

Recipientes, Substratos e Adubo de Liberação Controlada na Produção de Mudas Enxertadas de Cajueiro-anão 'CCP 76'



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
193**

**Recipientes, Substratos e Adubo de
Liberação Controlada na Produção de Mudas
Enxertadas de Cajueiro-anão ‘CCP 76’**

Luiz Augusto Lopes Serrano
Dheyne Silva Melo
Fernando José Haverroth
Carlos Alberto Kenji Taniguchi
Thais da Silva Martins
Marina Monteiro Feitosa

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2019

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente
Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Secretária-executiva
Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa
Eveline de Castro Menezes

Membros
*Marlos Alves Bezerra, Ana Cristina Portugal
Pinto de Carvalho, Deborah dos Santos Garruti,
Dheyne Silva Melo, Ana Iraidy Santa Brigida,
Eliana Sousa Ximendes*

Supervisão editorial
Ana Elisa Galvão Sidrim

Revisão de texto
José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica
Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
José Cesamildo Cruz Magalhães

Fotos da capa
Luiz Augusto Lopes Serrano

1ª edição
On-line (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria Tropical

Recipientes, substratos e adubo de liberação controlada na produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão
'CCP 76' / Luiz Augusto Lopes Serrano... [et al.]. – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019.

39 p. : il. ; 16 cm x 22 cm – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical,
ISSN 1679-6543; 193).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. Propagação de plantas. 2. *Anacardium occidentale*. 3. Adubo de liberação controlada. 4. Índice de
qualidade de Dickson. I. Serrano, Luiz Augusto Lopes. II. Melo, Dheyne Silva. III. Hawerth, Fernando José.
IV. Taniguchi, Carlos Alberto Kenji. V. Martins, Thais da Silva. VI. Feitosa, Marina Monteiro. VII. Série.

CDD 634.04

Sumário

Resumo.....	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão.....	15
Conclusões.....	35
Agradecimentos.....	35
Referências.....	35

Recipientes, Substratos e Adubo de Liberação Controlada na Produção de Mudanças Enxertadas de Cajueiro-anão ‘CCP 76’

Luiz Augusto Lopes Serrano¹

Dheyne Silva Melo²

Fernando José Hawerth³

Carlos Alberto Kenji Taniguchi⁴

Thais da Silva Martins⁵

Marina Monteiro Feitosa⁶

Resumo - Na produção de mudas de espécies perenes, o tamanho dos recipientes é primordial para o adequado desenvolvimento das plantas. Do mesmo modo, a utilização de substratos comerciais orgânicos vem crescendo significativamente, no entanto é recomendável verificar a necessidade ou não de complementação nutricional deles de acordo com a espécie a ser produzida. A adoção de tecnologias na cadeia de produção de mudas do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) está aumentando, porém faltam informações específicas para suporte aos viveiristas. Objetivou-se comparar diferentes recipientes na produção de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, utilizando-se dois substratos fertilizados ou não com adubo de liberação controlada. Foram utilizados três recipientes – tubetes (0,288 L), sacolas plásticas (1,6 L) e citrovasos (3,8 L) – preenchidos com o substrato tradicional (contendo solo) e com um substrato comercial orgânico (sem solo). Aos substratos foram misturadas cinco doses do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16): 0,0; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 kg m⁻³. A produção em citrovasos

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético Vegetal, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

⁵ Engenheira-agrônoma, doutoranda em Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, CE

⁶ Engenheira-agrônoma, doutoranda em Ciências do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

propiciou às plantas do porta-enxerto 'CCP 06' e às mudas enxertadas de 'CCP 76' maiores médias de massa da matéria seca do sistema radicular (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). A adubação não promoveu incrementos na MSR e IQD das mudas produzidas em tubetes e citrovasos, enquanto que em sacolas plásticas houve incrementos até as doses $3,1 \text{ kg m}^{-3}$ e $3,5 \text{ kg m}^{-3}$ do adubo, respectivamente. A produção em citrovasos conferiu às mudas acréscimos de 79% na MSR e 92% no IQD quando comparado aos demais recipientes, fato que poderá favorecer seu melhor estabelecimento no campo.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale* L., tubete, sacola plástica, citrovaso, massa da matéria seca do sistema radicular, índice de qualidade de Dickson.

