cearensis*. Cunha *et al.* (2005) apresentam que recipientes com maiores volume oferecem melhores condições para o desenvolvimento de mudas, contudo esses somente utilizados para espécies que apresenta desenvolvimento lento, e necessitando permanecer no viveiro longo tempo, ou quando se desejam mudas bem desenvolvidas.

Em relação ao número de folhas, verificou-se que as curvas de regressão ajustadas para essa variável revelam efeito linear para efeitos dos substratos afetando o número de folhas de mudas do cumaru (figura 8). Observa-se que aos 25 dias após a semeadura os fatores substratos e recipientes não afetam crescimento do aumentou número das folhas das mudas.

O recipiente grande (28 x 40 cm) com substratos S3 (terra + areia vermelha + húmus) proporcionaram maior números das folhas (5,83) aos 40 dias após a semeadura do que com os substratos S1 e S2. Também nos recipiente médio (20 x 30 cm) e pequeno (15 x 25 cm), observou-se que o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) sempre proporcionou maiores número de folhas por muda, sendo respectivamente, 5,98 e 5,95.

Nos 55 dias após a semeadura, o recipiente grande (28 x 40 cm), quando utilizado o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) apresentam o melhor resultado, com 8,00 folhas por muda. Os substratos que apresentam os menores valores do número de folhas por muda foram substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha +

composto), respectivamente, 6,08 e 6,25 folhas. No tratamento recipiente médio (20 x 30 cm) com o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) verificaram-se maior número de folhas por muda, 7,65 folhas. Isso também aconteceu no recipiente pequeno (15 x 25 cm), ao se verificar que o substrato S3, que contém o húmus, aumentou o número das folhas do cumaru, para 7,78 folhas/muda. Os substratos com a presença de bagana (S1) e composto (S2) apresentaram os menores resultados, respectivamente 6,23 e 5,95 folhas/muda.

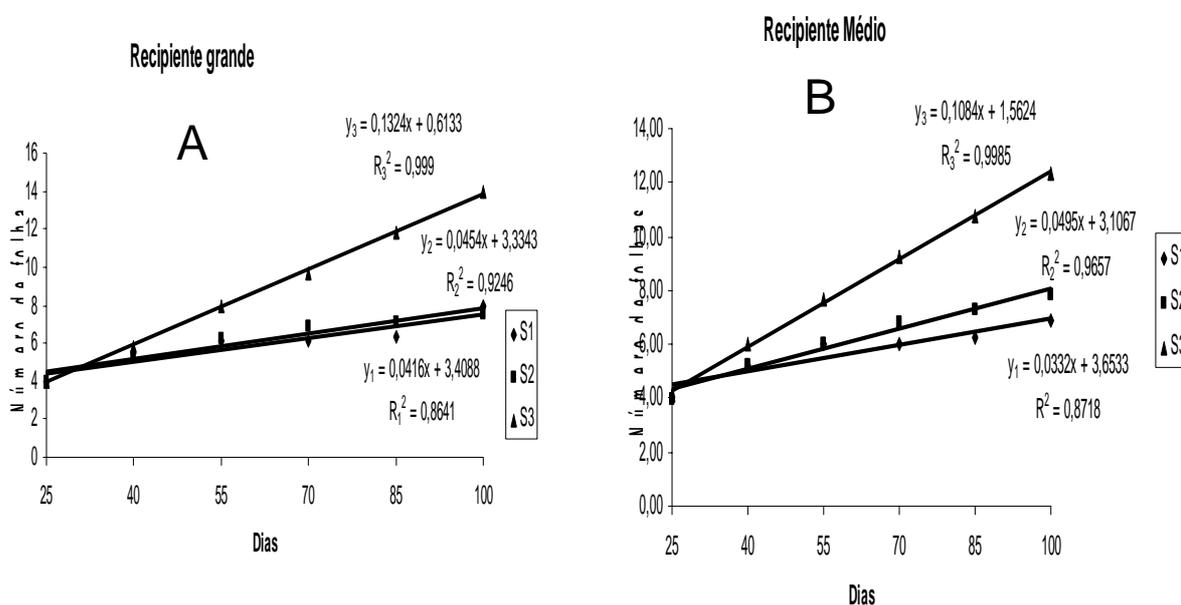
Observou-se que aos 70 dias após a sementeira, o recipiente grande (28 x 40 cm) contendo o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) destacou-se dos demais tratamentos, ao apresentar o maior número de folhas/muda, 9,70 folhas. Por outro lado, os menores resultados foram apresentados com os substratos S1 e S2, sendo respectivamente, 6,08 e 6,83 folhas/muda. O recipiente médio (20 x 30 cm) quando utilizado com o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) proporcionou o maior desenvolvimento foliar das mudas com 9,23 folhas/muda. No mesmo recipiente, os substratos S1 e S2 mostraram desenvolvimento foliar inferior, sendo respectivamente, 6,03 e 6,83 folhas/muda. Esses resultados também ocorreram com o recipiente pequeno (15 x 25 cm), sobressaindo-se a associação com o substrato S3 (9,83 folhas/muda), ao se comparar quando associado aos substratos S1 e S2, com os resultados, respectivamente, de 6,55 e 7,03 folhas/muda.

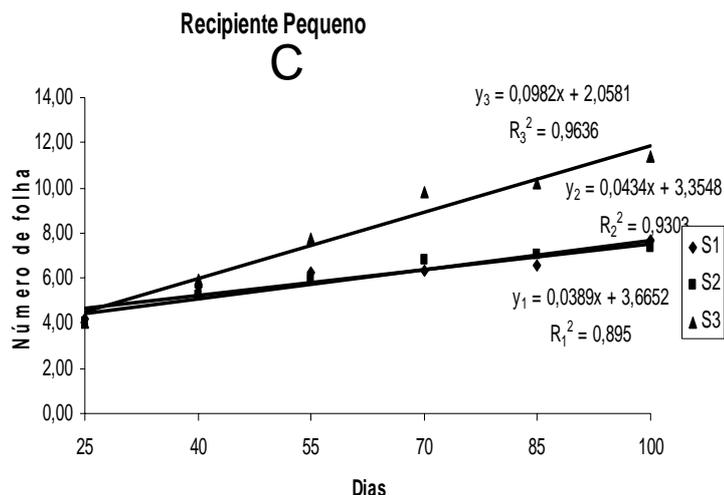
Nos 85 dias após a sementeira, observa-se que o recipiente grande (28 x 40 cm) associado ao substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) produziu o maior número de folhas/muda (11,85). Por outro lado, quando esse recipiente continha os substratos S1 e S2, os resultados foram inferiores, ou seja, 6,38 e 7,13 folhas/muda, respectivamente. Esse mesmo resultado ocorreu com os recipientes médio e pequeno, isto é: o tratamento do recipiente médio utilizando substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) apresentou 10,75 folhas/muda, valor superior quando comparado com os substratos S1 e S2 (6,23 e 7,28 folhas/muda, respectivamente). Já no recipiente pequeno verifica-se a superioridade do tratamento associado ao substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) em relação a associação com os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto), com os valores de 10,20 6,55 e 7,03 folhas/muda, respectivamente.

