



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**NAILTON RODRIGUES DE CASTRO**

**SUBSTRATOS E RECIPIENTES NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE  
CAJUEIRO**

**FORTALEZA**

**2019**

NAILTON RODRIGUES DE CASTRO

SUBSTRATOS E RECIPIENTES NA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE  
CAJUEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo. Área de Concentração: Química, Fertilidade e Biologia do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa

Co-orientadora: Profa. Dra. Marilena de Melo Braga

FORTALEZA

2019

NAILTON RODRIGUES DE CASTRO

SUBSTRATOS E RECIPIENTES NA PRODUÇÃO DE PORTAS-ENXERTOS DE CAJUEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo. Área de Concentração: Química, Fertilidade e Biologia do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa  
Co-orientadora: Profa. Dra. Marilena de Melo Braga

Aprovada em: 24/07/2019

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi  
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)

---

Dr. Ronialison Fernandes Queiroz  
Engenheiro Agrônomo

---

Prof. Dr. William Natale  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Á Deus e aos meus pais Manoel Tarcísio e Marineide Rodrigues pela educação. A minha amada esposa Edna Castro, filhas Maria Julia e Maria Alice pelo amor, paciência, companheirismo e incentivo. As minhas avós Maria Rodrigues (*In memorian*) e Joana Brígida (*In memorian*).

## AGRADECIMENTO

À Deus, Grande Arquiteto do Universo, pela saúde, paciência e força para enfrentar as dificuldades da caminhada.

Aos meus familiares Manoel Tarcísio (pai), Marineide Rodrigues (mãe), Narciso Rodrigues (irmão) e Naiane Rodrigues (irmã) pela formação pessoal.

Aos meus amores Edna Castro, Maria Julia e Maria Alice pela compreensão, paciência, carinho e amor.

À Universidade Federal do Ceará e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo pelo conhecimento e qualificação na minha formação profissional.

Aos meus orientadores Márcio Cleber e Marilena Braga pela dedicação, orientação e aprendizagem.

Aos professores e pesquisadores que ajudaram em minha trajetória William Natale, Ronialison Fernandes, Carlos Alberto, Adriana Guirado e Lindbergue Crisóstomo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – *campus* Cocal, principalmente aos professores do eixo de recursos naturais pela liberação para realizar minha qualificação e apoio.

Aos irmãos maçônicos da Grande Loja Maçônica do Ceará e Luz da Restauração nº34 pelos bons fluidos emanados.

Aos amigos Aparecido Porto, Luciano Sotero, Ivanildo, Edvaldo, Thales Andrade, Leonardo Dutra, Damião Nascimento, Arimatéia, Valdir Almeida, João Bosco, Evilardo Castro, Jorge Moita pelos momentos de apoio e descontração.

Aos amigos da pós-graduação Erica Paloma, Ícaro Vasconcelos, André Nogueira, Emanuela, Ana Carla, Luiz e Rafaela pelas contribuições no meu estudo.

Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz.

(Bill Gates)

## RESUMO

O uso de substratos alternativos na produção de porta-enxerto de cajueiro anão-precoce é importante como opção interessante aos viveiristas, visando principalmente a diminuição da utilização de adubos químicos e substratos comerciais, ampliando a autonomia dos produtores de mudas e conferindo novos usos para os resíduos disponíveis na região, além de reduzir o impacto ambiental na sua produção, uma vez que são compostas de resíduos. Assim, com este trabalho objetivou-se comparar substratos alternativos, isentos de solo e à base de resíduos orgânicos urbanos e agroindustriais, com os substratos comerciais para a produção de mudas de cajueiro-anão, em dois tipos de recipientes. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, no esquema fatorial (5 x 2), sendo 5 substratos [(Substrato 1: lodo de esgoto, esterco de galinha poedeira puro (3:1) e gesso (50 kg m<sup>-3</sup>); Substrato 2: fibra de coco verde, lodo de esgoto, esterco de galinha poedeira puro (3:1:1) e gesso (50 kg m<sup>-3</sup>); Substrato 3: fibra de coco verde, esterco de galinha poedeira puro (3:1) e gesso (50 kg m<sup>-3</sup>); Substrato 4: substrato usado por um viveirista local constituído de terra superficial arenosa e terra hidromórfica preta (2:1); Substrato 5: substrato comercial Germina Plant Horta®)] e 2 recipientes (tubete e sacola plástica), com 3 repetições. As variáveis analisadas foram: taxa de germinação, número de mudas aptas para a enxertia, altura da parte aérea (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas/planta, comprimento da raiz principal (cm), massa seca da parte aérea e do sistema radicular (g), qualidade da muda, teor de clorofila, trocas gasosas: taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A, μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), condutância estomática (gs, mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), taxa de transpiração (E, mmol vapor d'água m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), razão entre as concentrações interna e ambiente de CO<sub>2</sub> (Ci/Ca), eficiências intrínsecas (A/gs) e instantâneas (A/E) do uso da água e a eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci). O tamanho do recipiente influenciou o desenvolvimento do porta-enxerto, sendo mais recomendado o uso de sacolas plásticas e o substrato comercial é mais recomendado para produção mudas, devido os substratos a base de lodo apresentar uma elevada condutividade elétrica e o substrato do viveirista apresentar baixa quantidade de nutrientes.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale*. Fruticultura. Propagação.

## ABSTRACT

The use of alternative substrates in the production of rootstocks of dwarf-early cashew is important as an interesting option for Nurserers, aiming mainly at reducing the use of chemical fertilizers and commercial substrates, expanding the autonomy Of seedling producers and conferring new uses for the residues available in the region, in addition to reducing the environmental impact in their production, since they are composed of residues. Thus, this study aimed to compare alternative substrates, free of soil and the basis of organic municipal and agroindustrial residues, with commercial substrates for the production of dwarf cashew seedlings, in two types of containers. The treatments were distributed in randomized blocks, in the factorial scheme (5 x 2), being 5 substrates [(substrate 1: sewage sludge, manure of pure laying hen (3:1) and plaster (50 kg M<sup>-3</sup>); Substrate 2: Green coconut fiber, sewage sludge, pure laying hen manure (3:1:1) and plaster (50 kg M<sup>-3</sup>); Substrate 3: Green coconut fiber, pure laying hen manure (3:1) and plaster (50 kg M<sup>-3</sup>); Substrate 4: Substrate used by a local nurseririst consisting of sandy surface land and black hydromorphic Land (2:1); Substrate 5: Commercial substrate Germina Plant Horta®)] and 2 containers (tubete and plastic bag), with 3 replications. The variables analyzed were: Germination rate, number of seedlings able for grafting, height of aerial part (cm), stem diameter (mm), number of leaves/plant, length of main root (cm), dry mass of aerial part and Root system (g), quality Of the seedling, chlorophyll content, gaseous exchanges: CO<sub>2</sub> assimilation rate (A,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ S}^{-1}$ ), stomatal conductance (GS,  $\text{mol M}^{-2} \text{ S}^{-1}$ ), transpiration rate (E,  $\text{mmol water vapor m}^{-2} \text{ S}^{-1}$ ), internal CO<sub>2</sub> concentration (Ci), ratio between internal concentrations and CO<sub>2</sub> Environment (Ci/Ca), intrinsic (A/GS) and instantaneous (A/E) efficiencies of water use and instantaneous carboxylation efficiency (A/Ci). The size of the container influenced the development of the rootstock, being more recommended the use of plastic bags and the commercial substrate is more recommended for seedling production, due to the substrates the base of sludge present a high conductivity And the substrate of the nurseririst present a low amount of nutrients.

**Keywords:** *Anacardium occidentale*. Fruit Growing. Propagation



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagem do processo de compostagem dos substratos 1, 2 e 3 (a) e o substrato do material compostado (b) .....	24
Figura 2 - Determinação da densidade aparente pelo método da proveta, leitura do volume obtido (b) e massa do substrato (c).....	26
Figura 3 - Conjuntos de peneiras de malhas de 16; 8; 4; 2; 1; 0,5; 0,25 e 0,125 mm para determinação da granulometria. ....	28
Figura 4 - Saturação hídrica das amostras por 48 horas.....	28
Figura 5 - Amostra sendo colocada no agitador tipo Wagner (a), peagômetro (b) e condutivímetro (c). ....	28
Figura 6 - Semeio das sementes nos tubetes (a), semeio das sementes nas sacolas (b) e cobertura telada por sombrite (c) .....	29
Figura 7 - Determinação da taxa de germinação (a), altura da parte aérea (b), diâmetro do caule (c), teor de clorofila (d), troca gasosas (e) e área foliar (f).....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos físicos e químicos dos substratos utilizados na produção de porta -enxertos de cajueiro.....	25
Tabela 2 - Distribuição (%) do tamanho das partículas (mm) e índice de grossura dos substratos utilizados.....	26
Tabela 3 - Altura da planta aos 30 dias (AP30), 45 dias (AP45) e 60 dias (AP60), diâmetro do caule aos 30 dias (DC30), 45 dias (DC45) e 60 dias (DC60) e número de folhas aos 30 dias (NF30), 45 dias (NF45) e 60 dias (NF60) em mudas de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.....	36
Tabela 4 - Média da altura da planta aos 30 dias (AP30), 45 dias (AP45) e 60 dias (AP60), diâmetro do caule aos 45 dias (DC45), número de folhas aos 30 dias (NF30) e crescimento radicular (CR) aos 60 dias em porta-enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.....	36
Tabela 5 - Número de folhas aos 45 dias (NF45) e aos 60 dias (NF60), diâmetro do caule aos 60 dias, porta-enxerto apto a enxertia aos 60 dias (APTO60), relação da parte aérea e diâmetro do caule aos 60 dias, massa seca da raiz e índice de qualidade de Dickson (IQD) em porta-enxerto de cajueiro em função de diferentes recipientes.....	38
Tabela 6 - Número de folhas aos 60 dias (NF60), diâmetro do caule aos 30 dias (DC30), relação da massa seca da parte aérea pela massa seca da raiz (MSPA/MSR), relação massa seca da raiz pela parte aérea (MSR/MSPA), massa seca da raiz (MSR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) em porta-enxerto de cajueiro em função dos substratos.....	39
Tabela 7 - Emergência acumulada aos 15 dias (GER15), 17 dias (GER17) e 20 dias (GER20), porta-enxerto apto a enxertia aos 45 dias (APTO45) e aos 60 dias (APTO60), área foliar (AF) aos 60 dias e crescimento radicular (CR) aos 60 dias em porta enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.....	40
Tabela 8 - Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa	

	-seca total (MST), razão da massa seca da parte área pela massa seca da raiz (MSPA/MSR), razão da massa seca da raiz pela massa seca da parte área (MSR/MSPA), razão da altura da planta pelo diâmetro do caule (AP/DC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) aos 60 dias em mudas de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.....	43
Tabela 9 -	Índice relativo de clorofila (índice SPAD), concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese líquida (A), relação Ci/Ca, eficiência de carboxilação (A/Ci), eficiência intrínseca de uso da água (A/g) e eficiência instantânea de uso da água (A/E) em porta enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.....	47
Tabela 10 -	Concentração interna de CO <sub>2</sub> (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese líquida (A), relação Ci/Ca, eficiência de carboxilação (A/Ci), eficiência intrínseca de uso da água (A/g) e eficiência instantânea de uso da água (A/E) em porta enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.....	47

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	23
3.1	Localização do experimento .....	23
3.2	Análise Estatística .....	23
3.3	Substratos.....	23
3.3	Atributos físicos .....	26
3.3.1	<i>Densidade aparente</i> .....	26
3.3.2	<i>Densidade real ou de partículas</i> .....	27
3.3.3	<i>Porosidade total</i> .....	27
3.3.4	<i>Granulometria</i> .....	27
3.3.5	<i>Índice de grossura</i> .....	28
3.3.6	<i>Microporosidade</i> .....	28
3.3.7	<i>Macroporosidade</i> .....	28
3.4	Atributos químicos .....	28
3.5	Recipientes .....	29
3.6	Condução do experimento .....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
5	CONCLUSÃO .....	49
	REFERÊNCIAS .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do caju tem grande importância no Nordeste brasileiro desde a década de 70, pois gera empregos e renda nos setores de produção, industrialização e comercialização da castanha e do pedúnculo. Dos cinco principais produtos exportados pelo Ceará no período de 2012 a 2016, o que mais sofreu em termos relativos, foi a castanha de caju que perdeu participação em 2016, caindo para 7,9%, além de uma queda no valor das exportações equivalente a 30,5%. Essa redução está relacionada com a baixa produção de castanha, tanto no Ceará, como em outros estados, tendo muitas vezes que importar para abastecer as empresas beneficiadoras desse produto (CAVALCANTE et al., 2016). A diminuição da produção e conseqüentemente da produtividade é devido a diminuição da área plantada, entretanto, a área de cajueiro-anão tem aumentado resultando no aumento da produção de mudas.

O sucesso na atividade produtiva do pomar de cajueiro depende da utilização de mudas com qualidade morfológica, sanitária, genética, controle fitossanitário, nutrição, irrigação e manejo cultural. A partir dos estudos realizados por Corrêa et al. (2000) e Correia et al. (2003), a produção de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’ enxertadas sobre porta-enxerto obtido de sementes de ‘CCP 06’ passou-se a utilizar substrato composto pela mistura de solo hidromórfico, casca de arroz carbonizada e bagana de carnaúba triturada.

Muitos viveiristas e instituições estão se adequando às novas exigências mundiais quanto à proteção ambiental, passando a produzir mudas de diversas espécies comerciais em substratos orgânicos compostos por resíduos da agropecuária e urbanos. As atividades agropecuárias e urbanas podem ter, como impacto negativo, a geração de grande volume de resíduos oriundos, especialmente, da criação animal e das agroindústrias. A reutilização desses resíduos na própria agricultura pode ser uma alternativa viável de destinação como, por exemplo, o lodo, esterco de galinha e a fibra de coco.

A utilização deste resíduo para a produção de mudas é uma alternativa viável do ponto de vista socioeconômico e ambiental. Apresenta potencial como fertilizante e como condicionador de solo, proporcionando aumento de produtividade e redução da aplicação de adubos químicos, podendo gerar ganhos aos viveiristas e aos geradores (BETTIOL; CAMARGO, 2006; GUEDES et al., 2006; BARBOSA et al., 2007).