Containers, Substrates and Controlled-release Fertilizer for Production of 'CCP 76' Dwarf-cashew Grafted-seedlings

Abstract - In the production of perennial species seedlings, the containers size is primordial for plants proper development. Likewise, organic commercial substrates has been growing significantly, however it is advisable to verify the necessity or not of nutritional complementation according to the species to be produced. The adoption of technologies by cashew (*Anacardium occidentale* L.) production seedlings chain is increasing, but specific information is lacking to support the nurserymen. Thus, the objective of this work was to compare different containers in the production of 'CCP 76' grafted-seedlings, using two substrates fertilized or not with controlled-release fertilizer. Three different containers, stiff plastic tubes (0.288 L), plastic bags (1.6 L), and "potted citrus" (3.8 L); were filled out with two substrates: the traditional one (containing soil) and the organic commercial (without soil). Five doses of controlled-release fertilizer (NPK 13-06-16) were mixed in both substrates: 0.0; 2.0; 4.0; 6.0 and 8.0 kg m⁻³. The production in "potted citrus" provided to both 'CCP 06' rootstock and 'CCP 76' grafted-seedlings high amount of root dry matter (RDM) and favorable Dickson quality index (DQI). The fertilization did not increase the RDM and the DQI of 'CCP 76' grafted-seedlings produced in stiff plastic tubes and "potted citrus". However these parameters were increased up to rate 3.1 kg m⁻³ and 3.5 kg m⁻³, respectively, in plastic bags. In comparison to the other containers, the "potted citrus" provided increase of 79% in the RDM and 92% in the DQI of 'CCP 76' grafted-seedlings, which may favor a better establishment in field.

Index terms: *Anacardium occidentale* L., stiff plastic tube, plastic bag, potted citrus, root system dry matter, Dickson quality index.

Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma árvore brasileira, perene, de médio a grande porte, presente naturalmente nos biomas cerrado (Vieira et al., 2016) e caatinga (Vidal Neto et al., 2013). Por ser adaptada às regiões de clima quente e seco, o seu cultivo representa uma das principais fontes de renda dos agricultores do semiárido nordestino. Entretanto, a sequência de seis anos (2012 a 2017) com precipitações pluviométricas anuais abaixo da média histórica tem causado elevada mortalidade de plantas, chegando em torno de 200 mil hectares perdidos nesse período no Nordeste brasileiro (IBGE, 2018). No Ceará, por exemplo, nesse período o déficit médio das precipitações pluviométricas foi de 31,5% (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2018).

A tolerância ao estresse hídrico pode ser obtida por meios genéticos (seleção de genótipos) ou por mecanismos de adaptação das plantas, tornando-as mais eficientes na absorção de água, especialmente por meio do desenvolvimento de um extenso sistema radicular (Chaves et al., 2004), que está diretamente relacionado com a absorção de água e nutrientes. Em função disso, o formato dos recipientes na produção de mudas pode interferir no desenvolvimento das plantas e influenciar a arquitetura do sistema radicular, resultando em plantas com melhores características morfofisiológicas (Daamen et al., 2001), favorecendo a adaptação às condições do ambiente de cultivo. Parviainen (1976) cita que o maior volume do recipiente tende a promover uma melhor arquitetura do sistema radicular, à semelhança do sistema radicular de plantas oriundas de semeadura direta no campo, caracterizada pela raiz pivotante reta e profunda e as raízes laterais bem distribuídas sob toda a copa da planta e sem deformidades.

Nas décadas passadas, diferentes recipientes utilizados na produção de mudas florestais foram estudados, destacando-se as conhecidas “sacolas pretas” (sacos de polipropileno preto) (Gomes et al., 2003). Entretanto, as paredes lisas dessas sacolas favorecem o envelhecimento do sistema radicular, e, se não forem tomadas certas precauções no plantio, como, por exemplo, remover (cortar) os últimos 5,0 cm do fundo da sacola, esse problema continuará na fase de campo, provocando baixa estabilidade das futuras árvores (Schmidt-Vogt, 1984). Para contornar tal inconveniente,

iniciaram-se estudos para substituir as sacolas plásticas por tubetes de plástico rígido por apresentarem estrias longitudinais internas que minimizam o problema do envelhecimento do sistema radicular. Em contrapartida, dependendo da espécie e do tempo de produção das mudas, a utilização de tubetes com baixa capacidade volumétrica pode provocar deformações no sistema radicular de mudas, deixando as raízes com o formato cônico da embalagem, fato comprovado em espécies florestais (Schiavo; Martins, 2003) e frutíferas (Leal et al., 2005), refletindo negativamente no crescimento e desenvolvimento das mudas em condições de campo (Natale et al., 2018) devido principalmente à distribuição horizontal deficiente do sistema radicular (Mattei, 1994).

No sistema de produção de mudas cítricas – processo semelhante ao do cajueiro, com etapas de produção do porta-enxerto e das mudas enxertadas –, Baldassari et al. (2003) observaram que a deformidade nas raízes provocadas pelos tubetes de baixo volume resultaram em restrições ao crescimento do sistema radicular em maiores profundidades, mesmo em solos com condições químicas e físicas favoráveis, sendo também constatado que as plantas ficaram mais predispostas ao estresse hídrico e à doença declínio dos citros. Como opção, foi desenvolvido um recipiente rígido de polietileno expandido, de alta densidade, denominado de “citrovaso” ou “citropote”, que apresenta formato cônico e capacidade entre 3,8 L a 4,5 L, com estrias internas que direcionam as raízes para a base (fundo). E, devido às pequenas aberturas na lateral inferior e no fundo, é favorecida a “poda aérea” das raízes, estimulando maior emissão de raízes laterais (Setin et al., 2005).