Quanto ao número de folhas aos 100 dias após a sementeira, observou-se que o tratamento do recipiente grande (28 x 40 cm) com substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) proporcionou o maior número de folhas por muda (13,95), sendo que esse mesmo recipiente com os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentaram números de folhas inferiores, 6,90 e 6,53 respectivamente. O

recipiente de tamanho médio (20 x 30 cm) contendo o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) também foi o melhor tratamento, com 12,30 folhas/muda, enquanto que esse mesmo recipiente associado com os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentaram resultados inferiores, sendo 6,88 e 7,80 folhas/muda, respectivamente. O recipiente pequeno (15 x 25 cm) associado ao substrato S3 também se destacou em relação aos tratamentos contendo os substratos S1 e S2, sendo os resultados, respectivamente, 11,38, 7,68 e 7,33 folhas/muda. Pode-se notar a superioridade do substrato com húmus em sua composição, indicando que essa fonte de matéria orgânica contribuiu para uma para um melhor crescimento da quantidade de folhas. Tal resultado concorda com Gomes *et al.* (2005) ao enfatizar que substratos que contenham húmus de minhoca em sua composição apresentam melhor agregação coligativa, podendo contribuir par uma melhor crescimento e/ou desenvolvimento.

Segundo carneiro (1995) o húmus auxilia na manutenção de uma adequada estrutura dos substratos. Pinto *et al.* (2007) mostraram a influência de forma positiva pelo emprego do húmus usado isolamento, ao incrementar maior número de folhas de goiabeira.





**Figura 8.** Valores médios do número de folhas por muda de cumaru (*Amburana cearensis*) obtidos no período de 25 a 100 dias após a semeadura. (A) efeito dos substratos dentro do recipiente grande; (B) efeito dos substratos dentro do recipiente meio e (C) efeito dos substratos dentro do recipiente pequeno. Fortaleza-CE, 2009.

Observa-se que o crescimento do número de folha da planta (figura 8a), ocorreu uma taxa de 0,13 folhas/planta dias<sup>-1</sup> no recipiente grande com substrato S3. Observando-se um aumento de número da folha no recipiente grande com substrato S3 são constantes aos 25 a 100 dias após a semeadura, sendo respectivamente, 4,00 a 13,95 folhas/planta. Será que os substratos S1 e S2 apresentam a taxa do desenvolvimento e crescimento número das folhas menores, sendo a taxa de 0,04 e 0,05 dias<sup>-1</sup> e mostrou o número da folha de 4,02 a 7,90 e 3,98 a 7,53 folhas/planta.

O recipiente médio (20 x 30 cm) com substratos S3 (terra + areia vermelha + húmus) proporcionou maior a taxa dos números das folhas de 0,11 dias<sup>-1</sup>. Observou-se ocorreu uma taxa linear de 0,11 folhas/planta dia<sup>-1</sup>. Observando-se um aumento da taxa de crescimento no recipiente grande com substrato S3 de 25 a 100 dias após a semeadura constante, sendo 4,10 a 12,30 folhas/planta. Será que os substratos S1 e S2 apresentam uma taxa crescimento menor, sendo respectivamente, 0,03 e 0,05 dias<sup>-1</sup>. Observando-se um aumento número da folha de planta nos substratos S1 e S2 são constantes, sendo 4,00 a 6,88 e 3,98 a 7,80 folhas/planta. Também nos recipiente médio (20 x 30 cm) e pequeno (15 x 25 cm), observou-se que o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) sempre proporcionou maiores a taxa do número de folhas por muda, sendo respectivamente, 0,10 dias<sup>-1</sup>. Pode-se notar a superioridade do substrato com húmus em sua composição, indicando que essa fonte de matéria orgânica contribuiu para uma para um melhor crescimento da quantidade de folhas. Tal resultado

concorda com Gomes *et al.* (2005) ao enfatizar que substratos que contenham húmus de minhoca em sua composição apresentam melhor agregação coligativa, podendo contribuir por uma melhor crescimento e/ou desenvolvimento. Segundo carneiro (1995) o húmus auxilia na manutenção de uma adequada estrutura dos substratos. Pinto *et al.* (2007) mostraram a influência de forma positiva pelo emprego do húmus usado isolamento, ao incrementar maior número de folhas de goiabeira.

Observou-se que o recipiente grande com substrato S3 apresentam taxa do crescimento e desenvolvimento da altura, diâmetro e número da folha da planta maior, sendo respectivamente, 0,25 cm de altura dia<sup>-1</sup>, 0,032 mm diâmetro dia<sup>-1</sup> e 0,13 folhas/planta dia<sup>-1</sup>. Cunha, *et al.* (2005) constataram que as plantas provenientes do recipiente maior (20 x 36,5 cm) atingiram, em torno dos 180 dias, altura, diâmetro e números das folhas superiores, sendo que o substrato S3 mostrou pH neutro para disponibilidade do crescimento e desenvolvimento da planta. O pH 7 é ideal para a disponibilidade de nutrientes para crescimento das plantas (FLOSE, 2004).

Os resultados da análise de variância para as variáveis relacionadas ao desenvolvimento das mudas estão expostos na tabela 6. O comprimento da raiz e peso da massa de matéria fresca da parte aérea da muda foram influenciados, pelos substratos, recipientes e interação entre os fatores analisados. O diâmetro do xilopódio e massa de matéria fresca da parte raiz foram influenciados pelos substratos e recipientes e não teve interação entre fatores analisados.

**Tabela 6.** Resumo da análise de variação do comprimento da raiz (CR), diâmetro do xilopódio (DX), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR) de plantas de *Amburana cearensis* produzidas em três recipientes e três substratos e colheitas aos 100 dias após a semeadura. Fortaleza - CE, 2009.