Mesmo tendo-se avançando nas técnicas de produção de mudas, ainda existem muitos problemas a serem solucionados, principalmente no que se refere ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas, em função das características dos substratos e recipientes utilizados (MATTEI, 1999).

Com este trabalho buscou-se comparar substratos alternativos, à base de resíduos orgânicos urbanos e agroindustriais locais, com substratos comerciais para a produção de mudas de cajueiro-anão, em dois tipos de recipientes. A hipótese é de que os substratos alternativos são uma opção para a produção de mudas de cajueiro e a interação entre substratos e recipientes afeta a produção de mudas de cajueiro.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### Caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), pertence à família Anacardiaceae, a qual inclui árvores e arbustos tropicais e subtropicais, sendo explorado economicamente em vários países como Brasil, Vietnã, Nigéria, Índia, Costa do Marfim, Moçambique e Tanzânia.

No Brasil segundo dados da Pesquisa Agrícola Municipal - PAM (IBGE, 2018), a área ocupada com cajueiro em 2017 foi estimada aproximadamente 438 mil ha e, desse total, 99,5% estão localizados na região Nordeste. Os principais produtores são o Ceará, que possui a maior área plantada com cajueiro no País (61,6% da área nacional e 61,9% da área nordestina), Rio Grande do Norte e Piauí.

Nos estados onde se tem a cajucultura podemos observar a geração de 63 mil empregos diretos no campo, promovendo a ocupação de mais de 250 mil pessoas por ocasião da colheita, durante a estação seca, no segundo semestre, sendo que durante todo o ano emprega 40 mil pessoas no campo e mais 15 mil empregos na indústria. Levantamentos mostram que essa cadeia produtiva faturou, em 2010, cerca de R\$ 450 milhões de reais com vendas para o mercado externo e interno (PESSOA; LEITE, 2013). Adaptado às condições semiáridas e por produzir frutos nutritivos, o cajueiro é uma importante fonte de renda e complementação alimentar nos Estados nordestinos.

### Produção de Mudanças

O cajueiro pode ser propagado tanto por via assexual, que utiliza partes de uma planta selecionada (propágulos), como sexual, que utiliza a semente. Porém, para sua exploração comercial, recomenda-se a propagação assexual, via garfagem lateral, a qual é realizada em porta-enxertos oriundos de sementes (PAIVA et al., 2008) para produção de mudas.

A produção de mudas de cajueiro no Brasil iniciou-se com a utilização do solo “in situ” como principal substrato. Devido à busca pela sustentabilidade e conservação do ambiente, desde a década de 1990 essa prática passou a ser considerada um tipo de degradação ambiental, pois a retirada do solo desequilibra o ecossistema local. Além disso, esse solo pode ter baixa fertilidade, conter pragas, doenças e plantas daninhas que podem contaminar novas áreas de produção (GRASSI FILHO; SANTOS, 2004). Outro fator importante é que as propriedades físicas e químicas dos solos próximos aos viveiros nem

sempre são adequadas, devido as condições inerentes a origem, manejo antrópico e fatores climáticos.

As primeiras mudas de cajueiro utilizavam recipientes grandes, que as tornavam pesadas e dificultavam o seu transporte e manejo; atualmente, são produzidas em tubetes ou sacolas plásticas. Uma das vantagens em se utilizar recipientes com grande volume é o favorecimento do incremento de matéria seca do sistema radicular, o qual é um indicador da qualidade da muda, pois, apresenta relação positiva com o estabelecimento das plantas no campo. Há vantagens e desvantagens no uso de sacolas plásticas ou tubetes, sendo necessários estudos comparativos destes recipientes, a fim de verificar se a resposta é a mesma com novos substratos.

Para a implantação de pomares comerciais de caju não é recomendada a utilização de mudas oriundas das castanhas, visto que as plantas obtidas serão diferentes entre si no que se refere à altura da planta, tamanho, forma e paladar do pedúnculo e da castanha, períodos de floração, frutificação e colheita, coloração do pedúnculo, produção de castanha e de pedúnculo (CARBAJAL, SÁ e FRANCO, 1995). Esta variabilidade (heterogeneidade) não é conveniente para o agricultor, pois, além de dificultar o manejo do pomar (capinas, roçagem, adubação, controle fitossanitário e colheita), afeta negativamente a produção de pedúnculo e de castanha, em função da presença de plantas pouco produtivas e/ou improdutivas.

As sementes do clone de cajueiro-anão ‘CCP 06’ são as mais recomendadas e utilizadas para porta-enxerto, uma vez que apresentam elevadas taxas de germinação, nanismo, maior número de castanhas por quilograma, maior tolerância ao alumínio do solo e maior percentual de sucesso da enxertia (SOARES et al., 2000; CARNEIRO et al.; 2002; PAIVA et al., 2008; ARAÚJO et al., 2009; SERRANO et al., 2013a).

A semeadura é realizada colocando-se uma semente por recipiente, na posição vertical com a ponta mais fina para baixo. A profundidade da semeadura não deve ultrapassar 3 cm. Após a semeadura, os canteiros deverão ser cobertos com sombrite, sacos de juta ou algo similar, com o intuito de preservar a umidade do substrato após as irrigações (SERRANO, 2016).

O porta-enxerto estará pronto ao atingir cerca de 0,45 cm de diâmetro do caule no ponto de enxertia (aproximadamente 5 cm a partir do colo), 25 cm de altura e 10 folhas (SERRANO, 2016). Segundo este autor, geralmente os porta-enxertos se apresentam aptos à enxertia entre 45 e 75 dias após a semeadura, com variação de acordo com a época do ano e



das condições de produção (como ambiente, embalagem e substrato). Plantas com baixo vigor, deformadas, cloróticas (folhas amareladas), com superbrotamento ou raquíticas não são utilizadas.

As mudas clonais de cajueiro se apresentam aptas ao plantio no campo quando têm 16 a 25 cm de altura e seis folhas expandidas (CAVALCANTI JÚNIOR, 2013), características geralmente observadas entre 60 e 80 dias após a enxertia. No Brasil, o clone-copa de cajueiro mais cultivado é o ‘CCP 76’ devido, principalmente, à sua elevada capacidade adaptativa em diferentes condições edafoclimáticas, bem como à qualidade de seu fruto (VIDAL NETO et al., 2013).

### **Substrato**

O substrato é o suporte físico para o crescimento do sistema radicular durante o processo de formação de mudas e cultivo de plantas em recipientes (FERMINO, 2003), podendo ser regulador da disponibilidade de nutrientes para as raízes (KÄMPF, 2000). Também se aplica a todo material sólido, natural ou sintético, mineral ou orgânico, o qual pode ser residual e distinto do solo, e que, colocado em um recipiente em sua forma pura ou em misturas, permite o desenvolvimento do sistema radicular (ABAD; NOGUERA, 1998).

Entre as características desejáveis dos substratos pode-se citar o baixo custo, a disponibilidade na região em que será empregado, disponibilidade de nutrientes, alta capacidade de troca de cátions, esterilidade biológica, boa aeração e retenção de umidade, além de uniformidade (GONÇALVES, 1995). A escolha e manejo corretos dos substratos são de suma importância para a obtenção de mudas com qualidade (BACKES; KÄMPF, 1991; LUZ, PAULA e GUIMARÃES, 2000).

Os substratos exercem muita influência na produção vegetal, em especial nos cultivos em recipientes, onde há restrição do volume disponível para o crescimento do sistema radicular. Os componentes, seu manuseio prévio e as proporções em eventuais misturas interferem nas características do substrato, devendo o produtor/viveirista ter conhecimento do material para reduzir os riscos da atividade e melhorar a produtividade no cultivo em recipientes (KÄMPF, 2008). Tal conhecimento está baseado na análise e interpretação de suas propriedades.

Uma variedade muito grande de matérias-primas de origem mineral, orgânica ou sintética têm sido utilizadas isoladas ou em misturas, na elaboração de substratos agrícolas, tais como solo, areia, esterco maturado, cama de aviário, casca de arroz, casca de coníferas,

compostos orgânicos, vermiculita, perlita, lã de rocha, pó de coco, turfa, fibras vegetais, espuma fenólica, além de vários outros componentes orgânicos e minerais.

No caso da cajucultura, para a formação de mudas, normalmente os recipientes têm sido preenchidos com substrato composto pela mistura de casca de arroz carbonizada, solo hidromórfico peneirado (malha de 6 mm) e bagana de carnaúba triturada, na proporção volumétrica de 2:1:1 (SERRRANO, 2016). O solo hidromórfico peneirado apresenta as desvantagens de ser pesado, o que dificulta o transporte e prejudica a ergometria dos viveiristas; além disso, causa degradação ambiental no local onde é retirado e pode ser fonte de alguma fitomoléstia. Substratos comerciais à base de casca de pinus moída e vermiculita também podem ser utilizados. Recomenda-se a realização prévia da análise química do substrato para verificar a necessidade de adubação e o valor do pH, que deve estar entre 5,5 e 7,0 (SERRRANO, 2016).

Segundo Serrano et al. (2015), o substrato comercial Germina Plant Horta® apresenta potencial para ser utilizado na produção de porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’; entretanto, a aquisição desse material em grande quantidade gera custos elevados aos viveiristas, devido a sua produção ser realizada principalmente nas regiões Sul e Sudeste, onerando o custo do frete, além de gerar problemas ambientais, pois, a maioria deles é produzida a partir da turfa como componente principal.

Alguns critérios gerais são relativamente simples para serem considerados em um bom substrato como: elaborar uma mistura com boa aeração, alta retenção e disponibilidade de umidade de modo que as plantas não sequem com muita rapidez; que possa ser utilizada em recipientes de diversos tamanhos; contenha todos os nutrientes necessários e seja adaptado a uma grande variedade de espécies (SILVA JÚNIOR; VISCONTI, 1991; SOUZA, LOPES e FONTES, 1995). Obviamente nenhum material isolado poderá satisfazer a todos esses requerimentos simultaneamente, de modo que, geralmente, misturam-se dois ou mais materiais para a elaboração de substratos próximos ao ideal.

Alguns autores como Fonteno (1996), Carneiro (1995) e Minami (1995) citam características de um substrato ideal: ser econômico e competitivo com outros produtos no mercado; proporcionar crescimento consistentemente regular das plantas; ter disponibilidade assegurada o ano inteiro; apresentar uniformidade ou consistência de qualidade de lote a lote; suprimento adequado de nutrientes; boa capacidade de retenção de água e ar simultaneamente; não degradar ou encolher significativamente com o uso; baixa

densidade global para baratear os custos de transporte; não possuir elementos fitotóxicos; não possuir contaminantes, sementes de ervas daninhas, pragas, doenças e materiais indesejáveis; sua inclusão na formulação do substrato deve resultar numa mistura adequada.

### **Substratos alternativos**

O lodo de esgoto, ou biossólido, é o resíduo gerado após o tratamento das águas residuárias (esgotos), cujo destino constitui-se em um problema social e ambiental cada vez maior, pois há constante crescimento populacional e, conseqüentemente, da captação dos dejetos gerados. Seu uso no setor agrícola tem se mostrado viável para sua adequada destinação final, desde a sua coleta, o lodo seja higienizado com adição de cal a 15% do peso seco (LOUSADA, 2015).

O lodo é definido como um resíduo urbano, que apresenta característica orgânica, semissólido, com variáveis teores de componentes inorgânicos, obtido do tratamento de águas residuárias (CASSINI, SCHUMACHER e TEDESCO, 2003). Em quase a sua totalidade, este resíduo é despejado em aterros sanitários, sendo um procedimento complexo e oneroso (GOMES et al., 2013); assim, tem-se buscado alternativas para a melhor disposição desse material, destacando a aplicação agrícola. Após o tratamento para uso agrícola, o lodo de esgoto é também denominado de biossólido. Segundo Camargo et al. (2010), o biossólido se mostrou como alternativa promissora na produção de mudas de pinhão manso.

Na agricultura, o lodo de esgoto é fonte de matéria orgânica, macronutrientes e micronutrientes, conferindo maior capacidade de retenção de água, maior resistência à erosão do solo e redução no uso de fertilizantes químicos (BETTIOL; CARMAGO, 2006; VEGA et al., 2004; SANTOS et al., 2014). Trigueiro e Guerrini (2003) afirmam que a economia com fertilizantes minerais pode chegar à ordem de 64%, em relação ao substrato comercial fertilizado utilizado convencionalmente. Segundo Santos et al. (2014), substratos para a formação de mudas frutíferas, à base de lodo de esgoto tratado (LET), apresentam maiores teores, principalmente, de nitrogênio, fósforo e cálcio.

Outro importante resíduo gerado em quantidades crescentes nos centros urbanos e turísticos litorâneos de regiões tropicais e nos entornos de indústrias de processamento da copra e da água de coco, é a casca de coco, principalmente de coco verde utilizado para a extração da água. Este resíduo tem sido, predominantemente, depositado em aterros e às margens de estradas. É um material de difícil decomposição, relação C/N alta, levando mais de oito anos para se decompor (CARRIJO, LIZ e MAKISHIMA, 2002). Porém, pode ser

utilizado como matéria prima para a obtenção da fibra de coco verde, que, segundo Carrijo, Liz e Makishima (2002), apresenta excelentes características como substrato para mudas, devido à longa durabilidade sem alteração de suas características físicas; a possibilidade de esterilização; a abundância da matéria prima renovável e o baixo custo para o viveirista. A fibra de coco utilizada como substrato possibilita um ambiente excelente para o desenvolvimento radicular das plantas, com características de elevada retenção de água e alta porosidade.

Devido à grande extensão da orla marítima do Ceará e ao aumento do turismo na cidade de Fortaleza-CE a quantidade de coco descartada nas praias se apresenta como um problema ambiental. Além disso, a casca do coco verde originada do beneficiamento da água de coco representa o principal resíduo gerado pela agroindústria, sendo que, o mesmo vem causando preocupação devido ao grande volume gerado e a falta de destinação adequada.