A produção de mudas de cajueiro no Nordeste brasileiro é realizada utilizando-se dois tipos de recipientes: as sacolas plásticas com capacidade volumétrica aproximada de 1,5 L e os tubetes rígidos de 0,288 L. Os substratos mais tradicionais são o solo local puro (textura arenosa) para sacolas plásticas e o composto por solo hidromórfico, casca de arroz carbonizada e bagana de carnaúba para tubetes (Cavalcanti Junior, 2013). Também se observa a utilização de fertilizantes solúveis, aplicados tanto via solo quanto via foliar (Santos, 2017), geralmente em intervalos curtos, fornecendo uma grande quantidade de nutrientes em curto espaço de tempo. Natale et al. (2018) relatam que em razão da carência de informações técnicas para a maioria das frutíferas, a fertilização em viveiros ainda é feita de forma empírica,

por vezes subestimando ou superestimando as exigências nutricionais e comprometendo a qualidade das plantas produzidas, sendo necessários mais conhecimentos e estudos.

Nos atuais sistemas sustentáveis de produção de mudas, o uso de solo como substrato vem sendo substituído pela utilização de substratos comerciais orgânicos, uma vez que a retirada do solo de um local é considerada uma ação de degradação daquele ambiente. Ademais, além do benefício ambiental, Kämpf (2004) cita que os substratos orgânicos apresentam outras importantes vantagens, como melhor equilíbrio entre a retenção e a liberação de água e nutrientes; adequados valores de pH e salinidade; baixa densidade; e ausência de propágulos de plantas daninhas e de patógenos de solo.

Parte dos substratos comerciais atuais recebe aditivos químicos (fertilizantes) em sua formulação, no entanto, segundo Natale et al. (2018), esses substratos podem não atender às necessidades nutricionais das diferentes espécies de plantas, além de que, juntamente com o baixo volume de alguns recipientes, favorecem a perda de nutrientes por lixiviação. Tal problema exige mais atenção durante a irrigação e fertilização, requerendo práticas de cultivo mais eficientes, como, por exemplo, maior parcelamento da adubação e precisão na quantidade de água aplicada.

Por estarem diretamente ligados aos processos fisiológicos e metabólicos, os nutrientes favorecem o crescimento de porta-enxertos e mudas, contribuindo para a formação de pomares mais produtivos (Natale et al., 2018). Nesse sentido, novas tecnologias de adubação para o setor de produção de mudas foram desenvolvidas, destacando-se os fertilizantes de eficiência aumentada, em que os nutrientes estão estabilizados ou são liberados lentamente ou de forma controlada (Guelfi, 2017) por estarem revestidos por polímeros (Reetz Junior, 2010). Segundo Timilsena et al. (2014), os fertilizantes de liberação controlada são considerados os de tecnologia mais avançada para uso no setor de produção de mudas, fato comprovado, por exemplo, na produção de mudas cítricas, em que os adubos de liberação controlada apresentaram maior eficiência em relação aos fertilizantes convencionais (Almeida et al., 2012) e os de fertirrigação (Girardi et al., 2010).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76' em diferentes recipientes e

substratos, verificando ainda se há necessidade de suplementação nutricional por meio da aplicação de um adubo de liberação controlada.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical (CEP), em Pacajus, Ceará, Brasil (4°11'12"S, 38°30'01"W e 79 m de altitude). Segundo Köppen, o município apresenta tipo climático As, com temperatura média anual em torno de 26 °C.

O trabalho foi dividido em duas etapas sequenciais, sendo a primeira referente à produção do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06', o mais recomendado (Serrano; Cavalcanti Junior, 2016); e a outra parte referente à fase pós-enxertia para a produção de mudas do cajueiro-anão 'CCP 76', o mais cultivado no Brasil (Vidal Neto et al., 2013).

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3x2x5), com 30 plantas por parcela na primeira etapa e 18 plantas na segunda etapa, sendo uma planta por recipiente.