Fontes Variação	GL	Quadrados Médios			
		CR	DX	MFPA	MFR
Recipiente (R)	2	42,98*	15,88*	802,55*	2466,30*
Substrato (S)	2	798,50*	195,50*	6463,33*	36734,21*
R X S	4	43,08*	1,75 <sup>ns</sup>	355,58*	998,21 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	11,21	1,92	59,17	630,81
CV (%)	-	11,09	8,39	19,95	26,49

<sup>ns</sup> \*\* não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F respectivamente. CV - coeficiente de variação.

Na análise estatística observou-se interação significativa entre os diferentes tipos de recipientes e substratos, sendo estas diferenças significativas no comprimento da raiz e peso

da massa fresca da parte aérea. Na Tabela 7 observa-se que o comprimento da raiz de mudas foi influenciado tanto pelos diferentes substratos como pelos diferentes tamanhos de recipientes, com os maiores comprimentos de raiz no recipiente grande (28 x 40 cm) contendo os substratos S3 (terra + areia vermelha + húmus) ou S1 (terra + areia vermelha + bagana), com os valores de 37,0 cm e 34,2 cm, respectivamente. Os resultados inferiores ocorreram no substrato S2 (terra + areia vermelha + composto) associado aos três recipientes em estudo. Lucena *et al.* (2007) observaram que a ausência de composto orgânico no substrato afeta negativamente o desenvolvimento e comprimento de raiz de mudas de flamboyant. Caldeira *et al.* (2008) estudaram a utilização de composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha e observaram que a utilização de 100% de composto orgânico reduziu comprimento da raiz.

O recipiente grande (28 x 40 cm) promoveu o maior comprimento não diferindo do recipiente de tamanho médio (20 x 30 cm), quando associados aos substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S3 (terra + areia vermelha + húmus), sendo que menor comprimento ocorreu no recipiente pequeno em todos os três substratos. Esses resultados estão de acordo com Cunha *et al.* (2005), que ao estudarem o efeito de substratos e recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* verificaram que os recipientes de maiores dimensões apresentam os comprimentos de raiz mais elevados. Segundo Barros Pinto *et al.* (2007) a utilização de húmus afetou crescimento do sistema radicular, produzindo maior comprimento de raiz em mudas de goiabeira. Oliveira *et al.* (2004) avaliaram diferentes tamanhos de sacos de polietileno sobre desenvolvimento de mudas de leucena e observaram que os sacos grandes (30 x 25 cm) mostraram maior comprimento raiz. Novaes *et al.* (1998) avaliando a qualidade de mudas de *Pinus taeda*, produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes, encontraram correlação positiva entre o comprimento total e o número de novas raízes, com a altura e diâmetro das mudas alcançadas, aos 24 meses após o plantio.

**Tabela 7.** Valores médios do comprimento raiz (CR) e de massa fresca da parte aérea (MFPA) de muda *Amburana cearensis* produzidas em três recipientes e três substratos colhidas aos 100 dias após a semeadura. Fortaleza - CE, 2009.

Substratos	Recipientes		
	Grande (28 x 40 cm)-R <sub>1</sub>	Médio (20 x 30 cm)-R <sub>2</sub>	Pequeno (15 x 25 cm)-R <sub>3</sub>
	CR (cm)		
S1 (terra + areia vermelha + Bagana)	34,2 Aa	30,2 ABa	28,3 Ba
S2 (terra + areia vermelha + Composto)	23,6 Ab	18,7 ABb	20,6 Bb
S3 (terra + areia vermelha + Húmus)	37Aa	29,4 ABa	29 Ba
DMS	5,87	5,878	5,87
	MFPA (gramas)		
S1 (terra + areia vermelha + Bagana)	27,96 Ab	25,23 Ab	23,69 Ab
S2 (terra + areia vermelha + Composto)	27,55 Ab	26,08 Ab	20,49 Ab
S3 (terra + areia vermelha + Húmus)	85,56 Aa	62,59 Ba	47,92 Ca
DMS	13,49	13,49	13,49

\*Médios seguidas pela mesma masculino na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade.

No recipiente grande (28 x 40 cm) observou-se que o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) apresentou o maior peso da matéria fresca parte aérea (85,56 g), sendo que os substratos S1 (terra + areia vermelho + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) os menores resultados, respectivamente, 27,96 e 27,55 gramas. O recipiente médio (20 x 30 cm) com substrato S<sub>3</sub> também mostrou que o valor do peso de massa fresca da parte aérea são maiores, sendo que os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e substrato S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentaram os menores valores da massa fresca da parte aérea (respectivamente, 25,23 e 26,08 gramas) e não diferenças entre si. Isso também aconteceu no recipiente pequeno (15 x 25 cm), pode ser verificado no substrato S3 que proporcionou o peso da matéria fresca da parte aérea maior (62,59 gramas), sendo que o substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentaram os menores valores (respectivamente, 23,69 e 20,49 gramas), e não diferiram entre si. Esses resultados concordam com os de Blank *et al.* (2003), cujos efeitos de composições de substratos na produção de mudas de quiôio (*Ocimum gratissimum* L.), teve o húmus maior destaque na produção de biomassa da muda, incluindo matéria fresca parte aérea e da raiz. Gomes *et al.* (2005) detectaram que a ausência de bagana de carnaúba apresentou menor desenvolvimento na produção biomassa de *Annopna muricata* L. Para

Caldeira *et al.* (2008), em geral, mudas produzidas com 100% de composto orgânico não tiveram um bom desenvolvimento e produção de biomassa de aroeiro-vermelho.

Observando-se a tabela 7, pode-se verificar que o substrato S3 (terra + Areia vermelha + húmus) com o recipiente grande apresentou a maior massa de matéria fresca da parte aérea (85,56 g), diferindo com outros tratamentos dos recipientes de tamanhos médio (20 x 30 cm) e pequeno (15 x 25 cm). Observou-se que os recipientes de tamanho médio (20 x 30 cm) e pequeno (15 x 25 cm) apresentaram os mais baixos resultados do peso da matéria fresca da parte aérea, com 62,59 e 47,92 gramas, respectivamente.