Dentre os produtos obtidos a partir da casca do coco verde ou maduro, passíveis de aproveitamento, destacam-se: a fibra e o pó da casca do coco, os quais têm sido indicados principalmente na formulação de substratos agrícolas, por apresentarem baixa densidade aparente, alta retenção de umidade e por serem biodegradável (ROSA et al., 2001). Outros autores como Carrijo, Liz e Makishima (2002); Corradini et al. (2009); Simões, Silva e Silva, (2012); Silva et al. (2015) afirmam que a fibra retirada de coco apresenta boas características físicas para utilização como substrato, entretanto, é necessária a complementação nutricional de acordo com a necessidade de cada espécie. A utilização do lodo de esgoto associado à fibra pode ser uma alternativa para a produção de mudas.

O estudo de substrato alternativos deve ser feito visando, principalmente, a diminuição da utilização do solo local, da adubação química e de substratos comerciais, ampliando a autonomia dos produtores de mudas e conferindo novos usos para os resíduos disponíveis na região, possibilitando a redução de custos e o impacto ambiental na sua produção, uma vez que são formulados a partir de resíduos.

## **2.5 Compostagem**

A compostagem se destaca como alternativa para desinfecção e estabilização de resíduos e, de acordo com a resolução nº 375/2006 do CONAMA, este processo pode ser utilizado desde que a biomassa atinja uma temperatura mínima de 40 °C, durante pelo menos cinco dias, com a ocorrência de um pico de 55 °C ao longo de quatro horas sucessivas durante este período (BRASIL, 2006). O manual técnico, proposto pelo PROSAB (Programa de

Pesquisas em Saneamento Básico), orienta quanto à compostagem, descrevendo detalhadamente o processo, indicando que o lodo deve ser misturado com resíduos orgânicos (restos vegetais picados, palha, bagaço de cana, etc.), respeitando a relação C/N entre 20 e 30, ou seja, 20 a 30 unidades de carbono para uma unidade de nitrogênio.

Em casos de componentes com elevada relação C/N, acima de 30, pode-se usar aceleradores com relação C/N baixa, menores que 20, e/ou ricos em microrganismos decompositores para acelerar o processo (SOUSA et al., 2011; ARAÚJO, 2010). Estercos de aves e galinhas poedeiras, por exemplo, apresentam características de aceleradores para compostagem (SOUSA et al., 2011; ARAÚJO, 2010) e podem compor misturas com esse objetivo (SOUSA et al., 2011; ARAÚJO, 2010). A utilização de resíduos da agropecuária, como o esterco de aves, na decomposição de resíduos orgânicos, além de ser uma das principais alternativas para o reaproveitamento de materiais é, também, responsável pelo aumento da disponibilidade de nutrientes em substratos formulados à base de materiais inertes ou com baixa disponibilidade de nutrientes (SOUSA et al., 2011; ARAÚJO, 2010).

### **Recipientes**

Os substratos precisam associar-se a um recipiente de modo a assegurar um meio para suportar e nutrir as plântulas, além de proteger as raízes de danos mecânicos e da dissecação, favorecendo melhor conformação das raízes, maximizando o crescimento inicial e a sobrevivência no campo (TAVEIRA, 1996).

O recipiente é o local em que se coloca o substrato para o desenvolvimento da muda. Existem no mercado recipientes diversos para a formação das mudas de frutíferas. A escolha ocorre em função do seu custo de aquisição, das vantagens na operação (durabilidade, possibilidade de reaproveitamento, área ocupada no viveiro, facilidade de movimentação e transporte, etc) 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 (tubos rígidos) (MACEDO, 1993).

Os tubetes requerem investimentos mais elevados, entretanto, apresentam custo operacional muito menor, tanto na produção de mudas quanto no transporte, proporcionando substancial redução no custo final do produto. Os sacos plásticos, ao contrário, apresentam a vantagem de dispensarem grandes investimentos em infraestrutura (MACEDO, 1993).

No caso da produção de mudas de cajueiro, o porta-enxerto pode ser produzido em sementeira ou em recipientes específicos, sendo esse último o mais recomendável devido

a maior facilidade de manuseio, armazenamento e transporte. Os recipientes mais utilizados pelos produtores de mudas de cajueiro são o saco plástico preto de polietileno com dimensões de 27 cm de altura e 15 cm de diâmetro, com capacidade para 635,85 cm<sup>3</sup> e o tubete de polietileno preto de 19 cm de altura e 6,3 cm de diâmetro, com capacidade de 288 cm<sup>3</sup>.

Mudas de cajueiro produzidas em sacos de polietileno apresentaram altura superior àquelas propagadas em tubetes, com volumes inferiores aos dos sacos (OLIVEIRA, LIMA e PINHEIRO, 2000). Os melhores resultados de recipientes com maiores volumes se dão, possivelmente, por esse fator estar diretamente relacionado com a disponibilidade de espaço físico necessário para boa retenção de água, condição essencial para o cultivo das plantas (JESUS, 1997).

Os tubetes (tubos de plásticos rígidos) vêm substituindo gradativamente os sacos plásticos. Trata-se de um modelo cônico, contendo quatro ou mais frisos internos longitudinais e equidistantes, os quais orientam o desenvolvimento das raízes laterais para a parte inferior, mais precisamente em direção ao orifício localizado no fundo do recipiente, cuja função é o escoamento do excesso de umidade e, também, possibilita a saída das raízes, as quais, têm o crescimento inibido pela luz (CARNEIRO, 1985). Viveiristas afirmam que o uso de tubetes melhora condições ergométricas de trabalho, dada a sua ergonomia.

Os pequenos volumes de substrato nestes recipientes podem requerer constantes adubações em cobertura, dependendo da espécie e do substrato utilizados, visando compensar o processo de lixiviação dos nutrientes e o desperdício das adubações líquidas que se perdem por percolação, acentuados pelas frequentes irrigações, necessárias para manter a umidade no pequeno volume de substrato.

Os tubetes são bastante utilizados para a produção de mudas de cajueiro. Apesar do largo uso, o tubete pode favorecer a ocorrência de enovelamentos do sistema radicular devido ao seu grande crescimento, prejudicando o desempenho das plantas no campo.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização do experimento**

O experimento foi conduzido a pleno sol, no Campo Experimental de Pacajus (CEP) da Embrapa Agroindústria Tropical, Ceará, Brasil (4° 11' 38,6" S e 38° 29' 51,5" W, 60 m de altitude). A classificação climática, segundo Köppen (1948), é do tipo Aw', com precipitação média anual de 791,4 mm e regime pluviométrico caracterizado pela concentração de chuvas no período de janeiro a abril, com temperatura média variando entre 26 e 28 °C.

#### **3.2. Análise Estatística**

Os tratamentos foram distribuídos em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial com dois fatores, o primeiro fator foi o tipo de substrato, com cinco níveis, ou seja, 5 substratos, e o segundo fator é recipiente, com dois níveis, 2 recipientes. Os 10 tratamentos com 3 repetições, totalizaram 30 parcelas ou unidades experimentais. Os tratamentos corresponderam aos substratos oriundos da compostagem realizada, um substrato utilizado por viveiristas locais e um substrato comercial utilizado pela Embrapa Agroindústria Tropical na produção de mudas de cajueiro, além dos dois recipientes diferentes. Rejeitando-se a hipótese alternativa, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, quando significantes a 5%. De posse dos dados, estes foram organizados em planilha do programa Excel e processados e analisados com auxílio do SISVAR, na análise de ANOVA.

#### **3.3. Substratos**

Os resíduos orgânicos utilizados para a obtenção dos compostos serão: lodo de esgoto, fibra de coco verde e esterco de galinha poedeira. O lodo de esgoto foi coletado em leitos de secagem de tratamento primário na Estação de Tratamento de Esgoto do Estado do Ceará. A fibra de coco verde é proveniente da Cooperativa de Beneficiamento da Casca de Coco Verde (COOBCOCO). O esterco de galinha poedeira fresco foi proveniente do setor de avicultura da Universidade Federal do Ceará; após coletado, será disposto em um pátio para secar a sombra durante dois dias, sendo este utilizado como "catalisador" para diminuir a relação C/N.

As doses de esterco de galinhas poedeiras foram calculadas a fim de alterar a relação C/N do tratamento para 20:1. O gesso foi aplicado na dose de  $50 \text{ kg m}^{-3}$  de material orgânico (MALAVOLTA, 1967) e para minimizar a volatilização de amônia. O monitoramento da umidade e da temperatura das leiras de compostagem foi realizado periodicamente e, a irrigação, quando as leiras apresentarem níveis de umidade inferiores a 40%. A temperatura foi medida diariamente em pontos das leiras, com termômetro de haste metálica, comumente utilizado em compostagem. Quando a temperatura ultrapassar  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ , as leiras foram revolvidas manualmente e permaneceram no pátio de compostagem até o término da fase de maturação do composto.

Os substratos avaliados foram formulados a partir dos produtos obtidos ao término do processo de compostagem das misturas dos resíduos, comparando-os com o substrato do viveirista local e um substrato comercial (Figura 01).

- a) Substrato (L): lodo de esgoto, esterco de galinha poedeira puro (3:1, v/v) e gesso ( $50 \text{ kg m}^{-3}$ )
- b) Substrato (V): solo superficial arenoso e solo hidromórfico local (2:1, v/v)
- c) Substrato (C): substrato comercial Germina Plant Horta® composto principalmente por turfa.
- d) Substrato (F+L): fibra de coco verde, lodo de esgoto, esterco de galinha poedeira puro (3:1:1, v/v/v) e gesso ( $50 \text{ kg m}^{-3}$ )
- e) Substrato (F): fibra de coco verde, esterco de galinha poedeira puro (3:1, v/v) e gesso ( $50 \text{ kg m}^{-3}$ )

Figura 1. Imagem do processo de compostagem dos substratos 1, 2 e 3 (a) e o material já maturado (b).



(a)



(b)



As amostras foram preparadas segundo a Instrução Normativa nº 17 de 21 de maio de 2007, do MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007) e tanto as análises químicas como físicas foram caracterizadas em triplicata no Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical. Os atributos físicos e químicos dos cinco substratos avaliados para a produção de porta-enxertos de cajueiro estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Atributos físicos e químicos dos substratos utilizados na produção de porta - enxertos de cajueiro

	L	V	C	F+L	F
Dens. Ap. seca (kg m <sup>-3</sup> )	293	1160	360	780	950
Dens. partículas (kg m <sup>-3</sup> )	2130	2580	1830	2320	2430
Umidade Atual (%)	22,7	11,6	50,5	20,8	16,3
Porosidade Total (%)	78,49	54,73	80,20	66,38	60,91
Macroporos (%)	34,11	12,50	24,94	8,51	4,37
Microporos (%)	44,38	42,22	55,26	57,87	56,54
M.O. (%)	34,17	3,79	63,20	19,90	12,55
Cinza (%)	65,82	96,20	36,79	80,09	87,44
pH H <sub>2</sub> O	5,3	5,3	6,5	5,3	5,3
CE (ds m <sup>-1</sup> )	3,82	0,11	1,52	3,57	0,33
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	184	18	15	21	8
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	13	44	116	71	42
C/N	0,8	2,7	30	11,5	16
Ca (mg L <sup>-1</sup> )	1318	30	150	4313	1505
Mg (mg L <sup>-1</sup> )	729	17	40	690	240
K (mg L <sup>-1</sup> )	288	18	86	552	96
Na (mg L <sup>-1</sup> )	720	0	160	152	51
P (mg L <sup>-1</sup> )	35	0	8	93	58
S-SO <sub>4</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	3694	8	129	3083	1108
Cl (mg L <sup>-1</sup> )	19552	177	2216	28806	19552
Cu (mg L <sup>-1</sup> )	8	0	0	2	0
Fe (mg L <sup>-1</sup> )	3	7	2	1	0
Mn (mg L <sup>-1</sup> )	17	0	0	13	1
Zn (mg L <sup>-1</sup> )	24	0	0	24	0

L: substrato a base de lodo, V: substrato do viveirista a base de solo, C: substrato comercial a base de turfa, F+L: substrato a base de fibra de coco mais lodo, F: substrato a base de fibra de coco.

Tabela 2 - Distribuição (%) do tamanho das partículas (mm) e índice de grossura dos substratos utilizados

	L	V	C	F+L	F
16	0	0	0	0	0
8	0,10	4,28	0,83	0,09	0,01
4	2,14	6,96	6,07	0,57	0,30
2	26,69	10,94	23,28	9,20	2,66
1	21,84	27,31	25,99	15,42	8,82
0,5	16,84	35,26	27,65	27,78	38,50
0,25	22,27	15,09	15,82	46,00	48,90
0,125	8,79	0,13	0,29	0,67	0,65
<0,125	1,30	0,01	0,04	0,25	0,14
Índice de Grossura	51,45	47,84	56,18	25,28	11,80

L: substrato a base de lodo, V: substrato do viveirista a base de solo, C: substrato comercial a base de turfa, F+L: substrato a base de fibra de coco mais lodo, F: substrato a base de fibra de coco.

### 3.3. Atributos físicos

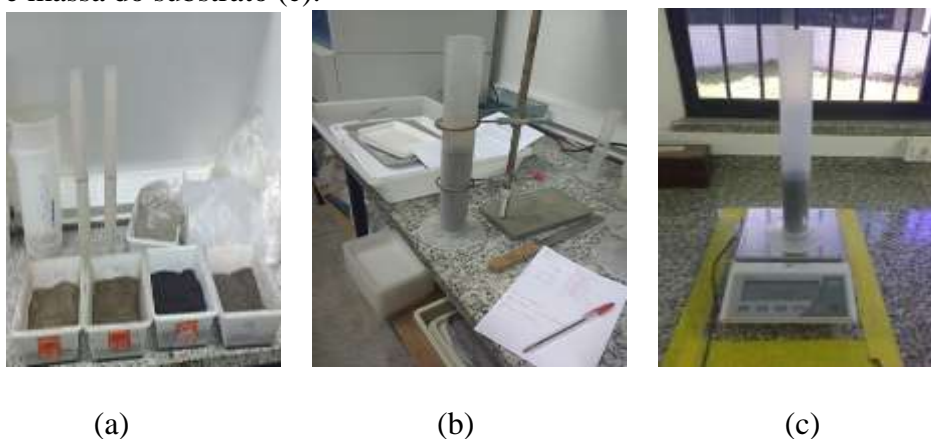
#### 3.3.1. Densidade aparente

A densidade aparente (dap) foi determinada pelo método da auto compactação ou método da proveta. Em uma proveta graduada com capacidade de 500 mL foi colocada a amostra até a marca de 300 mL. A proveta é erguida até a altura de 10 cm e deixada cair por ação do seu próprio peso, sendo a ação repetida por dez vezes. Com o auxílio de uma espátula nivelou-se a superfície e leu o volume. Em seguida, o material foi pesado e determinada a densidade úmida pela relação massa/volume (Figura 02).