Foram avaliados três recipientes: tubetes plásticos (0,288 L), sacolas plásticas (1,6 L - 12 cm x 27 cm) e citrovasos (3,8 L) (Figura 1). Cada recipiente recebeu dois tipos de substratos (Figura 2), o tradicional da região de Pacajus, composto pela mistura de casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico (2:1:1, v:v:v); e um comercial orgânico (*Germina Plant Horta*®), composto por turfa e casca de arroz carbonizada, aditivado com 0,04% de N, 0,04% de P₂O₅, 0,05% de K₂O e 1,5% de calcário calcítico. As análises dos substratos foram realizadas no Laboratório de Solos e Água da Embrapa Agroindústria Tropical (Brasil, 2007; 2008), e os resultados são apresentados na Tabela 1.

Aos substratos foram misturadas cinco doses (0,0; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 kg m⁻³) do adubo de liberação controlada Basacote® Mini 3M, fórmula NPK 13-06-16 + 1,4 (Mg), com taxa de liberação de nutrientes de 3 a 4 meses. As garantias do produto, segundo o fabricante, são 5% de N-NO₃⁻, 8% de N-NH₄⁺, 6% P₂O₅, 16% K₂O, 1,4% MgO, 10% de S, 0,26% de Fe, 0,02% de B, 0,15% de Cu, 0,05% de Mn e 0,015% de Mo. O produto apresenta grânulos

com diâmetro entre 1,5 mm a 2,8 mm, que são completamente recobertos por um polímero elástico.

Foto: Luiz Augusto Lopes Serrano



Figura 1. Recipientes utilizados para a produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão 'CCP 76': tubete plástico com capacidade de 0,288 L (A), citrovaso com capacidade de 3,8 L (B) e sacola plástica com capacidade de 1,6 L (C).

Fotos: Luiz Augusto Lopes Serrano

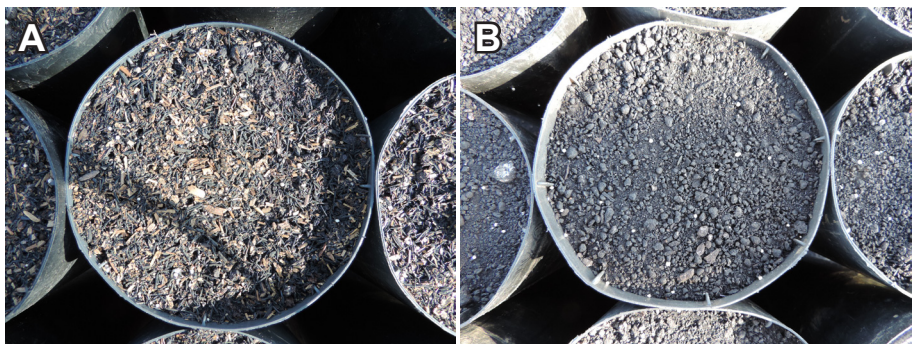


Figura 2. Substratos utilizados para a produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão 'CCP 76': tradicional local (da região de Pacajus, CE), composto por casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico (2:1:1,v:v:v) (A); e *Germina Plant Horta*[®], substrato comercial orgânico composto por turfa e casca de arroz carbonizada (B).

Etapa 1: Produção do porta-enxerto ‘CCP 06’

A semeadura do porta-enxerto foi realizada colocando-se uma castanha-semente por recipiente (Figura 3). Os recipientes foram dispostos sob viveiro telado por sombrite® 50%. Durante todo o experimento, as plantas foram irrigadas diariamente por aspersão convencional.