Os substratos S2 (terra + areia vermelha + composto) e S1 (terra + areia vermelha + bagana) apresentaram o peso da matéria fresca parte aérea no recipiente de tamanho grande (27,96 e 27,55 gramas, respectivamente), não havendo diferença entre os recipientes médio e pequeno. Esses dados demonstram a importância da quantidade de substrato a ser explorado pelas raízes para produção de mudas de qualidade, pois recipientes maiores permitem um maior volume de raízes, aumentando a área de absorção de nutrientes. Reis *et al.* (1989), em estudo sobre a restrição do sistema radicular de *Eucalyptus grandis*, *E. cloeziana* e *E. camaldulensis*, verificaram, 116 dias após a emergência das plantas, maiores taxas de crescimento da parte aérea quando submetidas aos menores níveis de restrição, permitindo às plantas usufruírem de um maior volume de substrato para o crescimento das raízes. Segundo Teixeira *et al.* (2006) saco plástico de tamanho grande apresentou maiores massas de matéria fresca da parte radicular de mudas de *Triplaris americana* L. Sousa, *et al.* (2008) estudando o efeito de diferentes substratos e recipientes na produção de mudas de zínia, constataram que melhores valores foram observados no recipiente com maior volume de substrato.

Os valores médios para as variáveis de diâmetro do xilopódio estão na tabela 8. Nota-se efeito significativo dos substratos e recipientes sobre diâmetro do xilopódio, aos 100 dias após semeadura.

**Tabela 8.** Valores médios do diâmetro do xilopódio (DX), e massa fresca da raiz (MFR), de muda *Amburana cearensis* produzidas em três recipientes e três substratos e colhidas aos 100 dias após a semeadura. Fortaleza - CE, 2009.

Tratamentos	DX (mm)	MFR (gramas)
Grande (28 x 40 cm)-R <sub>1</sub>	17,85 a	110,59 a
Médio (20 x 30 cm)-R <sub>2</sub>	15,84 b	91,26 ab
Pequeno (15 x 25 cm)-R <sub>3</sub>	15,89 b	82,59 b
S1 (terra + areia vermelha + bagana)	15,67 b	72,25 b
S2 (terra + areia vermelha + composto)	12,98 c	54,33 b
S3 (terra + areia vermelha + húmus)	20,91 a	158,85 a
DMS	16,52	94,81

\* Médios seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade

O recipiente grande (28 x 40 cm) apresentou maior diâmetro do xilopódio das mudas, 17,85 mm, sendo que o recipiente médio (20 x 30 cm) não diferiu do recipiente pequeno (15 x 25 cm) na medição do diâmetro do xilopódio. De acordo com Cunha *et al.* (2005) recipientes de volume maiores oferecem melhores condições para desenvolvimento radicular. Cândido e Gomes (1993) sugerem o uso de recipientes plásticos de altura maior que o diâmetro para o ipê-felpudo (*Zeyhera tuberculosa* Vell. Bur.), em função do potencial crescimento de sua raiz pivotante. Segundo Cunha *et al.* (2005) recipientes de maior de volume oferecem melhores condições para desenvolvimento radicular de mudas, contudo esses somente devem ser utilizados para espécies que apresentam desenvolvimento lento e permanecerem no viveiro por longo tempo.

O substrato S3 (terra + areia vermelho + húmus) promoveu os maiores diâmetros do xilopódio, 20,91 mm. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Blank (2003) enfatizando o húmus como um componente que confere ao substrato maior retenção de umidade e leveza, fatores imprescindíveis para o crescimento de mudas. Gomes *et al.* (2005) avaliaram os substratos que continham húmus, tendo se destacados como os melhores, inclusive na formação do sistema radicular. Fernandes e Corá (2000) verificam que os substratos com maior quantidade de húmus de minhoca, proporcionaram maior macroporosidade, sugerindo melhor aeração e conseqüentemente um melhor ambiente para desenvolvimento radicular das mudas. O resultado mais baixo aconteceu no substrato S<sub>2</sub> (terra + areia vermelha + composto), 12,98 mm.

Na análise de variância observou-se interação não significativa entre os diferentes recipientes e substratos, tabela 8. A massa de matéria fresca da raiz foi influenciada significativamente tanto pelos recipientes e como pelos substratos. Verifica-se o recipiente grande proporcionou o aumento da biomassa de mudas, especialmente a massa de matéria fresca da raiz (110,59 gramas), apesar de não diferir, estatisticamente, do recipiente de tamanho médio (91,26 gramas). Verifica-se que a massa de matéria fresca menor (82,59 gramas) ocorreu no recipiente de pequeno, não diferindo do resultado do recipiente médio. Teixeira *et al* (2006) estudando o efeito de diferentes tamanhos de sacos plásticos na produção de mudas de *Triplaris americana* L. observaram que o saco plástico grande mostrou os maiores valores da massa fresca da raiz.

Observou-se que no substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) ocorreu maior massa de matéria fresca da raiz (158,85 gramas), sendo que os substratos S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + compostos) não apresentaram diferente significativa entre si. Araújo *et al.*, (2002) o húmus constitui-se em um componente de agregação das raízes ao substrato.

O resumo da análise de variância dos dados da matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) das mudas releva ausência de efeito significativo ( $P = 0,05$ ) entre os tratamentos representados pelos diferentes substratos (tabela 9). Para as variáveis massas de matéria seca da parte aérea (MSPA) e massa de matéria seca da parte raiz (MSR) das mudas houve diferente estatística entre os recipientes.

**Tabela 9.** Resumo da análise de variação matéria seca parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) de mudas de *Amburana cearensis* produzidas em três recipientes e três substratos e colhidas aos 100 dias após a semeadura. Fortaleza - CE, 2009.

Fontes Variação	GL	Quadrados Médios	
		MSPA	MSR
Recipiente (R)	2	32,25*	294,28*
Substrato (S)	2	515,27*	2202,26*
R x S	4	15,43*	61,51 <sup>ns</sup>
Resíduo	27	4,30	49,17
CV (%)	-	21,79	32,09

<sup>ns</sup> \*\* não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F respectivamente.

CV - coeficiente de variação.

Na massa de matéria seca parte aérea das mudas, observa-se que houve diferença estatística entre recipientes, substratos, bem como na interação. Observou-se que os maiores valores (21,06 gramas), da matéria seca da parte aérea foram acontecer nos tratamentos do

recipiente de tamanho grande (28 x 40 cm) associado ao substrato S<sub>3</sub> (terra + areia vermelha + húmus), pois o húmus além de influir no bom condicionamento físico, também contribui para uma boa formação de folhas, possibilitando, com isso, as formações mudam vigorosas e com alto desempenho vegetativo (Gomes *et al.* 2004).