Densidade aparente úmida ( $\text{kg m}^{-3}$ ) = [massa úmida (g)/volume (mL)] x 1000.

Densidade aparente seca ( $\text{kg m}^{-3}$ ) = [Densidade úmida ( $\text{kg m}^{-3}$ ) x (100 - Umidade Atual)/100] .

Figura 2. Determinação da densidade aparente pelo método da proveta, leitura do volume obtido (b) e massa do substrato (c).



### 3.3.2. *Densidade real ou de partículas*

A densidade real foi determinada com base nos conteúdos de cinzas e matéria orgânica, seguindo a fórmula abaixo:

$$Dr \text{ (kg m}^{-3}\text{)} = 1/((W_{\text{mo}}/(100 \times 1550)) + (W_{\text{cinza}}/(100 \times 2650)))$$

$$W_{\text{mo}}: \text{ conteúdo de matéria orgânica (\%)} = [(m1-m2)/(m1-m0)] \times 100$$

$$W_{\text{cinza}}: \text{ conteúdo de cinzas (\%)} = [(m2-m0)/(m1-m0)] \times 100$$

Para determinação do conteúdo de matéria orgânica e cinza foi aquecida uma cápsula de porcelana a 550 °C por uma hora em forno mufla, deixou-se esfriar em dessecador e fez a pesagem (m0). Depois foram colocados sobre a superfície da cápsula 5 g de amostra do substrato e levado a estufa a 105 °C por 4 horas. Retirou-se a capsula e deixou-se esfriar em dessecador e fez o peso da massa (m1). Logo em seguida a cápsula foi colocada na mufla elevando a temperatura gradualmente até 450 °C por 6 horas. Depois que o forno esfriou a cápsula foi transferida para o dessecador a temperatura ambiente e pesou-se (m2)

### 3.3.3. *Porosidade total*

Obtida com base nos valores da densidade aparente e real, através da fórmula:

$$Pt = ((1-Dap)/Dr) \times 100$$

### 3.3.4. *Granulometria*

Para determinação dos tamanhos das partículas foram utilizadas peneiras com malhas de 16; 8; 4; 2; 1; 0,5; 0,25 e 0,125 mm (Figura 03). As frações retidas em cada peneira foram então pesadas e calculadas as percentagens sobre peso da massa total das amostras. O processo foi feito em mesa de tamisação com controle de vibração e de tempo.

$$Pi = (Mi/Mt) \times 100 \text{ para cada fração}$$

Figura 3. Conjuntos de peneiras de malhas de 16; 8; 4; 2; 1; 0,5; 0,25 e 0,125 mm para determinação da granulometria.



### 3.3.5. Índice de grossura

Determinado pelo somatório das percentagens das partículas maiores que 1,0 mm sobre o peso total das amostras.

$$IG = \sum \%P_i \quad i > 1 \text{ mm}$$

### 3.3.6. Microporosidade

Para determinação da microporosidade dos substratos, as amostras foram submetidas à tensão de 10 cca (centímetros de coluna de água), após saturação hídrica de 48 horas (Figura 04). Em seguida, as amostras foram secas em estufa a 65 °C, por 48 horas, e, posteriormente, pesadas para a obtenção do conteúdo de água nessa tensão.

Figura 4. Saturação hídrica das amostras por 48 horas.



### 3.3.7. Macroporosidade

Calculada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

## 3.4. Atributos químicos

Os nutrientes solúveis em água foram determinados na proporção substrato:água 1:5 (v/v). Uma massa equivalente a 60 mL de substrato, com base na densidade, é misturada a 300 mL de água desionizada e agitada por 60 minutos em agitador do tipo Wagner, com

rotação de 40 rpm. Decorrido o tempo de agitação, a solução é filtrada a vácuo em papel de filtragem lenta, obtendo-se um extrato aquoso que é usado para a determinações de (Figura 05):

pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>: utilizando um peagâmetro;

CEes: utilizando um condutivímetro;

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>(mg L<sup>-1</sup>): utilizando MgO para a determinação do NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e liga de Devada, para a determinação do NO<sub>3</sub><sup>-</sup>;

Cl (mg L<sup>-1</sup>): utilizando titulação com AgNO<sub>3</sub>;

Ca (mg L<sup>-1</sup>), Mg (mg L<sup>-1</sup>), Na (mg L<sup>-1</sup>), P (mg L<sup>-1</sup>), K (mg L<sup>-1</sup>) e S-SO<sub>4</sub> (mg L<sup>-1</sup>), Cu (mg L<sup>-1</sup>), Fe (mg L<sup>-1</sup>), Mn (mg L<sup>-1</sup>) e Zn (mg L<sup>-1</sup>): utilizando Espectrômetro de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente. A caracterização física e química dos resíduos utilizados na formulação dos substratos está descrita na Tabela 1 e Tabela 2.

Figura 5. Amostra sendo colocada no agitador tipo Wagner (a), peagâmetro (b) e condutivímetro (c).



(a)



(b)



(c)

### 3.5. Recipientes

Foram avaliados os seguintes recipientes:

Saco de polietileno preto com dimensões de 27 cm de altura e 15 cm de diâmetro, com capacidade para 635,85 cm<sup>3</sup>.

Tubete de polietileno preto de 19 cm de altura e 6,3 cm de diâmetro, com capacidade de 288 cm<sup>3</sup>.

### 3.6. Condução do experimento

A semeadura para a obtenção dos porta-enxertos foi realizada colocando uma semente de cajueiro ‘CCP 06’ por tubete ou sacola plástica, a uma profundidade de 3 cm, com a parte proximal voltada para cima. As sementes foram obtidas em jardim de sementes no próprio Campo Experimental de Pacajus. Os tubetes foram acomodados em estruturas metálicas sob viveiro e as sacolas plásticas colocadas sobre piso de terra batida. Ambos receberam a cobertura telada por sombrite® (50%) até a germinação das sementes (Figura 06). Durante toda a fase de desenvolvimento, as plantas foram irrigadas uma vez ao dia, no período da tarde, com o uso de mangueira e procurando-se aplicar quantidade igual de água para todas.

Figura 6. Semeio nos tubetes (a), semeio nas sacolas (b) e cobertura telada por sombrite (c).



Durante o período de condução do experimento foram realizadas as seguintes determinações (Figura 07):

- a) Taxa de germinação: contagem manual das sementes germinadas para a formação do porta-enxerto, aos 15, 17 e 20 dias após o semeio;
- b) Altura da parte aérea (cm): medida a partir do colo até a gema apical aos 30, 45 e 60 dias após o semeio, utilizando uma régua graduada;
- c) Diâmetro do caule (mm): medido a uma distância de 5 cm do colo (ponto de enxertia) aos 30, 45 e 60 dias após o semeio, utilizando paquímetro de precisão 0,05 mm;
- d) Número de folhas/planta: quantidade de folhas expandidas com tamanho superior a 5 cm de comprimento aos 30, 45 e 60 dias após o semeio;
- e) Comprimento da raiz principal (cm): medido na raiz que apresenta maior comprimento, aos 60 dias, utilizando uma régua graduada;

- f) Massa da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular ( $\text{g planta}^{-1}$ ): após as medições das variáveis de crescimento, aos 60 dias, foram separadas as partes aérea e o sistema radicular, as quais foram lavadas no viveiro com água e depois no laboratório com sabão, EDTA e água destilada e, em seguida, acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar a  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  até atingir massa constante;
- g) Teor relativo de clorofila (SPAD - *Soil Plant Analysis Development*): foi determinado mediante a leitura com clorofilômetro, aos 60 dias após a semeadura;
- h) Trocas gasosas: taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ,  $\mu\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ao vapor de água ( $g_s$ ,  $\text{mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ ), taxa de transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol vapor d'água m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ ), concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), razão entre as concentrações interna e ambiente de  $\text{CO}_2$  ( $C_i/C_a$ ). Essas avaliações de trocas gasosas foram realizadas utilizando-se equipamento de sistema aberto de fotossíntese com analisador de  $\text{CO}_2$  e vapor d'água por radiação infravermelha (*Infra Red Gas Analyser – IRGA*, modelo LI-6400XT, da Li-Cor. As eficiências intrínsecas ( $A/g_s$ ) e instantâneas ( $A/E$ ) do uso da água e a eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$ ) foram estimadas pelo quociente da assimilação líquida do carbono com a condutância estomática ao vapor de água, transpiração e concentração interna de  $\text{CO}_2$  aos 60 dias após a semeadura;
- i) Índice de qualidade de Dickson: considerando os indicadores de massa seca da parte aérea, das raízes e de massa seca total, altura e diâmetro do colo das mudas (DICKSON, LEAF e HOSNER, 1960) aos 60 dias após a semeadura;
- j) Área foliar ( $\text{cm}^2$ ): foi definida com o integrador de área foliar LI3100 da LICOR aos 60 dias após a semeadura.

Figura 7. Determinação da taxa de germinação (a), altura da parte aérea (b), diâmetro do caule (c), teor de clorofila (d), trocas gasosas (e) e área foliar (f).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O substrato do viveirista (V) apresentou a maior densidade aparente ( $1160 \text{ kg m}^{-3}$ ), cerca de 3,2 vezes maior do que a encontrado no substrato comercial (C) de  $360 \text{ kg m}^{-3}$ , a menor observada entre os substratos avaliados (Tabela 1). O substrato V tem como composição básica solo superficial arenoso e hidromórfico, e isso pode ter conferido a ele maior densidade aparente. Segundo Abad, Martinez e Martinez (1993), um substrato ideal deve apresentar densidade aparente inferior a  $400 \text{ kg m}^{-3}$ , o que foi observado no substrato comercial (C) e o a base de lodo (L). O substrato à base de lodo de esgoto (L) ao ser misturado com fibra de coco verde (F+L), aumentou o valor da densidade. Nota-se que nos substratos em que foi utilizada a fibra de coco (F+L; F) a densidade aparente foi aproximadamente o dobro da ideal.

Para a densidade partículas, os resultados seguiram a mesma tendência da densidade aparente; partículas com maior densidade partículas foram as do substrato V e menores no substrato C (Tabela 1). O substrato comercial tem em sua formulação basicamente a turfa, o que pode explicar sua menor densidade partículas. Nota-se que nos substratos em que foi utilizada a fibra de coco ocorreu aumento da densidade. Rosa et al. (2001) afirmam que a acomodação da fibra de coco dentro do recipiente pode aumentar os valores de densidade do substrato, devido ao preenchimento dos poros de ar pelas partículas menores.

O menor valor de porosidade total foi encontrado no substrato do viveirista (V), seguido dos substratos a base de fibra (F) e lodo mais fibra (F+L) (Tabela 1). Os três estão abaixo da faixa considerada adequada de porosidade total para substratos, que vai de 75 a 85%, relacionada à melhor combinação de infiltração, aeração e drenagem de água (GONÇALVES; POGGIANI, 1996; KÄMPF; FERMINO, 2000). As maiores porosidades totais foram observadas nos substratos comercial (C) e a base de lodo (L), ambos dentro da faixa considerada adequada. A densidade global do substrato é inversamente relacionada com a porosidade, quando a densidade aumenta, ocorre restrição ao crescimento das raízes das plantas (SINGH; SINJU, 1998). Quando temos substratos com médias altas índice de grossura temos uma relação direta e positiva com a porosidade e direta e inversa com a densidade.

Com relação à porosidade de aeração ou macroporosidade, o substrato a base de lodo (L) apresentou a maior média, seguido pelo comercial (C). O substrato do viveirista (V) e, principalmente, os substratos com fibra de coco em sua composição (F; F+L) apresentaram

as mais baixas macroporosidades (Tabela 1). Em relação a macroporosidade, Gonçalves e Poggiani (1996) sugerem que, para melhor equilíbrio, o substrato deve apresentar percentual entre 20 e 40% de macroporos, o que foi observado neste estudo apenas para os dois primeiros (L; C).

Nenhum dos substratos avaliados apresentou microporosidade dentro da faixa de 45 a 55 %, considerada adequada por Gonçalves; Poggiani (1996). Embora os substratos L e V tenham apresentado microporosidade abaixo da faixa ideal e, os substratos C, F e F+L acima, todos apresentaram valores muito próximos ao ideal, principalmente o C e o L. Dessa forma, possivelmente alguns desses substratos, principalmente aqueles com valor de microporosidade acima do limite superior sugerido pelos autores, apresentem problemas de baixa circulação de oxigênio para as raízes, podendo comprometer o desenvolvimento vegetativo.

Quanto a matéria orgânica, o substrato comercial a base de turfa (C) apresentou a maior porcentagem (63,20%) e o do viveirista (V), que é a base de solo, apresentou a menor média (3,79%). A porcentagem de cinza tem valores inversos ao do material orgânico, complementares em relação ao todo (100%). Assim, o substrato do viveirista apresentou maiores valores (96,20%) e o comercial os menores (36,79%). Devido ao material do substrato comercial ser a base de turfa, sendo este um material orgânico, o valor alto para este substrato já era esperado devido a sua composição (Tabela 1). Segundo Verdonck, Vleeschauer e Boodt (1981), o valor mínimo de matéria orgânica é de 50% para substratos utilizados na produção de mudas em recipientes, com fornecimento de água e nutrientes esporádico.