Fotos: Luiz Augusto Lopes Serrano

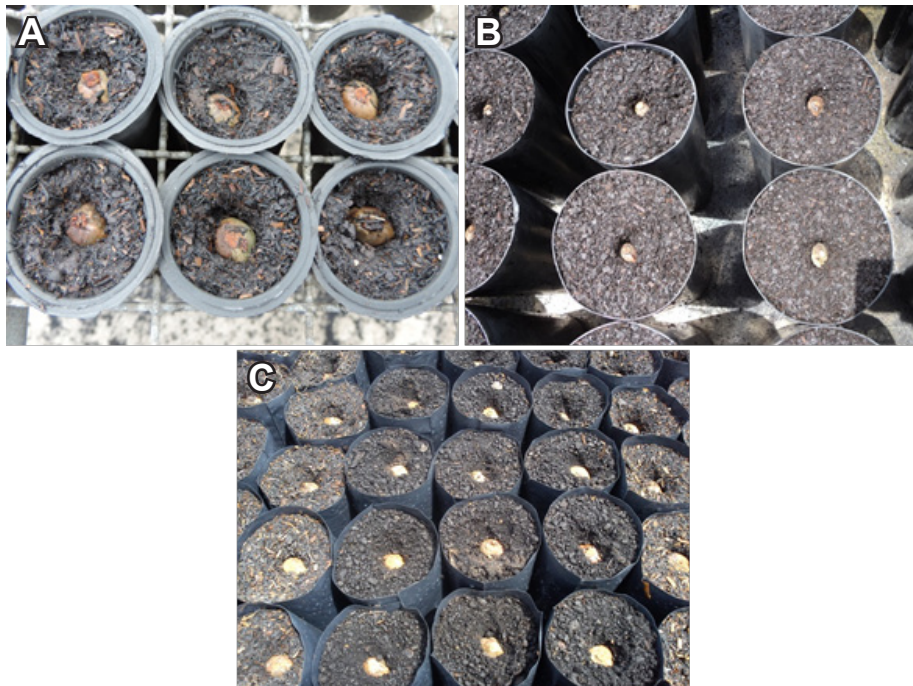


Figura 3. Semeadura das castanhas de cajueiro-anão ‘CCP 06’ para a produção de porta-enxertos em tubetes (A), citrovases (B) e sacolas plásticas (C).

Aos 60 dias após a semeadura, as plantas do porta-enxerto apresentavam as características de aptidão para a prática de enxertia, conforme Serrano e Cavalcanti Junior (2016). Em cada parcela experimental, foram retiradas 10 plantas da posição central para avaliação das seguintes características biométricas: altura (A), diâmetro do caule a 5 cm do colo (D) e número de folhas (NF). Posteriormente, foram separadas as partes aéreas e os sistemas

Tabela 1. Características químicas e físicas dos substratos utilizados para a produção de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76'. ⁽¹⁾

Substratos	CRA ₁₀ (%)	C org. (g kg ⁻¹)	N total (g kg ⁻¹)	C:N	pH	C.E. (dS m ⁻¹)	Ca (mg L ⁻¹)	Mg (mg L ⁻¹)	K (mg L ⁻¹)	P (mg L ⁻¹)	CTC (mmol kg ⁻¹) ^c	D.S (kg m ⁻³)
Tradicional	42,97	118,0	4,8	24,4	6,3	0,9	24,0	33,6	910,0	402,6	248,9	382,0
Germina Plant Horta®	58,54	184,4	7,3	25,2	6,5	0,9	90,9	212,5	222,0	96,9	832,3	363,0

⁽¹⁾ CRA₁₀: capacidade de retenção de água à tensão 10 cm de coluna H₂O; C org.: carbono orgânico; C.E.: condutividade elétrica; CTC: capacidade de troca de cátions; D.S.: densidade seca. Substrato tradicional da região de Pacajus, composto por casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico obtido no Campo Experimental de Pacajus, CE. (2:1:1:v:v:v).

radiculares das plantas para secagem em estufa a 65 °C por 72 horas. Após a secagem, foram determinadas, em balança de precisão, as massas das matérias secas das folhas (MSF), do caule (MSC), do sistema radicular (MSR) e total (MST). Por meio dos dados obtidos, calculou-se o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Dickson et al., 1960), estabelecido para mensurar a qualidade das mudas. Para determinação deste índice, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{IQD} = \text{MST} / [(\text{A} / \text{D}) + (\text{MSF} + \text{MSC} / \text{MSR})]$$

Etapa 2: Produção das mudas enxertadas de ‘CCP 76’

Também aos 60 dias após a semeadura, foi realizada a enxertia, via garfagem lateral, das demais plantas do porta-enxerto de cada parcela experimental. Os garfos do clone de cajueiro-anão ‘CCP 76’ foram obtidos de plantas matrizes do jardim clonal localizado no CEP, apresentando aproximadamente 10 cm de comprimento, 5 mm de diâmetro e com gema apical intumescida. Após a enxertia, os garfos foram protegidos por “saquinhos” plásticos transparentes para conservação da umidade, e as mudas foram mantidas por 35 dias em viveiro telado por sombrite® 50%. Após esse período, as mudas foram dispostas a pleno sol para aclimação.

Aos 80 dias após a enxertia (equivalente a 140 dias após a semeadura), as mudas se apresentavam aptas ao plantio no campo, conforme as recomendações de Serrano e Cavalcanti Junior (2016). No centro de cada parcela experimental, foram retiradas dez plantas para avaliação das mesmas características biométricas citadas na etapa anterior.

Em ambas as etapas, cada planta foi considerada uma repetição. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA ($p \leq 0,05$). As médias das características obtidas pelos tratamentos recipientes e substratos foram comparadas pelo teste de Tukey, enquanto os efeitos das doses do adubo foram analisados por meio de análise de regressão.