O recipiente de tamanho grande (28 x 40 cm) contendo o substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) proporcionou valores maiores da massa seca da parte aérea (21, 06 gramas), sendo que os substratos S1 e S2 apresentarem pesos inferiores e não diferiram entre si. No recipiente médio (20 x 30 cm) a massa de matéria maior (16,88 g) foi no substrato húmus e também aconteceu no recipiente pequeno (15 x 25 cm) (13,29 g). Substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) não houve diferenças entre si. Portanto, A ausência do húmus no substrato aumentou a produção massa de matéria seca neste trabalho. Blank *et al.* (2003) citam que o substrato húmus foi eficiente no acúmulo de biomassa seca, mostrando a importância da presença da adubação orgânica com húmus no desenvolvimento de mudas de quiôidô. Pinto *et al.* (2007) relatam que o maior peso seco da parte aérea de mudas de goiabeira ocorreu no substrato húmus. Carneiro (1995) enfatiza que um componente mineral proporciona excelentes condições de aeração e drenagem; já o húmus de minhoca, é um componente orgânico que melhora as condições físicas do substrato, acelera o processo microbiológico e apresenta uma alta capacidade de troca catiônica, sendo, conseqüentemente, rico em nutrientes que são rapidamente liberados para plantas.

**Tabela 10.** Valores dos médios de massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de *Amburana cearensis* produzidas em três recipientes e três substratos e colhidas aos 100 dias após a semeadura. Fortaleza-CE, 2009.

Substratos	Recipientes		
	Grande (28 x 40 cm)-R <sub>1</sub>	Médio (20 x 30 cm)-R <sub>2</sub>	Pequeno (15 X 25 cm)-R <sub>3</sub>
MSPA (gramas)			
S1 (terra + areia vermelha + Bagana)	6,51 Ab	5,85 Ab	5,92 Ab
S2 (terra + areia vermelha + Composto)	6,22 Ab	5,12 Ab	4,82 Ab
S3 (terra + areia vermelha + Húmus)	21,06 Aa	16,88 Ba	13,29 Ba
DMS	3,64	3,64	3,64

\*Médios seguidas pela mesma masculino na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade.

O substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) associado ao recipiente de tamanho grande proporcionou a maior produção de biomassa de matéria seca da parte aérea de cumaru (21,06 gramas, dando que os tratamentos do substrato S1 (terra + areia vermelha + bagana) e S2 (terra + areia vermelha + composto) apresentaram valores de biomassa de matéria seca da parte aérea (MSPA) maior também no tamanho recipiente grande (28 x 40 cm), mas não diferiu com tamanho médio (20 x30 cm) e pequeno (15 x 25 cm). Este resultado concorda com os de Blank *et al.* (2003) cujo substrato húmus proporcionou maior massa de matéria seca de caule de mudas quiôidô, indicando que o húmus contém características nutricionais e estruturais, que implicam no melhor desenvolvimento das espécies. Cunha *et al.* (2005) constatou-se que o recipiente grande (20 x 36,5 cm) foi responsável pelo maior valor de massa de matéria seca. Nicoloso *et al.* (2000) observou-se que o peso do caule foi significativamente maior no saco plástico grande.

Observa-se, na análise estatística (tabela 11), que a interação entre recipientes e substrato não foi significativa na massa de matéria seca da raiz, verificando-se que o recipiente de tamanho grande (28 x 40 cm) proporcionou maior matéria seca da raiz (26,38 g) e não ter sido diferiu com recipiente médio (20 x 30 cm). O menor valor de matéria seca da raiz (16,57 gramas) aconteceu na recipiente pequeno (15 x 25 cm), não diferindo com recipiente de tamanho médio. Tais resultados corroboram com os relatos de Chagas *et al.* (2006), que estudaram a formação mudas maracujá amarela em quatro tamanhos de recipiente e observaram que as mudas que apresentaram maior peso seco de raiz foram as produzidas no

recipiente grande. Cândido e Gomes (1993) que sugerem o uso de recipientes plásticos de altura maior que o diâmetro para o ipê-felpudo (*Zeyhera tuberculosa* Vell. Bur.), em função do potencial crescimento de sua raiz pivotante. Lima *et al.* (2006) analisou volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira, se observou que o volume do recipiente teve grande influência sobre o crescimento da mudas de com produção de massa seca da parte raiz é maior, enquanto recipiente menor apresentou massa seca da parte aérea é inferior.

**Tabela 11.** Valores médios de massa seca da raiz (MSR) de mudas de *Amburana cearensis* produzidas em três recipientes e três substratos e colhidas aos 100 dias após a semeadura. Fortaleza - CE, 2009.

Tratamento	MSR (gramas)
Grande (28 x 40 cm)	26,38 a
Médio (20 x 30 cm)	22,6 ab
Pequeno (15 x 25 cm)	16,57 b
S1 (terra + areia vermelha + bagana)	16,1 b
S2 (terra + areia vermelha + composto)	12,13 b
S3 (terra + areia vermelha + húmus)	37,32a
DMS	21,85

\* Médios seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade.

Observou-se que o peso da matéria seca da raiz superior (27,32 g) aconteceu no substrato contendo húmus, enquanto que os inferiores ocorreram nos substratos contendo o composto orgânico e a bagana de carnaúba. Esses resultados foram semelhantes com os do trabalho de Blank *et al.* (2003), cujo húmus promoveu os melhores crescimentos e produção da massa seca da raiz.

## 5. CONCLUSÕES

1. o recipiente grande (28 x 40 cm) com substrato S3 (terra + areia vermelha + húmus) proporcionam a produção de mudas mais vigorosas de cumaru;
2. o recipiente pequeno (15 x 25 cm) associado aos substratos S1 e S2 produzem mudas de qualidade inferior;
3. para a produção de mudas de cumaru recomenda-se a utilização do recipiente grande com substrato S3

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. F. de; ABREU, C. A. de; BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.17-28. (Documentos IAC, 70).

AGUIAR, I. B., VALERI, S. V., BANZATTO, D. A., CORRADINI, L., ALVARENGA, S. F. Seleção de componentes de substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 41/42, n.1, p.36-43, 1989.

ARAÚJO, F. B. S.; ROSA, M. F.; NORÕES, E. R. V.; CORREIA, D.; BEZERRA, F. C. Aproveitamento de resíduos da agroindústria de água-de-coco verde. In: VI SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2002, Gramado, RS, 2002.

ARBORIZAÇÃO urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS/Cristina Aparecida Gonçalves Rodriques... Corumbá; Embrapa Pantanal, 2002, 26p. (Embrapa Pantanal, Documentos, 42).

BAILEY, D. A.; Nelson P. V.; Fonteno, W. C. Substrate pH and Water Quality. DA Bailey, PV Nelson, WC Fonteno - edu/depts/hort/floriculture/plugs/ph. pdf. Accessed July, 2006 - ces.ncsu.edu Page 1.