A distribuição dos tamanhos (%), tamanho das partículas (mm) e índice de grossura das partículas estão apresentados na Tabela 2. A partir dos valores encontrados, observa-se que para todos os substratos a fração entre 0,25 a 1,0 milímetro foi a mais abundante. Fermino (2003) relata que a maior proporção de partículas grossas, em relação a partículas finas, favorece maior espaço de aeração, enquanto que a menor proporção favorece a retenção de água, podendo acarretar falta de oxigenação para as plantas.

O maior valor de pH em água foi encontrado no substrato comercial (6,5), ainda que no limite superior; foi o único valor observado dentro da faixa ideal de pH descrita por Kämpf e Fermino (2000) para substratos: de 5,5 a 6,5. Os demais substratos ficaram dois décimos abaixo do limite inferior. Segundo Santos et al. (2000), o valor de pH tem efeito na

disponibilidade de nutrientes presentes nos substratos, fenômeno este caracterizado como competição iônica.

Sobre a condutividade elétrica, os substratos a base de lodo ( $3,82 \text{ dS m}^{-1}$ ) e lodo + fibra ( $3,57 \text{ dS m}^{-1}$ ) apresentam valores superiores aos demais substratos avaliados. A condutividade elétrica é utilizada para representar indiretamente a quantidade total de cátions e ânions presentes em solução, facilitando as interpretações de fertilidade em campo (LEE, 2010). Essa coerência pode ser observada na Tabela 1, com os substratos contendo lodo de esgoto apresentando maiores médias de CE, bem como de cátions, com destaque para o sódio e ânions. Esses resultados representam valores superiores aos encontrados nos estudos realizados por Torres (2014), cujos parâmetros fisiológicos de taxa de crescimento absoluto e relativo em altura, em diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar, comprimento da raiz e fitomassa fresca do cajueiro-anão-precoce foram influenciados negativamente pelo aumento da salinidade da água de irrigação.

No que se refere aos teores de cátion e ânions, o substrato a base de lodo apresentou teor de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) muito maior ( $184 \text{ mg L}^{-1}$ ) do que nos demais substratos, os quais não diferiram entre si. Para o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), os maiores valores foram encontrados no substrato comercial (Tabela 1).

De modo geral, os substratos a base de lodo e lodo + fibra apresentaram teores de macro e micronutrientes superiores aos demais substratos avaliados, exceção ao  $\text{Fe}^{2+}$ , cujo teor no substrato V não diferiu do lodo, e ao  $\text{NO}_3^-$  na fibra (F), cujo teor foi menor do que no L e F+L (Tabela 1). Provavelmente, a interação lodo de esgoto mais fibra de coco influenciou positivamente na maior concentração desses elementos.

O resumo da análise de variância para as variáveis altura da planta aos 30 dias (AP30), 45 dias (AP45) e 60 dias (AP60), diâmetro do caule aos 30 dias (DC30), 45 dias (DC45) e 60 dias (DC60) e número de folhas aos 30 dias (NF30), 45 dias (NF45) e 60 dias (NF60) após a semeadura em porta-enxerto de cajueiro submetidos a substratos e recipientes está apresentado na Tabela 3. Os valores dos coeficientes de variação oscilaram de 3,06 a 4,55 %, indicando boa precisão experimental.

Tabela 3 - Altura da planta aos 30 dias (AP30), 45 dias (AP45) e 60 dias (AP60), diâmetro do caule aos 30 dias (DC30), 45 dias (DC45) e 60 dias (DC60) e número de folhas aos 30 dias (NF30), 45 dias (NF45) e 60 dias (NF60) em mudas de cajueiro submetidas a substratos e recipientes

F.V	Substrato (S)	Recipiente (R)	Int. S x R	Erro	CV (%)
G.L	4	1	4	20	
----- Q.M. -----					
AP30	4,4910 **	67,1404 **	2,6165 *	0,4269	4,55
NF30	0,3814 **	17,8178 **	0,1900 *	0,0533	3,90
DC30	0,1109 **	0,0100 ns	0,0553 ns	0,0238	4,89
AP45	4,4881 **	26,6209 **	2,9759 *	0,7371	4,18
NF45	0,2032 ns	8,3529 *	0,1727 ns	0,1209	3,98
DC45	0,0801 **	1,2689 **	0,0382 *	0,0129	3,06
AP60	9,1326 *	64,4453 **	6,8294 *	2,1096	5,41

ns - não significativo; \* - Significativo a 5% de probabilidade; \*\* - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Para a variável altura da planta (AP) houve efeito da interação substrato versus recipiente (Tabela 3). Os porta-enxertos produzidos em sacolas plásticas, no geral, apresentaram maior altura do que aqueles produzidos em tubetes, nas três épocas de avaliação, independente do substrato utilizado, exceto para os substratos a base de lodo e lodo + fibra, nos quais o tipo de recipiente não afetou a altura dos porta-enxertos aos 45 e 60 dias do semeio. O mesmo ocorreu aos 45 dias com o substrato fibra, mas não se repetiu aos 60 dias (Tabela 4).

Tabela 4 - Média da altura da planta aos 30 dias (AP30), 45 dias (AP45) e 60 dias (AP60), diâmetro do caule aos 45 dias (DC45), número de folhas aos 30 dias (NF30) e crescimento radicular (CR) aos 60 dias em porta-enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.

	Substratos									
	Tubete					Sacola				
	L	V	C	F+L	F	L	V	C	F+L	F
AP30(cm)	13,1aB	10,8 bB	14,2 aB	13,0 aB	13,0 aB	14,7 bA	15,9 abA	17,1 aA	16,1 abA	15,3 bA
AP45(cm)	19,2 aA	18,6 aB	20,3 aB	20,2 aA	19,3 aA	19,7 cA	22,4 abA	23,2 aA	21,1 bcA	20,7 bcA
AP60(cm)	26,0 abA	23,0 bB	24,2 bB	27,9 aA	25,6 abB	26,9 aA	27,0 aA	30,2 aA	28,9 aA	28,3 aA
NF30	5,3 abB	4,5 cB	5,6 aB	5,0bcB	5,0 bcB	6,5 aA	6,6 aA	6,9 aA	6,7 aA	6,5 aA
DC45(mm)	3,4 aA	3,5 aB	3,5 aB	3,5 aB	3,3 aB	3,6 bA	4,0 aA	4,1 aA	3,9 abA	3,9 abA
CR(cm)	16,2 aB	16,1 aB	15,6 aB	16,1 aB	16,3aB	24,1 bA	29,6 aA	23,3 bA	26,5 abA	24,0 bA
GER15(%)	84,0 aA	5,3 cB	65,3aB	25,3bcB	32,0 bB	88,0 aA	93,3 aA	93,3 aA	89,3 aA	80,0 aA
GER17(%)	98,6 aA	34,6 dB	86,6 abB	61,3 cB	77,3 bB	98,6 aA	97,3 aA	97,3 aA	97,3 aA	93,3 aA
GER20(%)	98,6 aA	89,33 bB	94,6 abA	96,0 abA	98,6 aA	100 aA	100 aA	97,3 aA	97,3 aA	97,3 aA
AF(cm <sup>2</sup> )	339,1 aA	246,8 cB	286,1 bB	353,4 aB	334,4 aB	309,9 bB	338,4 bA	426,3 aA	423,4 aA	429,1 aA
MSPA (g)	3,0 abA	2,49 bB	3,20aB	3,3aB	3,31aB	3,41 cA	3,78 bcA	4,80 aA	4,23 abA	4,25 abA
MST (g)	4,0 abA	3,5 bB	4,6 aB	4,3 aB	4,48 aB	4,53 cA	5,33 bA	6,59 aA	5,58 bA	5,68 bA
SPAD	38,6 aA	37,1 abA	35,2bA	36,1 abA	36,3 abA	37,0 abA	31,9 cB	34,2 bcA	37,6 aA	37,5 aA

Médias seguidas por letra distinta, minúscula para substrato e maiúscula para recipiente, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. L: substrato a base de lodo, V: substrato do viveirista a base de solo, C: substrato comercial a base de turfa, F+L: substrato a base de lodo mais fibra de coco, F: substrato a base de fibra de coco.

Em relação aos substratos, no uso de tubetes, houve tendência de se obter porta-enxertos mais baixos com uso de substrato do viveirista “V”, durante todo o período de formação dos mesmos (Tabela 4), sendo que este resultado foi devido a densidade do substrato relacionado com o pequeno volume do recipiente. Percebemos uma forte relação com a percentagem de germinação que nesse substrato foi apenas de 5,33 e 34,66% aos 15 e 17 dias, neste substrato do viveiristas a semente de caju demorou para se desenvolver. Por outro lado, o substrato comercial “C” proporcionou mudas entre as mais altas até 45 dias do semeio e, mudas entre as mais baixas aos 60 dias. Neste último momento, indicado para realização da enxertia (SERRANO, 2016), as plântulas mais altas foram obtidas com o substrato “F + L” (a base de lodo e fibra), seguido pelos substratos “L” e “F” (Tabela 4). Nos tubetes com substratos “F + L”, “L” e “F”, aos 60 dias após o semeio, as plântulas ultrapassaram 25 cm, altura recomendada para a enxertia (SERRANO, 2016). Com o substrato “C” as plântulas atingiram altura muito próxima ao recomendado, com 24,22 cm. Nas sacolas, até 45 dias após o semeio as plântulas apresentaram-se mais altas nos substratos comercial “C” e do viveirista “V”, porém, aos 60 dias isso não se confirmou, tendo sido indiferente o tipo de substrato utilizado para a altura do porta-enxerto.

No geral, os resultados de altura de plantas aos 60 dias são menores que os encontrados por Serrano et al. (2018), que observaram 32,69 cm para o mesmo substrato comercial e 31,95 cm para o substrato a base de solo, em tubete e nas mesmas condições climáticas, e por Santos (2017), que apresentou valores de 31,62 cm para o substrato de vermiculita, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico, (v:v:v) 2:1:1 respectivamente. Porém, os resultados aqui obtidos estão próximos aos relatados por Corrêa et al. (2000) e Martins et al. (2014) em tubete.

Para a produção de mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem, conhecida popularmente como pata-de-elefante, testadas em substratos resultantes da mistura de terra, bio-sólido e substrato comercial em diferentes proporções mostraram que substratos a base de lodo de esgoto e terra de subsolo proporcionaram plantas mais altas (VIEIRA et al., 2017).

Com relação ao recipiente, Oliveira, Lima e Pinheiro (2000) verificaram que mudas de cajueiro propagadas em sacos plásticos são mais altas do que aquelas produzidas em tubetes, o que se reflete em plantas mais altas também no campo. No geral, os substratos e recipientes estudados podem ser recomendados para a produção de porta-enxertos para cajueiro, ressaltando maior restrição ao substrato do viveirista no tubete, por não atingir os 25 cm do porta-enxerto aos 60 dias, recomendado por Serrano (2016).

Para a variável número de folhas por planta foram verificados efeitos da interação substrato/recipiente aos 30 dias, efeito de recipiente aos 45 dias e, efeitos tanto de recipiente quanto de substrato aos 60 dias após a semeadura (Tabela 3). Aos 30 dias, os porta-enxertos nas sacolas apresentavam, em média, uma folha e meia a mais que em tubetes, independente do substrato utilizado (Tabela 4). Nesse mesmo momento, para as sacolas, o tipo de substrato não afetou essa variável, porém, para os tubetes, o substrato comercial “C” e a base de lodo “L” proporcionaram cerca de uma folha a mais nos porta-enxertos, comparados ao substrato do viveirista “V”. Os substratos a base de fibra “F” e lodo mais fibra “L + F” proporcionaram número de folhas intermediário, sem diferir de “V” nem de “L” (Tabela 4). Tanto aos 45 quanto aos 60 dias do semeio, a sacola plástica continuou proporcionando a formação de mudas com mais folhas do que os tubetes, cerca de uma e uma e meia folha a mais, respectivamente, independente do substrato (Tabela 5). Por sua vez, aos 60 dias, os substratos a base de lodo mais fibra “L + F”, lodo “L” e fibra “F” foram os que permitiram a formação de porta-enxertos com, respectivamente, cerca de 1,6, 1,3 e 1,3 folha a mais do que o substrato do viveirista “V”, com o qual se obteve o menor número de folhas por planta (Tabela 6). Com o substrato comercial “C”, obteve-se 0,64 folha a mais por planta do que com “V”, porém, sem diferir significativamente deste e nem dos resultados observados para “L” e “F”.

Tabela 5 - Número de folhas aos 45 dias (NF45) e aos 60 dias (NF60), diâmetro do caule aos 60 dias, porta enxerto apto a enxertia aos 60 dias (APTO60), relação da parte aérea e diâmetro do caule aos 60 dias, massa seca da raiz e índice de qualidade de Dickson (IQD) em porta-enxerto de cajueiro em função de diferentes recipientes.

	Recipiente	
	Tubete	Sacola
NF45(unid.)	8,2 b	9,2 a
NF60(unid.)	10,4 b	12,0 a
DC60(mm)	4,4 b	5,2 a
APTO60(%)	83,4 b	87,7 a
AP/DC	5,7 a	5,4 b
MSR(g)	1,1 b	1,4 a
IQD	0,5 b	0,6 a

Médias seguidas por letra distinta, minúscula para substrato e maiúsculo para recipiente, diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. L: substrato a base de lodo, V: substrato do viveirista a base de solo, C: substrato comercial a base de turfa, F+L: substrato a base de lodo mais fibra de coco, F: substrato a base de fibra de coco.

Os resultados do substrato comercial (10,37) e viveirista (10,84), em mesma condição, já haviam sido confirmados por Serrano et al (2018). Como encontrado neste experimento, Vieira et al. (2017), estudando a produção de mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem verificaram que as menores médias foram para o lodo de esgoto e a terra de subsolo. Resultados encontrados na literatura de 11,63 folhas obtidas por Santos (2017), de 10,82 por Serrano et al. (2018) e de 11,56 por Martins et al. (2014) confirmam os resultados encontrados.

Tabela 6 - Número de folhas aos 60 dias (NF60), diâmetro do caule aos 30 dias (DC30), relação da massa seca da parte aérea pela massa seca da raiz (MSPA/MSR), relação massa seca da raiz pela parte aérea (MSR/MSPA), massa seca da raiz (MSR) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) em porta-enxerto de cajueiro em função dos substratos.