Resultados e Discussão

1ª Etapa: Produção do porta-enxerto 'CCP 06'

Aos 60 dias após a semeadura (DAS), observou-se que 96% das sementes originaram plantas aptas à enxertia, índice considerado satisfatório na produção de porta-enxertos de cajueiro (Paiva et al., 2008; Araújo et al., 2009; Serrano et al., 2013), corroborando o motivo das sementes do 'CCP 06' serem as mais indicadas para essa finalidade. Considerando-se os recipientes, as taxas de plantas aptas à enxertia foram de 95,2%, 96,0% e 97,9% para tubetes, sacolas plásticas e citrovasos, respectivamente. Para os substratos, as taxas observadas foram de 96,4% para ambos; para as respectivas doses do adubo (0, 2, 4, 6 e 8 kg m⁻³), as taxas foram de 94%, 98%, 97%, 96% e 96%. Ressalta-se, assim, que os três fatores avaliados não influenciaram as taxas de germinação e de plantas aptas à enxertia.

Com relação às características biométricas das plantas do porta-enxerto 'CCP 06', foi constatado que os recipientes e os substratos influenciaram significativamente todas as características avaliadas (Tabela 2). A aplicação do adubo só não exerceu influência geral sobre o diâmetro do caule das plantas.

De um modo geral, as plantas alcançaram maior altura quando cultivadas nas sacolas plásticas (Tabela 2). Quanto ao diâmetro de caule, ao número de folhas e às massas das matérias secas das folhas, do caule e total, foram observados maiores valores médios nas plantas produzidas nos citrovasos (Figura 4), superando significativamente as dos demais recipientes (Tabela 2). Para todas essas características, as plantas produzidas em sacolas plásticas superaram as produzidas em tubetes. Devido ao volume limitado do tubete, as plantas apresentaram possível restrição de crescimento, fato também observado por Baldassari et al. (2003) em porta-enxertos cítricos.

O maior desenvolvimento das plantas produzidas em citrovasos favoreceu a emissão natural de brotações laterais (os futuros ramos ou "galhos" das plantas adultas), culminando em maior emissão de folhas. Devido a essa precocidade na emissão dos ramos laterais, houve uma provável perda parcial

de dominância da gema apical da haste principal, resultando em plantas de menor altura (Tabela 2).

Para as duas principais características que são o foco principal deste estudo, a massa da matéria seca do sistema radicular (MSR), que está ligada à quantidade de absorção de nutrientes com reflexo na qualidade da planta (Rozane et al., 2011, Natale et al., 2018); e o índice de qualidade de Dickson (IQD), que é considerado como o melhor indicador da qualidade das mudas, pois considera o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade (Eloy et al., 2013), novamente houve predomínio significativo das plantas produzidas no citrovaso sobre as produzidas em sacolas plásticas e em tubetes. Essas últimas não se diferenciaram entre si (Tabela 2).

As plantas produzidas nos citrovasos superaram as demais em 105% na MSR (Figura 5) e em 125% no IQD, evidenciando que há o ganho de qualidade ao se utilizar um recipiente maior. Nota-se também a tendência do formato cônico do sistema radicular das plantas produzidas em tubetes e o início do achatamento das raízes no fundo das sacolas plásticas.

A constatação de ganho na qualidade das plantas no presente trabalho sustenta as afirmações de Parviainen (1976) e Daamen et al. (2001) de que recipientes maiores favorecem a produção de plantas mais vigorosas. Taiz e Zeiger (2006) afirmam que raízes mais suberizadas, como ocorrem nos tubetes com a limitação de crescimento, absorvem menos água do que as regiões apicais com tecidos jovens. Assim, nas plantas cultivadas no citrovaso, houve maior absorção de água, com maior desenvolvimento da parte aérea e produção de massa de matéria seca total.

No geral, as plantas produzidas no substrato tradicional alcançaram as maiores médias para todas as características avaliadas (Tabela 2). Nesse substrato, tanto para MSR quanto para o IQD, as plantas apresentaram-se 7% superiores àquelas produzidas no substrato comercial. Ressalta-se, porém, que as médias obtidas pelas plantas produzidas no substrato comercial atendem as recomendações para porta-enxerto de cajueiro, conforme Serrano e Cavalcanti Junior (2016).

Tabela 2. Características biométricas das plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06' aos 60 dias após a semeadura, produzidas em três recipientes preenchidos com dois substratos fertilizados com diferentes doses de adubo de liberação controlada (Fórmula NPK 13-06-16). ⁽¹⁾