BAKKER, A. P. de. Efeito do húmus de minhoca e da inoculação do fungo micorrizico arbuscular *Glomus macrocarpum* Tul. E Tul. Sobre desenvolvimento de mudas de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) 1994 60 f. Dissertação (Mestrado em Solos) - universidade do Ceará, Fortaleza.

BARBOSA, D. C. A. Estudo ecofisiológicos em *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. Aspecto da germinação e crescimento. Tese do doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1980.

BLANK, F. A.; BLANK A. de F. M. ; SILVA, de A. P.; TORE, R. E. M.; MENESES, de A. J.H. Efeito de composições de Substratos na produção de mudas de quiôidô (*Ocimum gratissimum* L.). *Revista Ciência Agronômica*, Vol. 34, NO. 1 -: x - y p7. 2003.

BONFIN, G.V; CARVALHO, A.C.P.P., BEZERRA, F.C.; AZEVEDO, B.M.; VIANA, T.V.A.; OLIVEIRA, K.M.A.S. Efeito de diferentes volumes de substrato na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental. In: V Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas, 2006, Ilhéus/BA. Anais do V Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas. Ilhéus: 2006, v.1, p. 131.

CALDEIRA, M. V. W., ROSA, G. N. da., FENILLI, T. A. B., HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeiro-vermelho. *Ciência Agrária*, v.9, n.1, p.27-33, 2008.

CAMPINHOS, J. E.; IKEMORI, Y. K. Nova técnica para a produção de mudas de essências florestais. **IPEF**. V. 23, p. 47-52, 1983.

CÂNDIDO, J.F.; GOMES, J.M. Introdução as novas técnicas na produção de viveiros florestais II. Viçosa: ISF, 1993. 144p. (Documento SIF).

CARNEIRO, J.G. de A. Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfofisiológicos que indicam a sua qualidade. Série técnica. FUPEF, Curitiba (12): p.1-40, 1983.

CARVALHO, P. E. R. Espécies Arbóreas Brasileiras - Brasília: Embrapa Informação Tecnologia; Colombo, PR: Embrapa, 2003, 433-439 p.

CARNEIRO J. G. A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais, Curitiba: UFDR/FUPE, 1995, p.451.

CASAGRANDE JUNIOR, J. G.; VOLTONI, J. A.; HOFFMANN, A. Efeito de material orgânico no crescimento de mudas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). Revista Brasileira Agrociência, Pelotas v.2 n. 3. p. 187-190, set/dez. 1996.

CHAGAS, I. M.; TAVARES, J. C.; FREITAS, R. da S.; RODRIQUES, D. S. de O. Formação de mudas de maracujá amarelo em quatro tamanhos de recipiente. Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA), Mossoró-RN-Brasil, v. 1, n. 2, p.122-133 junho/dezembro de 2006.

COSTA, A. M. G., COSTA, J. T. A., JUNIOR, A. T. J., CORREI, D. FILHO, S. M. Influência de diferentes combinações de substratos na formação de porta-enxertos de gravioleira (*Annona muricata* L.). Revista Ciência Agrônômica, v.36, n.3, p. 299-305, 2005.

CUNHA, M. do C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith -cumaru – Leguminosae Papiloonoideae. Revista Brasileira de Sementes, v. 25, n. 2, p.91-94, 2003.

CUNHA, M. B. da. Comparação de métodos para obtenção do peso de mil sementes de aveia preta e soja. 2004. 17f. Dissertação (Mestrado em Ciências e tecnologia de sementes) – Universidade Federal de Pelotas.

CUNHA, R. M.; ARLINDO, D. M.; PEREIRA, I. M. Avaliação diferentes tamanhos de sacos de polietileno sobre o desenvolvimento de mudas de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) Dewit). Revista de Biologia e Ciências de Terra, v. 4, n. 2-2<sup>o</sup>, 2004. p.4 (resumo).

CUNHA, A. O., ANDRADE, L. A. A., BRUNO, R. L. A., SILVA, J. L. A., SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade de mudas de *Tabebuia impetiginosa* (mart. Ex D.C.) Standl. Revista Arvore Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 511-514, 2005.

FANTI, S. C. ; FERREZ, S. R. J. G. A. Influencia do substrato e do desenvolvimento acelerado na germinação de olho de dragão (*Adenanthera pavonina* L. Fabaceae). Revista Brasileira de sementes, Brasília, v.21, n.2, p. 135-141, 1999.

FERMINO, M.H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, M.F.; ABREU, C.A.; FURLANI, P.R., QUAGGIO, J.A. & MINAMI, K. (Coords.). Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p.29-37.

FERREIRA, A. F. Programa sisnar. 2006. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/saftworg.Htm>. [acesso em 5 abril 2007].

FERREIRA, A. F. Restauração de mata ciliar na região do Baixo São Francisco. 2006. Disponível em: <http://www.fap.se.gov.br/> [acesso em 13 de abril 2007].

FEREIRA, A.V. & PEREIRA, E.B.C. Influência do tamanho do saco plástico no desenvolvimento de mudas de seringueira, durante a fase de viveiro. Comunicado técnico, EMBRAPA/CNPDS, Manaus (38): 1-7, 1985.

FERNANDES, C.; CORÁ, J.E. Caracterização físico-hídrica de substratos utilizados na produção de mudas de espécies olerícolas e florestais. Horticultura Brasileira, Brasília, v.18, Supl. ,p.469-471, 2000.

FIGLIOLLOIA, M.B.; OLIVEIRA, E. C. & PINARODRIGUES, F. C. M. Sementes Florestais Tropicais. Brasília: ABRATES 1993.350p.

FLOSE, E. L. Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê – Passo Fundo: UPF, 2004. 408p.

FONSECA, E.P. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em “Win-strip”. Viçosa, 1988. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.

FONSECA, T.G. Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação. Piracicaba, 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

GOMES; J.M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K. Viçosa, 2001. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa.

GOMES, J. M.; NOGUEIRA, de P. H.; Veveiras Florestais [programa sexual] UFC 3 ed. 2006

GOMES, J. M.; COUTO, L. P.; & PERREIRA, A. R. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes em bandejas de isopor. Revista Arvore viçosa-MG. V. 89. no.1, p.58-86. 1985.

GOMES, J. M., SILVA A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas in: BARBOSA, J. G., MARTINEZ, H. E. P., PEDROSA, M. W., SEDIYAMA, M. A. N. Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa: UFV, 2004, p. 190-225.