	Substrato				
	L	V	C	F+L	F
NF60(unid.)	11,6 ab	10,3 c	10,9 bc	11,8 a	11,4 ab
DC30(mm)	3,0 b	3,3 a	3,1 ab	3,1 ab	3,0 b
MSPA/MSR	2,4 a	2,4 b	2,9 b	3,0 a	3,1 a
MSR/MSPA	0,3 b	0,4 a	0,4 a	0,3 b	0,3 b
MSR(g)	1,0 c	1,2 b	1,6 a	1,2 bc	1,3 b
IQD	0,5 b	0,5 b	0,7 a	0,5 b	0,5 b

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, por variável, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. L: substrato a base de lodo, V: substrato do viveirista a base de solo, C: substrato comercial a base de turfa, F+L: substrato a base de lodo mais fibra de coco, F: substrato a base de fibra de coco.

O diâmetro do caule foi afetado pelo substrato aos 30 dias, pela interação substrato x recipiente aos 45 dias e pelo recipiente aos 60 dias (Tabela 3). Aos 30 dias os porta-enxertos formados com substrato do viveirista “V” apresentaram diâmetro de caule maior do que os formados com substratos a base de fibra “F” e lodo “L” (Tabela 6). Para essa variável o substrato comercial “C” e a base de lodo + fibra “F+L” não diferiram entre si e de nenhum dos demais. Aos 45 dias, praticamente já não houve efeito do substrato sobre o diâmetro do caule, exceto pelo resultado observado nas plântulas em substrato a base de lodo “L”, na sacola, com DC menor do que com os demais substratos (Tabela 4). Diferente do observado aos 30 dias, aos 45 dias após o semeio, de modo geral, os porta-enxertos formados em sacola apresentaram DC maior do que aqueles em tubetes. Esse resultado se repetiu aos 60 dias do semeio (Tabela 5), ocasião em que esta variável não foi afetada pelo substrato.

O diâmetro do caule é um dos principais parâmetros utilizados em estudos de avaliação de porta-enxerto, pois ajuda a definir o momento da enxertia, uma vez que plantas que apresentam maior diâmetro podem ser enxertadas mais precocemente (SERRANO et al., 2013a). O diâmetro é amplamente aceito como variável confiável, uma vez que oferece maior correlação com a sobrevivência das mudas no campo (SERRANO et al., 2013a).

Diminuição na altura da planta, número de folha por planta e diâmetro do caule podem estar associadas a respostas negativas da condutividade de elétrica. De acordo com Portela, Peil e Rombaldi (2012), o efeito da CE sobre o crescimento e a produtividade das culturas deve ser analisado sob dois pontos de vista: a) baixos valores de CE podem indicar baixa concentração o de nutrientes, levando ao aparecimento de deficiências nutricionais, o que pode ter acontecido com o substrato do viveirista no tubete; b) altos valores de CE podem demonstrar grande concentração de sais e nutrientes nas raízes, resultando na elevação do potencial osmótico da solução, refletindo no aumento da absorção de nutrientes e no surgimento de desequilíbrios nutricionais. Neste sentido, pode-se explicar as medias baixas em altura no tratamento do substrato a base de lodo em sacola.

O resumo da análise de variância (Tabela 7) para as variáveis de germinação acumulada aos 15 dias (GER15), 17 dias (GER17) e 20 dias (GER20), porta enxerto apto a enxertia aos 45 dias (APTO45) e aos 60 dias (APTO60), área foliar (AF) aos 60 dias e crescimento radicular (CR) aos 60 dias em porta enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes mostram que os valores dos coeficientes de variação oscilaram de 3,01 a 15,43% e indicam boa precisão experimental.

Tabela 7 - Emergência acumulada aos 15 dias (GER15), 17 dias (GER17) e 20 dias (GER20), porta-enxerto apto a enxertia aos 45 dias (APTA45) e aos 60 dias (APTA60), área foliar (AF) aos 60 dias e crescimento radicular (CR) aos 60 dias em porta-enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.

F.V	Substrato (S)	Recipiente (R)	Int. S x R	Erro	CV (%)
GL	4	1	4	20	
----- Q.M. -----					
GEM15	0,154480 *	1,6147 *	0,1567 *	0,0102	15,43
GER17	0,0939 *	0,4712 *	0,0919 *	0,0035	7,09
GER20	0,00194 <sup>ns</sup>	0,0064 *	0,0031 *	0,0008	3,01
APTO45	10,6160 *	673,1750 **	9,9498 *	3,1989	8,59
APTO60	4,8666 <sup>ns</sup>	10,8000 <sup>ns</sup>	3,4666 <sup>ns</sup>	2,6333	7,65
AF	0,3833 <sup>ns</sup>	8,5333 *	3,7833 <sup>ns</sup>	1,9000	6,44
AP60	9677,4965 **	40500,7066 **	5922,2313 **	257,1610	4,60

ns - não significativo; \* - Significativo a 5% de probabilidade; \*\* - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Para a variável germinação acumulada foi verificado efeito da interação substrato x recipiente nas três épocas de avaliação (Tabela 7). Nas duas primeiras avaliações, aos 15 e 17 dias após o semeio, o percentual de sementes germinadas foi maior nas sacolas, exceto para tubetes preenchidos com substrato a base de lodo “L”, que apresentou germinação semelhante à na sacola (Tabela 4). Aos 17 dias, independente do substrato, praticamente todas



as sementes já haviam germinado nas sacolas e nos tubetes preenchidos com “L”. Porém, aos 20 dias, todos os tratamentos atingiram percentuais próximos a 100%, exceto em tubetes com substrato do viveirista, cujo percentual ficou próximo a 90%. O substrato só afetou a germinação em tubetes, principalmente nas duas primeiras avaliações (15 e 17 dias do semeio). Nestas, a germinação começou mais precoce para o substrato “L”, seguido pelos substratos comercial “C” e a base de fibra “F”, depois o substrato a base de lodo + fibra “F+L” e, por último, o do viveirista “V” (Tabela 4), esse resultado da baixa germinação no substrato a base de solo foi devido a maior densidade do substrato e baixo volume do recipiente que pode ter comprimento a semente dificultando assim a germinação. Como já comentado, na última avaliação, aos 20 dias, mesmo no tubete a germinação praticamente se nivelou entre os substratos, acima de 94%, com exceção do substrato “V” em que ficou em 89,3%.

Tais resultados demonstram que a sacola proporciona condições favoráveis ao processo germinativo, como disponibilidade adequada de água, espaço e oxigênio, independente do substrato testado, e que, em tubetes, o uso de lodo como base para o substrato acelera a germinação das sementes, porém, em todos os tratamentos mais de 80 % das sementes germinaram até 20 dias após a semeadura, dentro do que é esperado para o cajueiro (CAVALCANTI JÚNIOR; CHAVES, 2001).

Para a variável crescimento radicular “CR” houve efeito de substrato, recipiente e da interação substrato x recipiente (Tabela 7). Com o desdobramento da interação e o teste de médias, viu-se que, independente do substrato, nas sacolas, as plântulas formaram raízes mais compridas do que nos tubetes (Tabela 4). Por outro lado, nas sacolas preenchidas com substrato do viveirista, as raízes do porta-enxerto ficaram mais longas do que com os outros substratos, exceto lodo + fibra “F+L”, cujas raízes não diferiram em comprimento de nenhum outro substrato. Nos tubetes não houve diferença entre substratos quanto a essa variável (Tabela 4).

De acordo com os resultados descritos, verifica-se que o substrato a base de solo demonstrou ser superior em sacolas para o crescimento radicular, em relação aos outros substratos, porque, apresenta baixos teores de nutrientes (Tabela 1).

Quanto à variável porta-enxertos aptos para a enxertia, somente houve efeito dos tratamentos aos 60 dias, restrito ao a efeito de recipiente (Tabela 7), no caso, favorável

também às sacolas, com cerca de 4% a mais de plantas aptas à enxertia nessa ocasião, comparado às em tubetes (Tabela 5).

De modo geral, independente do substrato, tanto nas sacolas quanto em tubetes, verificou-se bons índices de plantas aptas à enxertia, acima de 80%. Segundo Cavalcanti Júnior (2005), aos 60 dias, o porta-enxerto se apresenta apto à enxertia com 25 cm de altura, aproximadamente 5 mm de diâmetro do caule e 8 folhas.

Para a variável área foliar houve efeitos principais e de interação substrato x recipiente, aos 60 dias após o semeio (Tabela 7). Nas sacolas plásticas as plântulas produziram mais área foliar do que nos tubetes, independente do substrato utilizado (Tabela 4), resultado este coerente com o número de folhas aos 60 dias (Tabela 5), com a ressalva para o substrato a base de lodo. Porém, o efeito do substrato nessa variável foi um pouco diferente em função do recipiente, pois, em tubetes, com os substratos à base de lodo e/ou fibra, “F+L”, “L” e “F”, a área foliar foi maior do que com o substrato comercial “C” e, principalmente, com o substrato do viveirista “V” (Tabela 4). Esse resultado também foi coerente com o número de folhas (Tabela 6). Por outro lado, nas sacolas, o efeito do substrato não foi semelhante ao observado para número de folhas; nesse caso, destacaram-se os substratos a base de fibra (“F” e “F+L”) e o comercial “C”, enquanto os substratos do viveirista “V” e o lodo “L” proporcionaram menor área foliar por plântula (Tabela 4).

Suassuna (2016) encontrou valores menores do que os observados neste experimento. Verifica-se que o peso seco total apresenta forte correlação com a área foliar e, a redução da área foliar exerce efeito direto sobre a área fotossinteticamente ativa, reduzindo com isso o acúmulo de biomassa das mudas, resultando em menor crescimento das mudas de cajueiro formadas no ambiente a pleno sol. Zaccheo (2013) verificou que o desenvolvimento vegetativo da parte aérea das mudas de maracujá é proporcional ao tamanho do recipiente.

O resumo da análise de variância (Tabela 8) para as variáveis de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST), razão da massa seca da parte aérea pela massa seca das raízes (MSPA/MSR), razão da massa seca das raízes pela massa seca da parte aérea (MSR/MSPA), razão da altura da planta pelo diâmetro do caule (AP/DC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) aos 60 dias em porta enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes mostram que os valores dos coeficientes de variação oscilaram de 6,35 a 10,23% e indicam boa precisão experimental.

Tabela 8 - Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), razão da massa seca da parte aérea pela massa seca da raiz (MSPA/MSR), razão da massa seca da raiz pela massa seca da parte aérea (MSR/MSPA), razão da altura da planta pelo diâmetro do caule (AP/DC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) aos 60 dias em porta-enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.

F.V	Substrato (S)	Recipiente (R)	Int. S x R	Erro	CV (%)
GL	4	1	4	20	
----- Q.M. -----					
MSPA	0,8499 **	7,7013 **	0,3395 **	0,0599	6,82
MSR	0,2529 **	0,7238 **	0,0255 ns	0,0106	7,96
MST	1,6874 **	13,1473 **	0,5219 **	0,0960	6,35
MSPA/MSR	0,6793 **	0,0790 ns	0,0589 ns	0,0429	7,39
MSR/MSPA	0,0136 **	0,0024 ns	0,0015 ns	0,0012	9,83
AP/DC	0,3406 ns	0,8944 *	0,0551 ns	0,0194	7,85
IQD	0,0380 **	0,2236 **	0,0060 ns	0,0036	10,23

ns - não significativo; \* - Significativo a 5% de probabilidade; \*\* - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

De acordo com a análise de variância (Tabela 8), para a variável massa seca total, foi verificada diferença significativa na interação substrato x recipiente. Com o teste de comparação de médias (Tabela 4) pode-se perceber que as sacolas plásticas (5,54 g) obtiveram médias significativas e o substrato significativo foi o comercial (6,59 g), sendo que o substrato a base de lodo (4,53 g) apresentou menor média. No tubete tivemos a média mais baixa no substrato do viveirista (3,54 g) e os outros substratos testados não se diferiram entre si.

Os resultados nos substratos comercial e viveirista é confirmado por Serrano et al. (2018), que encontraram 2,70 g e 2,73 g nas mesmas condições. Taniguchi et al. (2017), ao produzirem o porta-enxerto ‘CCP 06’ em tubetes preenchidos com substrato à base de solo verificaram aos 60 dias 2,56 g. Nota-se, que as médias obtidas no presente trabalho são superiores às verificadas pelos autores supracitados. Pelos resultados encontrados e, considerando que o acúmulo da matéria seca total é uma importante característica indicativa de qualidade das mudas, infere-se que os substratos comerciais utilizados podem ser melhor recomendados para a produção de porta-enxerto de cajueiro-anão.

Ao se verificar a massa seca de uma planta, tem-se conhecimento da intensidade de crescimento da mesma, o que está relacionado com a quantidade de nutrientes absorvida e, conseqüentemente, possibilita o entendimento de fatores relacionados com a adubação (GLASS, 1989; MARSCHNER, 1995).

De acordo com a análise de variância (Tabela 8) para a variável massa seca da parte aérea foi verificada diferença significativas na interação substrato x recipiente. Com o teste de comparação de médias (Tabela 4) pode-se perceber que as sacolas plásticas obtiveram médias significativas na MSPA e os substratos significativo foram o comercial (4,80 g), fibra (4,23 g) e lodo + fibra (4,25 g), sendo que o lodo (3,41 g) apresentou menor média e não diferiu com o viveirista (3,78 g). No tubete teve a média mais baixa no viveirista (2,49 g), não havendo diferença significativa nos demais.

Os resultados no substrato comercial e viveirista são confirmados por Serrano et al. (2018), que encontraram 2,25 g e 2,27 g, respectivamente, nas mesmas condições. Médias de resultados menores de 2,20 g de Serrano et al. (2013), Taniguchi et al. (2017), ao produzirem o porta-enxerto ‘CCP 06’ em tubetes preenchidos com substrato a base de solo, verificaram aos 60 dias, acúmulos médios de matéria seca da parte aérea 1,95 g e 2,11 g de Cavalcante Júnior (2013) foram encontrado por esses autores.