Tratamentos		Altura (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Nº Folhas	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)	MST (g)	IQD
Recipientes (R)	Tubete	27,00 b	4,61 c	11,80 c	1,87 c	0,95 c	0,55 b	3,36 c	0,30 b
	Sacola plástica	31,38 a	5,01 b	13,43 b	2,30 b	1,20 b	0,55 b	4,05 b	0,31 b
	Citrovaso	26,80 b	6,07 a	20,02 a	3,64 a	1,82 a	1,13 a	6,59 a	0,70 a
Substratos (S)	Tradicional	29,33 a	5,45 a	15,99 a	2,73 a	1,41 a	0,77 a	4,91 a	0,45 a
	<i>Germina Plant Horta</i> [®]	27,45 b	5,01 b	14,17 b	2,47 b	1,23 b	0,72 b	4,42 b	0,42 b
Doses do adubo (D) (kg m ⁻³)	0,0	29,75	5,35	14,03	2,59	1,50	0,97	5,06	0,53
	2,0	27,42	5,29	14,90	2,74	1,38	0,79	4,91	0,47
	4,0	29,96	5,18	15,80	2,62	1,30	0,68	4,61	0,40
	6,0	27,88	5,21	15,88	2,64	1,26	0,66	4,56	0,40
	8,0	26,95	5,13	14,80	2,41	1,17	0,61	4,18	0,37
Teste F									
Recipientes (R) ⁽²⁾		55,67*	241,68*	344,15*	230,07*	143,55*	248,69*	333,51*	579,55*
Substratos (S)		22,06*	60,68*	45,13*	12,83*	16,70*	4,67*	20,07*	6,60*
Doses (D)		9,45*	1,97 ^{ns}	6,46*	2,44*	6,73*	26,07*	8,00*	27,26*
R x S		1,00 ^{ns}	1,17 ^{ns}	7,76*	0,11 ^{ns}	0,67 ^{ns}	3,61*	0,62 ^{ns}	4,44*
R x D		6,41*	1,37 ^{ns}	5,86*	1,49 ^{ns}	0,60 ^{ns}	4,38*	0,79 ^{ns}	6,71*
S x D		1,46 ^{ns}	3,66*	4,66*	2,23 ^{ns}	1,26 ^{ns}	5,04*	2,55*	4,00*
R x S x D		3,24*	2,04*	7,12*	1,59 ^{ns}	1,80 ^{ns}	1,90 ^{ns}	2,20*	3,23*
Média Geral		28,39	5,23	15,08	2,60	1,32	0,74	4,66	0,44
CV (%)		12,23	9,24	15,55	23,38	28,30	29,00	19,97	21,65

⁽¹⁾ Para os recipientes e substratos, médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o Teste F, * significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade. Substrato tradicional da região de Pacajus, composto por casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico obtido no Campo Experimental de Pacajus, CE (2:1:1; v:v:v). MSF: massa da matéria seca das folhas; MSC: massa da matéria seca do caule; MSR: massa da matéria seca do sistema radicular; MST: massa da matéria seca total; e IQD: índice de qualidade de Dickson.

Fotos: Luiz Augusto Lopes Serrano

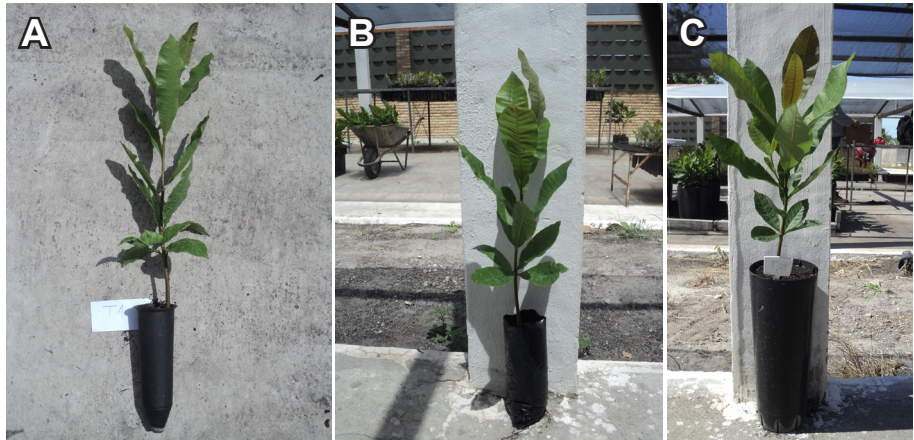


Figura 4. Plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06', aos 60 dias após a sementeira, produzidas em três diferentes recipientes: tubete (A), sacola plástica (B) e citrovaso (C).