GOMES, C. M. A., COSTA, J. T. A., JUNIOR, A. T. C., CORREIA, V., FILHO, S. M. Influência de diferentes combinações de substratos na formação de forta-enxertos de gravioleira (*Anona muricata* L.) Revista ciências Agronomia, v.36, n. 3 p. 300-305, 2005.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros florestais: [propagação sexuada]. 3 ed. – Viçosa, UFV, 2006, 35-62 p.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: USP/ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996. 1 CDROM.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTERELLI, E.G.; NETO, S.P.M.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.) Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 309-350.

GROLTI, P. R. Compostos de lixo domiciliar como condicionador de substratos para plantas arbóreas. Porto Alegre: UFRGS, 1991. 125 p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T. Plant Propagation: Principles and practices. 5. ed. New York: Prentice Hall, 1990. 647p.

HENDRECK, K., BLACK, N. Growing media for ornamental plant and turf. Sydney, university of New South Wales Press. 2002. 550 p.

HENIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. Os solos agrícolas. Rio de Janeiro: Forense, Universitária, 1976. 327 p.

HOFFMANN, A.; PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J. Efeito de substratos na aclimatização de plantas micropropagadas o port-enxerto de maneira Marubakaido. Revista Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.25, n.2, 462-467p. 2001

IBAMA, Sementes Florestais: Colheita, beneficiamento e armazenamento. 1998. p. 26.

JESUS, R. M. de.; MENANDRO, M. de S.; BATISTA, J. L. F.; DO COUTO, H. T. Efeito do tamanho do recipiente, tipo de substrato e sombreamento na produção de mudas de louro (*Cordia trichotama* (Vell.) Arrab.) e Gonçalo-Alves (*Astronium fraxinifolium* Schott). IPEF, n. 37, p.13-19, dez, 1987.

JOSÉ, A. J., DAVIDE, A. C., OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas aroeira (*Schinus terebinthfolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. Cerne, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, abr./jun. 2005.

JOHNSON, J. D.; CLINE, P. M. Seedling quality of southern pines. In: DUREYA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Eds.). Forest regeneration manual. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 143-162.

JUNGK, A. Figenschaeften des Torfs and anderer Substrate in there Bedeutung fur die brnahrung der Pflanze, Telma. V.5, p. 167-187, 1975.

KAMPF, A. N. produção comercial de plantas ornamentais Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2000, 254p.

KAMPF, A. N.; FERMINO, M. H. Substratos para plantas; a base da produção vegetal em recipientes. In EMCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. 2000. Porto Alegre **anais...** PortoAlegre: Gênecis, 2000. 312p.

KIISKILA, S. The effect of seedling size on field performance: PRT s notes from the field. 1999. Disponível em: <<http://www.prtgroup.com/customersupport/resources/field/prtkiiskila>>. Acesso em: 8 out. 2008.

LATIMER, J. G. Container size and shape influence growth and landscape performance of marigold seedling. *Hort Science*, Alexandria, v.26, n.2, p.124-126, 1991.

LEPRINCE, G.; HENRY, G. A. F.; MCKERSIE, B. A. The mechanisms of desiccation tolerance in developing seed. *Seed Science Research* 3: 231-246. 1993.

LELES, J. C.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSA, D. G. Comportamento de mudas de *Hymanea courbaril* L. var. *stibocarpa* (hayne) Lee et Langenh. E *Apuleia leiocarpa* (vog.) Macbr, produzida sob três regimes de irrigação. *Revista Arvore Viçosa*, v. 22, n. 1, p. 11-19, jan./mar. 1998.

LIMA, J. D. *et al.* Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* mart. Ex Tul (*leguminosae, caesalpinoideae*), *Revista Arvore*, Viçosa-MG, v.30, no. 4, p.513-518, 2006.

LIMA, R. L. S.; FERNANDEZ, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce CCP-76 submetidas a adubação orgânica e mineral. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 391-395, 2001.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; JERENIMO, J.F.; VALE, S.; PIXÃO, F.J. R.; BELTÃO, N. E. M. Substratos para produção de mudas de mamona 3: mucilagem de sisal associada a quatro fontes de matéria orgânico. In CONGRESSO DE BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004 Campina Grande . Anais.. Campina Grande Embrapa Algodão, 2004.

LONGA, A.D. *Minhoca: de Fertilizadoras do solo a fonte alimentar*. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1995,79 p.

LOPES, A. S. *manual de fertilidade do solo*. São Paulo: ANDA/FOTAFÒS, 1989. 253p.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352 p.

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*, v. 1, no. 4 Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2002, 206p.

LOURES, J. L. *et al.* Produção e teores de nutrientes no tomateiro cultivado em substrato ontendo esterco de suíno. *Horticultura Brasileira*, v.16, n.1, p.50-55, 1998.

LUCENA, A. M. A., GUERRA, H. O. C., CHAVES, L. H. G., COSTA, F. X. Influência natureza do substrato e da água de irrigação no crescimento de mudas de flamboyant (*Delonix regia*). *Revista Caatinga*. Universidade Federal Rural do semi-árido (UFERSA) Pro - Reitoria de pesquisa e Pós-Graduação. 2007.

MACEDO, A. Ç.; KOGEYAMA, P. Y.; COSTA, L. G. S. Produção de mudas em viveiros florestais espécies nativas. *Internacionais de Catalogação na publicação*, São Paulo, Fundação Florestal. 1993.

MACIEL, A. Z. F. H.; ROCHA, S. D.; PARO, P.; GIODA, M. ; BROTEL G. C. M. Produção de mudas *Jatropha curcas* L. em diferentes substratos. Faculdade Assis Gurgacz (FAG). 2007.

MAIA, G. N. Caatinga arvore e arbustos e suas utilidades. 1. ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004, p.173-181.

MALVESTITI, A. L. Propriedades e aplicação da fibra de coco na produção de mudas, in: BARBOSA, J. G., MARTINEZ, H. P., PEDROSA, M. W. SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.). Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa: UVF, 2004. p. 129-157.

MARQUES, L.C.T. & YARED, J.A.G.. Crescimento de mudas de *Didimopanax morototoni* (Ablet. ) Decne (morototó) em viveiro em diferentes misturas de solo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, Curitiba, 1984. Anais. Curitiba, IUFRO/UFP, 1984. p.149-63.

MARTINEZ, H. E. P. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa: UFFV. 2000, 137 p. ( Cadernos didáticos n.1).

MARTINEZ, P. F. Manejo substrato para Horticultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. 3, 2002, Campinas, anais... Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p.53-76 (Documento IAC: n. 70).