A MSPA nas mudas é reflexo do crescimento da parte aérea: altura, diâmetro do caule e área foliar. Seu maior acúmulo pode favorecer o pegamento das mudas e o crescimento pós-plantio, pois, existe maior área fotossintetizante, produzindo maior quantidade de fotoassimilados que irão contribuir para o desenvolvimento das mudas após o plantio no campo.

Os menores valores encontrados na sacola plástica para o substrato a base de lodo podem ser explicados pelas altas concentração de sais e nutrientes no sistema radicular, resultando na elevação do potencial osmótico da solução, refletindo no aumento da absorção de nutrientes e no surgimento de desequilíbrios nutricionais. Já as médias médias baixas no substrato do viveirista em tubete são devidas a baixos valores de CE que podem indicar baixa concentrações o de nutrientes, levando ao aparecimento de deficiências nutricionais.

De acordo com a análise de variância (Tabela 8) para a variável massa seca das raízes obteve-se significância para substratos e recipientes isoladamente. Com o teste de comparação de médias (Tabela 5 e Tabela 6) pode-se perceber que para o fator recipiente verificou-se que em sacolas plásticas (1,45 g) obteve-se médias significativas e no substrato quem apresentou médias significativas foi o comercial (1,61 g) e que apresentou menores média o lodo (1,05 g).

Em relação ao substrato comercial e ao substrato a base de solo, Serrano et al. (2018) encontraram médias menores que as observadas neste experimento aos 60 dias.

Taniguchi et al. (2017), ao produzirem o porta-enxerto ‘CCP 06’ em tubetes preenchidos com substrato a base de solo, verificaram aos 60 dias, 0,61 g nas raízes. Nota-se que, as massas da matéria seca das raízes obtidas no presente trabalho são superiores às verificadas pelos autores supracitados. Porém Santos (2017), aos 60 dias, encontrou valores próximos aos observados neste trabalho.

O peso seco das raízes teve correlação forte e positiva com o IQD, peso seco de folhas, peso seco total e com o diâmetro do coleto, e uma correlação moderada positiva com a área foliar e a altura.

De acordo com a análise de variância (Tabela 8) para a relação da massa seca da parte aérea pela massa seca das raízes e a relação da massa seca das raízes pela massa seca da parte aérea, obteve-se significância somente para substrato. Com o teste de comparação de médias (Tabela 6) pode-se perceber que para a MSPA/MSR os substratos do viveirista (2,45) e comercial (2,90) encontrou-se menores médias, não diferindo entre si e diferindo dos demais. Na relação MSR/MSPA encontra-se uma situação oposta a MSPA/MSR, sendo que os substratos do viveirista (0,42) e comercial (0,41) verifica-se maiores médias, não diferindo entre si e diferindo dos demais.

Daniel et al. (1997) afirmam que uma relação MSR/MSPA de 0,5 é um bom padrão para a obtenção de mudas de qualidade e é comumente maior em ambiente de baixa fertilidade, podendo ser considerada uma estratégia da planta para retirar o máximo de nutrientes naquela condição. Nesse sentido, a razão é função da espécie, do tipo do substrato a ser utilizado na produção de mudas, bem como da fertilidade do mesmo. Para este trabalho, os tratamentos que apresentaram uma boa relação MSR/MSPA.

De acordo com a análise de variância (Tabela 8) para a variável relação da altura da planta pelo diâmetro do caule foi verificado diferença significativa no recipiente. Com o teste de comparação de médias (Tabela 5) pode-se perceber que a sacola plástica (5,74) obteve médias significativas.

A relação da altura da planta pelo diâmetro do caule fornece informações sobre a proporção altura e diâmetro no ponto de enxertia, verificando se o porta-enxerto está demonstrando equilíbrio de crescimento. É um dos parâmetros usados para avaliar a qualidade das mudas, pois, além de refletir o armazenamento de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo (STURION; ANTUNES, 2000). Mudas com menor diâmetro do colo apresentam dificuldades de se manterem eretas após o plantio. O tombamento decorrente

dessa característica pode resultar em morte ou deformações. Mudanças que apresentam diâmetro do colo pequeno e alturas elevadas são consideradas de qualidade inferior às menores e com maior diâmetro do colo. Essa variável é reconhecida como das melhores, sendo, em geral, a mais indicada para determinar a capacidade de sobrevivência de mudas no campo (DANIEL et al., 1997).

De acordo com a análise de variância (Tabela 8) para a variável índice de qualidade de Dickson (IQD) obteve-se significância para substratos e recipientes isoladamente. Com o teste de comparação de médias (Tabela 5 e Tabela 6) pode-se perceber que para o fator recipientes verificou-se que em sacola (0,67) obteve-se média significativa e no substrato quem apresentou média significativa foi o comercial (0,71) e os demais substratos não diferiram entre si.

O IQD é uma fórmula que inclui parâmetros morfológicos, como altura, diâmetro e biomassa seca, sendo um método científico amplamente utilizado na determinação da qualidade de mudas, pois considera a interação entre vários parâmetros que refletem as condições de desenvolvimento da planta. Quanto maior este índice melhor será o padrão de qualidade das mudas (GOMES, 2001) e, segundo Johnson; Cline (1991), este parâmetro leva em consideração a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa. Por meio deste índice verificou-se que as mudas oriundas do substrato comercial (0,82) em sacolas e tubete (0,61) apresentou média significativa, sendo que os demais substratos apresentaram médias menores, entretanto, não diferiram entre si. Em relação ao recipiente pode-se afirmar que a sacola plástica é melhor para a obtenção da melhor qualidade da muda.

Suassuna (2016), estudando substratos para produção de porta-enxerto, encontrou aos 90 dias valores de 0,72 a 1,22 em substratos com menores porcentagens de matéria orgânica e pó de rocha MB-4.

O resumo da análise de variância (Tabela 9) para as variáveis índice relativo de clorofila (índice SPAD), concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ), transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ), fotossíntese líquida ( $A$ ), razão  $C_i/C_a$ , eficiência de carboxilação ( $A/C_i$ ), eficiência intrínseca de uso da água ( $A/g_s$ ) e eficiência instantânea de uso da água ( $A/E$ ) em porta-enxertos de cajueiro submetidas a substratos e recipientes mostram que os valores dos coeficientes de variação oscilaram de 3,20 e 24,61%.

Tabela 9 - Índice relativo de clorofila (índice SPAD), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese líquida (A), relação Ci/Ca, eficiência de carboxilação (A/Ci), eficiência intrínseca de uso da água (A/gs) e eficiência instantânea de uso da água (A/E) em porta-enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.

F.V	Substrato (S)	Recipiente (R)	Int. S x R	Erro	CV (%)
GL	4	1	4	20	
----- Q.M. -----					
SPAD	12,8952 **	7,9464 *	10,5468 **	1,3404	3,20
A	13,6997 *	60,9757 *	10,1232 **	2,4163	22,27
Gs	0,0021 **	0,0010 ns	0,0011 *	0,0003	23,62
Ci	658,5860 *	15187,0500 **	674,9282 *	227,3774	6,68
E	0,4111 *	1,1059 **	0,2994 ns	0,1219	22,33
Ci/Ca	0,0052 **	0,0832 **	0,0052 **	0,0010	5,72
A/E	0,3378 ns	66,9610 **	0,5339 *	0,1511	8,35
A/gs	282,0403 *	6252,5203 **	287,0669 *	83,0202	9,33
A/Ci	0,0003 **	0,0024 **	0,0002 **	0,0001	24,61

ns - não significativo; \* - Significativo a 5% de probabilidade; \*\* - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

A variável de teor de clorofila foi possível verificar diferença significativa na interação substrato x recipiente. Com o teste de comparação de médias (Tabela 04) pode-se perceber que nas sacolas plásticas os substratos fibra (37,50), lodo + fibra (37,64) e lodo (37,01) apresentaram maiores valores e o substrato do viveirista (31,96) a menor média. No tubete, o substrato comercial apresentou a menor média. Os recipientes não diferiram entre si. Os resultados apresentados podem ser justificados devido aos substratos citados apresentarem mudas com maior índice de verde (SPAD), diretamente correlacionado com o teor de clorofila; os resultados observados devem ter sido atribuídos à riqueza nutricional do lodo, em especial, de nitrogênio.

Tabela 10 - Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), fotossíntese líquida (A), relação Ci/Ca, eficiência de carboxilação (A/Ci), eficiência intrínseca de uso da água (A/gs) e eficiência instantânea de uso da água (A/E) em porta-enxerto de cajueiro submetidas a substratos e recipientes.

	Substratos									
	Tubete					Sacola				
	L	V	C	F+L	F	L	V	C	F+L	F
A	5,8 a	4,7 a	5,4 a	6,2 a	5,5 a	9,9 a	8,8 a	3,6 b	10,5 a	9,0 a
Gs	0,06 a	0,05 a	0,06 a	0,07 a	0,07 a	0,08 a	0,08 a	0,03 b	0,12 a	0,08 a
Ci	241,5 a	254,9 a	245,5 a	241,8 a	256,7 a	181,1 b	205,1 ab	192,4 b	234,1 a	202,7 ab
E	1,81 a	1,53 a	1,72 a	1,84 a	1,87 a	1,47 a	1,42 ab	0,60 b	1,87 a	1,48 ab
Ci/Ca	0,61 a	0,64 a	0,62 a	0,61 a	0,64 a	0,45 b	0,52 ab	0,49 b	0,60 a	0,52 ab
A/E	3,22 a	3,05 a	3,15 a	3,40 a	2,96 a	6,88 a	6,20 ab	6,06 ab	5,43 b	6,15 ab
A/gs	87,0 a	79,4 a	84,7 a	87,0 a	77,8 a	126,1 a	110,4 ab	120,4 a	91,7 b	111,7 ab
A/Ci	0,02 a	0,01 a	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,05 a	0,04 a	0,02 b	0,04 a	0,05 a

Médias seguidas por letra distinta para substrato diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. L: substrato a base de lodo, V: substrato do viveirista a base de solo, C: substrato comercial a base de turfa, F+L: substrato a base de lodo mais fibra de coco, F: substrato a base de fibra de coco.

De acordo com a análise de variância (Tabela 9) para as variáveis de trocas gasosas, não foi possível verificar diferença significativa nos recipientes devido a condição climática de tal modo que, somente foi avaliado o fator substrato em cada recipiente isoladamente. Com o teste de comparação de médias (Tabela 10) pode-se perceber que os substratos não diferiram no recipiente tubete, já na sacola o substrato comercial apresentou menores médias na concentração interna de  $\text{CO}_2$  (192,43), transpiração (0,60 mmol vapor d'água  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática (0,03 mol  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e fotossíntese líquida (3,63  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e na relação  $\text{Ci}/\text{Ca}$  (0,49), neste caso não diferindo dos demais, sendo que os outros substratos, no geral, apresentaram melhores resultados. Os substratos utilizados nos porta-enxertos não influenciaram nas respostas fisiológicas, sendo a única exceção o substrato comercial que, no geral, apresentou menores média. A diminuição da fotossíntese no substrato comercial em sacolas plásticas, se deve ao desenvolvimento maior da planta que utiliza os carboidratos no seu crescimento.

Segundo estudos de Wofe (1994), o aumento da eficiência do uso de água por unidade de área foliar, em função de uma queda de condutância estomática, se deve ao fluxo de vapor d'água proveniente da folha ser relativamente mais sensível que a atividade fotossintética a um fechamento parcial dos estômatos. Segundo KIM; HORI (1989) a taxa fotossintética se correlaciona diretamente com o teor de clorofila das folhas, o que poderia ser um dos fatores que levaram inferioridade em taxa fotossintética das mudas cultivadas no substrato comercial, pois este apresentava folhas com verde menos intenso.

O efeito da fase de crescimento da planta sobre a fotossíntese, tem relação com uma mudança na demanda por fotoassimilados nos drenos pode ser verificada em mudas de maior que obtiveram maior crescimento. Como as medidas de trocas gasosas foram realizadas em folhas com aproximadamente as mesmas idades e a umidade do solo foi mantida em condições ideais no substrato comercial, as variações observadas devem estar relacionadas com o estágio fisiológico das plantas. Trabalho realizado por Cavalcanti et al. (2008), com o clone 'CCP 76' submetido ao estresse hídrico em diferentes fases fenológicas, foi observado que a resistência estomática foi extremamente afetada nas fases de crescimento, quando o substrato estava em condições de umidades ideais.



## 5 CONCLUSÃO

A sacola plástica proporcionou melhor desenvolvimento do porta-enxerto de cajueiro-anão.

O substrato alternativo a base de lodo e fibra + lodo não superou os demais substratos testados, mesmo com quantidades superiores de nutrientes, tendo em vista que, sua condutividade elétrica elevada prejudicou o desenvolvimento do porta-enxerto, devendo ser usado em combinações com outros substratos e, em proporções menores.

O substrato do viveirista a base de solo apresentou baixa quantidade de nutrientes e, seu uso, possivelmente, só será viável com a adição de adubação foliar, mas para isso, estudos devem ser realizados.

Dentre os substratos estudados o comercial, composto principalmente por turfa, é o mais recomendado para a produção de porta-enxerto de cajueiro em sacola e tubetes; entretanto, estudos devem ser realizados com o intuito de encontrar substratos alternativos viáveis.

## REFERÊNCIAS

- ABAD, M.; MARTINEZ, P. F.; MARTINEZ, J. Evaluación agrónomica de los substratos de cultivo. **Actas de Horticultura**, Villaviciosa, Espanha, v. 11, p. 141-154, 1993.
- ABAD, M.; NOGUERA, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: CADAHIA, C. (Ed.) **Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, p. 287-342, 1998.
- ARAÚJO, D. B. **Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários**. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- ARAÚJO, J. R. G.; CERQUEIRA, M. C. M.; GUISTEM, J. M.; MARTINS, M. R.; SANTOS, F. N.; MENDONÇA, M. C. S. Embebição e posição da semente na germinação de clones de porta-enxertos de cajueiro-anão-precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP. v. 31, n. 2, p. 552-558, 2009.
- BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N. Substratos à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília DF. v. 26, n. 5, p. 753-758, 1991.
- BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; FONSECA, I. C. B. Efeito residual de lodo de esgoto na produtividade de milho safrinha. **Revista brasileira de ciência do solo**. Viçosa, MG. p.601-605, 2007.
- BETTIOL, W.; CAMARGO, O. **Lodo de esgoto** – Impactos ambientais na agricultura. Embrapa meio ambiente, Jaguariúna, SP, 2006.
- BRASIL** - Conselho nacional do meio ambiente (CONAMA). Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos, e outras providências. 41p, 2006.
- CAMARGO, R.; MALDONADO, A. C. D.; SILVA, P. A.; COSTA, T. R. Biossólido como substrato na produção de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.14, n.12, p.1304-1310, 2010.
- CARBAJAL, A. C. R. SÁ, F. T. de FRANCO, F. G. S. **Recomendações para produção, plantio e manutenção de mudas de cajueiro**. Fortaleza-CE: Embrapa-CNPAT, 1995. 4 p. (Embrapa-CNPAT. Comunicado Técnico, 08).
- CARNEIRO, J. G. A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de Pinus taeda L. em viveiro e após o plantio**. Curitiba: UFPR, 140 p, 1985.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas vegetais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 451 p. 1995.
- CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro-anão-precoce em condições de salinidade.

**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, PB. v. 6, n. 2, p. 199-206, 2002.

CARRIJO, O. A.; DE LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra de casca de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura brasileira.** Recife, PE. v. 20, n. 4, p.533-535, 2002.

CASSINI, S.T.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento de biogás.** Prosab, p.1-9, 2003.

CAVALCANTE JÚNIOR, L. F. **Eficiências de absorção, transporte e utilização de nutrientes de mudas de cajueiro-anão-precoce.** 2013, 65f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, Fortaleza, 2013.

CAVALCANTE, A. L.; MAIA, A. C. L.; SULIANO, D.; PAIVA, W. L.; NETO, N. T.; **Indicadores Econômicos do Ceará 2016;** IPECE, Fortaleza – CE, 2016.

CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. Propagação assexuada do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. **Agronegócio Caju: práticas e inovações.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.241-257, 2013.

CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CHAVES, J. C. M. **Produção de mudas de cajueiro.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 43p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 42).

CAVALCANTI, M. L. C.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; JÚNIOR, G. B. Fisiologia do cajueiro anão precoce submetido à estresse hídrico em fases fenológicas. **Revista de Biologia e Ciência da Terra.** São Cristóvão, SE. v. 08, n. 01, p. 42-53, 2008.

CORRADINI, E.; ROSA, M. F.; MACEDO, B. P.; PALADIN, P. D.; MATTOSO, L. H. C. Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos de cultivares de coco verde. **Revista brasileira de fruticultura.** Jaboticabal, SP. v.31, n.3, p.837- 846, 2009.

CORRÊA, M. P. F.; GADELHA, J. W. R.; CORREIA, D.; ROSSETTI, A. G.; RIBEIRO, E. M. **Efeitos de substratos e da idade do porta-enxerto na formação de mudas de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale L.*) em tubetes.** Embrapa Agroindústria Tropical, 4 p. 2000.

CORREIA, D.; ROSA, M. F.; NORÕES, E. R. V.; ARAUJO; F. B. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce, **Revista Brasileira Fruticultura.** Jaboticabal, SP. v. 25, n. 3, p. 557-558, 2003.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de Acacia mangium. **Revista Árvore,** Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest. Chronicles,* v. 36, p. 10-13,1960.

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para planta.** 2003. 89f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

- FONTENO, W. C. **Growing media: types and physical/chemical properties.** In: REED, D. W. (ed.) *A Growers Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops.* Batavia: Ball, p. 93-122, 1996.
- GLASS, A. D. M. **Plant nutrition: an introduction to current concepts.** Boston: Jones and Bartlett Publishers, 234p, 1989.
- GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Revista Cerne.** Lavras, MG. v.19, n.1, p.123-131, 2013.
- GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** (Tese Doutorado). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 126p, 2001.
- GONÇALVES, A. L.; **Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais.** In: MINAMI, K. (Ed.). *Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.* São Paulo: T. A. Queiroz, 128p, 1995.
- GONÇALVES, J. L. de M.; POGGIANI, F. Substrato para a produção de mudas. In: **Congresso...** Águas de Lindóia-SP, 1996.
- GRASSI FILHO, H.; SANTOS, C. H. **Importância da relação entre os fatores hídricos e fisiológicos no desenvolvimento de plantas cultivadas em substratos.** In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.). *Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato.* Viçosa: UFV. p. 78-91, 2004
- GUEDES, M.C.; DE ANDRADE, C.A.; POGGIANI, F.; MATTIAZZO, M. E. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação do lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do solo.** Viçosa/MG, p.267 -280, 2006.
- INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento Sistemático da produção Agrícola.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp>. Acesso em: 07 ago. 2018.
- JESUS, B. M. **Morfologia de sementes, germinação e desenvolvimento de mudas de angico-de-bezerro (*Piptadenia obliqua* (Pers.) Macbr.).** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Areia: Universidade Federal da Paraíba, 81f. 1997.
- 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, p. 143-162, 1991.
- KÄMPF, A. N. Materiais Regionais Como Componentes de Substrato para Plantas. In: VI Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas – VI ENSUB, Fortaleza-Ce. **Anais...** Fortaleza-Ce: IV ENSUB, 2008.
- KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais.** Guaíba, 254p, 2000.
- KÄMPF, A. N., FERMINO, M. H. (Eds.) **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Gênese, 312p, 2000.

KIM, J.H.; HORI, Y. **Studies on growth and photosynthetic capacity of aubergine (*Solanum melongena*) leaves.** Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, v. 54, n. 3, p. 371-378, 1989.

KÖPPEN, W. **Climatologia:** con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Economica, 478 p, 1948.

LEE, J. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. **Scientia Horticulturae**, v.124, p.299-305, 2010.

LOUSADA, L.L. **Nutrição e crescimento de sorgo sacarino e alterações nos atributos do solo pela aplicação de lodo de esgoto doméstico.** Tese de doutorado. Campos dos Goytacazes-RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense. 2015.

LUZ, J. M. Q.; DE PAULA, E. C.; GUIMARÃES, T. G. Produção de mudas de alface, tomateiro e couve-flor e diferentes substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**. Recife, PE. v. 18, p. 579-580, 2000.

MACEDO, A. C. **Produção de Mudas em viveiros florestais:** espécies nativas / A. C. Macedo; revisado e ampliado por Paulo Y. Kageyama, Luiz G. S. da Costa. - São Paulo: Fundação Florestal, 1993.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 2.ed. São Paulo, **Agrônoma Ceres**, 606p. 1967.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 17**, de 21 de maio de 2007. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos, na forma do anexo à presente Instrução Normativa.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2th. London: Academic Press,. 889p, 1995.

MARTINS, T. S.; SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; HAWERROTH, F. J.; TANIGUCHI, C. A. K.; FEITOSA, M. M. Substratos comerciais e adubo de liberação lenta (NPK 16-08-12) na produção de porta-enxerto de cajueiro 'CCP 06', a pleno sol, Ilhéus-BA. **Anais da II Reunião Nordestina de Ciência do Solo**. Ilhéus-BA: UESC. v. 1. p. 1-3 , 2014.

MATTEI, V. L. Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por semeadura direta. **Ciência Florestal**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 1999.

MINAMI, K. **Fisiologia da produção de mudas.** São Paulo: T. A. Queiroz, 129 p, 1995.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em Horticultura.** São Paulo: Agrônoma Ceres, 357 p, 1995.

OLIVEIRA, V. H.; LIMA, R. N.; PINHEIRO, R. D. **Efeito do recipiente utilizado na formação de mudas no crescimento e desenvolvimento de plantas de cajueiro cultivadas sob irrigação.** EMBRAPA, 2000. 3p. (EMBRAPA. Pesquisa em andamento, 72). p. 1-40

- PAIVA, J. R.; BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; MARQUES, G. V.; NUNES, A. C. Seleção de porta-enxertos de cajueiro comum para a região Nordeste: fase de viveiro. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, Ce. v. 39, n. 1, p. 162-166, 2008.
- PESSOA, P. F. A. P.; LEITE, L. A. S. Desenvolvimento do agronegócio caju brasileiro. In: ARAÚJO, J. P. P (Ed). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 21-40, 2013.
- PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**. Recife, PE. v. 30, p. 266-273, 2012.
- ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D.; ARAÚJO, F. B. S.; NORÕES, E. R. V. **Caracterização do pó da casca do coco verde usado como substrato agrícola**. Comunicado técnico, n.54, 6p, 2001.
- SANTOS, F. E. V.; KUNZ, S. H.; CALDEIRA, M. V. W.; AZEVEDO, C. H. S.; RANGEL, O. J. P. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para a produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.18, n.9, p.971-979, 2014.
- SANTOS, H. S.; NETTO, I. C.; COLOMBO, M.; TITATO, L. G.; PERIN, W. H. Fertilização de mudas de beterraba produzidas em bandejas. Congresso Brasileiro de Olericultura, São Pedro, SP. **Horticultura Brasileira**. Brasília: SOB/FCAVUNESP, v.18, p.554-555, 2000.
- SANTOS, R. M. **Adubo de Liberação Controlada e Foliar na Produção de Mudanças de Cajueiro-Anão ‘BRS 226’**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Fortaleza, 2017.
- SERRANO, A. L.; MARTINS, T. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; MELO, D. S.; HAWERROTH, F. J. **Crescimento e acúmulo de nutrientes de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’ produzidas em diferentes substratos e doses de adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16)** – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018. 42 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, 154).
- SERRANO, L. A. L. (Ed.). **Sistema de produção do caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016. 2. ed. (Embrapa Agroindústria Tropical. Sistema de produção, 1).
- SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; VIDAL NETO, F. C.; CAVALCANTE JÚNIOR, L. F. Porta-enxertos para a produção de mudas de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília DF. v. 48, n. 9, p.1237-1245, 2013a.
- SERRANO, L. A. MELO, D. S.; MARTINS, T. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; HAWERROTH, F. J. et al. **Produção de mudas de cajueiro ‘CCP 76’ em diferentes substratos e doses de adubo de liberação lenta (NPK 16-08-12)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2015. 28 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, 105).
- SILVA JÚNIOR, A. A.; VISCONTI, A. Recipientes e substratos para a produção de mudas de tomate. **Agropecuária Catarinense**, v. 4, n. 4, p. 20 - 23, 1991.

SILVA, F. A. M.; DE SOUZA, I. V.; ZANON, J. A.; NUNES, G. M.; SILVA, R. B.; FERRARI, S. Produção de mudas de Juçara com resíduos agroindustriais e lodo de esgoto. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. V.9, P.109-121, 2015.

SIMÕES, D.; DA SILVA, R. B. G.; DA SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Ciência Florestal**. Santa Maria, RS. v. 22, n.1, p.91-100, 2012.

SINGH, B.P.; SINJU, U.M. Soil physical and morphological properties and root growth. **Hort. Sci.**, Alexandria, v. 33, p. 966-971, 1998.

SOARES, A. C. D.; COSTA, J. T. A.; CRISÓSTOMO, L. A.; MELO, F. I. O. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de cajueiro-anão-precoce submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, SP. v. 22, n. 3, p. 458-462, 2000.

SOUSA, H. H. F.; BEZERRA, F. C.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; FERREIRA, F. V. M.; SILVA, T. C.; CRISÓSTOMO, L. A. Produção de mudas de *Zínia elegans* em substratos à base de resíduos agroindustriais e agropecuários em diferentes tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. Campinas, SP. v. 17, p. 115-120, 2011.

SOUZA, M. M.; LOPES, L.C.; FONTES, L. E. F. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) “White Polaris” em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. Campinas, SP. v. 1, n. 2, p. 71 - 77, 1995.

STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Ed.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa-CNPQ. p. 125-150, 2000.

SUASSUNA, C. F.; FERREIRA, N. M.; SILVA SÁ, F.V.; BERTINO, A. M. P.; MESQUITA, E. F.; PAIVA, E. P.; JESUS, P. L. M. P. Produção de mudas de cajueiro anão precoce cultivado em diferentes substratos e ambientes. **Agrarian**, v.9, n.33, p. 197-209, 2016.

TANIGUCHI, C. A. K.; SERRANO, L. A. L.; FEITOSA, M. M.; MARTINS, T. S. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em porta-enxerto e em mudas enxertadas de cajueiro anão. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. 24 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, 138).

TAVEIRA, J. A. Substratos – cuidados na escolha do tipo mais adequado. **Boletim Informativo**, n.13, 2p, 1996.

TORRES, E.C. M. et al. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino, **Nativa**, Sinop, MT, v. 02, n. 02, p. 71-78, 2014.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A.; Use of biosoils as substrate for *Eucalyptus* seeding production. **Scientia florestalis**. Piracicaba, SP. n.64, p.150-162, 2003.

VEGA, F. V. A.; BOVI, M. L. A.; BERTON, R. S.; GODOY JUNIOR, G.; CEMBRANELLI, M. A. R.; Aplicação de biossólido na cultura da pupunheira. **Horticultura Brasileira**. Recife, PE, v. 22, n. 1, p.131-135, 2004.

VERDONCK O; VLEESCHAUMER D; DE BOODT M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**. 150: 467-473. 1981

VIDAL NETO, F. C.; BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V., MELO, D. S. Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. DF: Embrapa, parte 7, capítulo 2, p. 481-508, 2013.

VIEIRA, G. R.; COSTA, C. R. X.; NOGUEIRA, M. R.; PEREIRA, S. T. S.; PIVETTA, K. F. L.O. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Beaucarnea recurvata* Lem. **Simpósio ....** Ribeirão Preto-SP, 2017.

ZACCHEO, P. V. C.; AGUIAR, R. S.; STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S.V. J. Size of containers and period of seedlings formation in yellow passion fruit development and production. **Revista Brasileira Fruticultura**. Jaboticabal, SP. v.35. n.2. 2013.