MELE, E.; MATALIANA, A.; PAGES, M.; TRILLAS M. Influência de las propiedades físicas del substrate em horticultura ornamental. Aplicacion al *Pelargonium zonale*. Anales del Instituto de Invesgaciones Agrárias. Serie Agrícols, v. 18, p. 57-64,1982.

MELLO, A. C. G. Efeito de recipientes e substratos no comprimento silvicultural de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden e do *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. Piracicaba, ESALQ, 1989. 80p. (Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais).

MELO, B. de Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arábica* L.) em tubetes 1999. 119f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Mossoró, 1999.

MENDONÇA, V., ARAUJO NETO, S.E., RAMOS, J. D., PIO, P., GONTIJO, T. C. A. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro ‘Sunrise Solo’. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v. 25, n. 1, p.127-130, 2003

MILNER, L. Water and Fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., Ribeirão Preto, 2001. Proceedings Ribeirão Preto: ISCN, ,p.108-111, 2001.

MINAMI, K. Adubação em substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (eds.) Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, 2000. p.147-152.

NICOLOSO, F. T., FORTUNATO, R. P., ZANEHETTI, F., CASSOL, L. F., EISINGER, S. M. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*. Ciência Rural v.30, n.6, p.989-991. 2008.

NOVAES, R.F.; REGO, A.K.; GOMES, J.M. Nível crítico de potássio no solo e na planta para o crescimento de mudas de *Pinus taeda*. Revista *Árvore*, v.4, p.14-23, 1998.

OLIVEIRA, A. dos S.; SANTOS, M. da F.; SIMÕES, R.A.; AMANCIO, V.F.; ARRIGONI-BLANK, M. de F.; SILVA, P. de A.; MENDONÇA, M. da C.; SILVAMANN, R.; BLANK, A.F. Avaliação da composição e concentração do adubo orgânico na produção de mudas de erva cidreira verdadeira (*Melissa officinalis* L.). In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DA BAHIA, 3. Resumos... Feira de Santana: UEFS, 2002. p.34. (Resumo).

OLIVEIRA, R. M. .; ARLINDO, D. M.; PEREIRA, I. M. Avaliação diferente tamanhos de sacos de polietileno sobre o desenvolvimento de mudas de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) Dewit). *Revistas de Biologia e Ciências da terra*, v. 4, n. 2-2<sup>o</sup>, 2004. (Resumo).

PEREIRA, C. P. Avaliação da qualidade de mudas de tamarindeiro produzidas em viveiro. 2005. 71f. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

PINTO, B. L.J.; TAVARES, C. J.; ARAÚJO NETO, J. A. de; FREITAS, da S. R.; RODRIGUES, de O. S. G. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas goiabaeiro. *Revista de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde Agricultura Alternativa (GVAA)*, v. 2 n. 1, p. 127-134, 2007.

QUEIROZ, J. A.; MLEM JUNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe alaraceae* Mart.). *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal v. 21, n. 1, p. 460-462. ago. 2001.

RAIJ, B. Van; Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

REIS, G.G., REIS, M.G.F., MAESTRI, M., *et al.* Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloensiana* sob diferentes níveis de restrição radicular. *Revista Árvore*, Viçosa, v.13, n.1, p.1-18, 1989.

RIBEIRO, M. C. C., MORAIS, M. J. A., SOUSA, A. H., LINHARES, P. C. A., JUNIOR, A. P. B. Produção de mudas de maracujá amarelo com diferentes substratos e recipientes. *Caatinga*, Mossoró, v.18, n.3, p.155-158, jul./set. 2005.

RODERJAN, C.V. Morfologia do estágio juvenil de 24 espécies arbóreas de uma floresta com araucária. Curitiba: UFPR, 1983. 148p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

ROSA, S. G.T. & FERREIRA, A. G. 2001. Germinação de sementes de plantas medicinais lenhosas. *Acta Botanica Brasilica* 15(2): 147-154.

ROSSI, F.; SHIMODA, E. Apostila de Minhocultura. Viçosa: UFLA, 1995, 10p.

SALVADOR, E. D. Efeito de diferentes substratos no crescimento e desenvolvimento de samambaia (*Polypodium aureum*). Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1995. 67p. (Dissertação de Mestrado).

SAMÔR, O. J. M., CARNEIRO, J. G. de A., BARROSO, D. G., LELES, P. S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbâni, produzidas em diferentes recipientes e substratos. Revista Arvore Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 209-215, abr/jun.2002.

SCHIMIDT-VOGT, H. Morpho-physiological quality of forest tree seedlings: the present international status of research. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, 1984. p. 366-378.

SILVA, I. R.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N.; VALE, F. R. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativa em resposta à adubação potássica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 32, n. 2, p. 205-212, fev. 1997.

SILVA, A. P. P. da. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo em tubetes. 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

SILVA, R. P. da; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influencia de Diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpe* DEG) Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v.23, p377-381, ago 2001.

SOUZA, P. V. D. Optimización de le produccion de plantones de cítricos en vivero: inoculación con micorrizas vesiculares arbusculares. 1995. 201 f. Tesis (Doctoral) - Universidad Politécnica de Valencia. 1995.

SOUSA, H. H. De F., BEZERRA, F. C., JUNIOR, R. N. de A., ARAUJO, D. B., FERREIRA, F. V. M. Produção de mudas de zinia em substratos á base de resíduos orgânicos em diferentes tamanhos de recipientes. Departamento ciências do Solo UFC e Embrapa Agroindústria Tropical. Um resume. 2008.

SPURR, S. H., BARNES, B.V. Ecologia florestal. México, AGT, 1982.

TAIZ, L. ZEIGER, E. Fisiologia vegetal, 3ª Edição, artmed, p.99. 2002.

TERCEIRO NETO, C. P. C., HERNANDEZ, F.F.F., BEZERRA, F. C., SOUSA, F. F., CAVALCANTI, M. L. F. Efeito de diferentes substratos na aclimatação “ ex vitro” de mudas de violeta Africana (*Saintpaulia ionantha* Wendl). Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 4, n. 2-2<sup>o</sup>, p. 35. 2004.

TEIXEIRA, S. de A., MIOCHI, R. A., GERARDI, C. G., SCHORN, L. A. Efeito de diferentes de sacos plásticos na produção de mudas de *Triplaris americana* L. e *Jacarandá micrantha* Cham. Nota Científica p.765-766. 2006.

WALLER, P. L., WILSON, F. N. Evaluation of growing media for consumes use. Acta Horticulture, v. 150, p.51-57, 1983.

WENDLING, I., GATOT, A., PAIVA, H. N. de., GONÇALVES, W. Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas. Viçosa, MG: aprenda Fácil, 2002. 166p.

ANEXO