Foto: Carlos Alberto Kenji Taniguchi

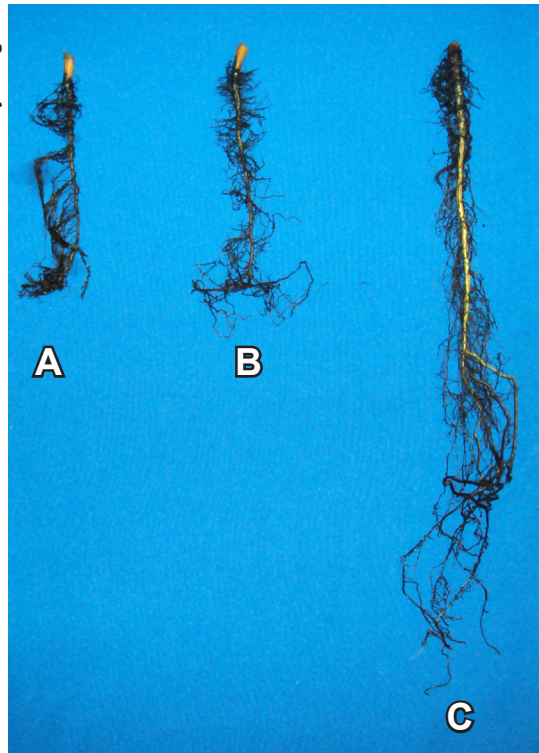


Figura 5. Sistemas radiculares das plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06', aos 60 dias após a sementeira, produzidas em três diferentes recipientes: tubete (A), sacola plástica (B) e citrovaso (C).

Com relação às doses do adubo de liberação controlada, independentemente do recipiente e do substrato, elas influenciaram de forma geral as massas das matérias secas das folhas e do caule das plantas do porta-enxerto (Tabela 2). A massa da matéria seca das folhas foi incrementada até a dose 2,96 kg m⁻³ do adubo, atingido valor máximo de 2,7 g, enquanto que a massa da matéria seca do caule decresceu linearmente com o aumento das doses do adubo (Figura 6).

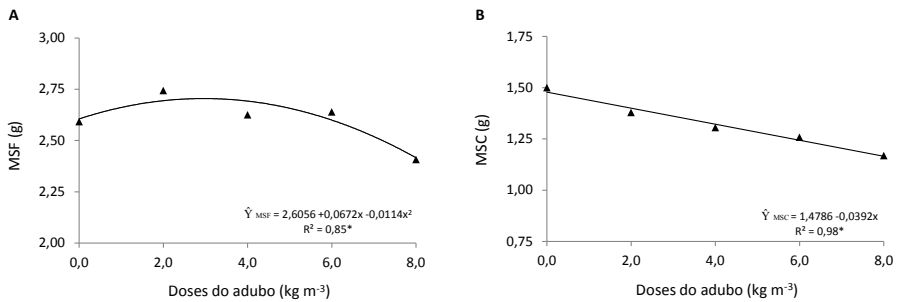


Figura 6. Efeito das doses do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) sobre as massas das matérias secas das folhas (A) e do caule (B) das plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06', aos 60 dias após a semeadura.

A interação entre recipientes e substratos foi significativa para o número de folhas, massa da matéria seca do sistema radicular e IQD das plantas do porta-enxerto (Tabela 3). Em ambos os substratos, as plantas produzidas nos citrovasos alcançaram os maiores valores para essas características, superando as demais; enquanto que as produzidas em sacolas plásticas foram superiores às de tubetes, em relação ao número de folhas, e semelhantes entre si para a massa da matéria seca do sistema radicular e para o IQD. Nos tubetes, as plantas não se diferenciaram quanto ao número de folhas em relação ao substrato utilizado; mas, em relação à massa da matéria seca do sistema radicular e ao IQD, as plantas cultivadas no substrato tradicional alcançaram os maiores valores. Nas sacolas plásticas, as plantas produzidas no substrato tradicional alcançaram as maiores médias para essas três características. Já nos citrovasos, constatou-se diferença apenas para o número de folhas, com superioridade daquelas produzidas também no substrato tradicional.

Tabela 3. Interação entre recipientes e substratos para o número de folhas, massa da matéria seca do sistema radicular e índice de qualidade de Dickson (IQD) das plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão ‘CCP 06’. ⁽¹⁾

Recipiente	Substrato	
	Tradicional	<i>Germina Plant Horta</i> [®]
Número de folhas		
Tubete	12,18 Ac	11,42 Ac
Sacola plástica	14,14 Ab	12,72 Bb
Citrovaso	21,66 Aa	18,38 Ba
Massa da matéria seca do sistema radicular (g)		
Tubete	0,59 Ab	0,50 Bb
Sacola plástica	0,60 Ab	0,49 Bb
Citrovaso	1,11 Aa	1,15 Aa
IQD		
Tubete	0,32 Ab	0,28 Bb
Sacola plástica	0,34 Ab	0,28 Bb
Citrovaso	0,69 Aa	0,71 Aa

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não se diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Substrato tradicional da região de Pacajus, composto por casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico obtido no Campo Experimental de Pacajus, CE (2:1:1; v:v:v).

As interações significativas entre os recipientes e as doses do adubo ocorreram para altura, número de folhas, massa da matéria seca do sistema radicular e IQD (Tabela 2).

Apenas as plantas cultivadas nas sacolas plásticas sofreram influência na altura com o aumento das doses do adubo, sendo constatada uma resposta polinomial quadrática ($\hat{Y} = 31,678 + 0,6872x - 0,12696x^2$; $R^2 = 0,95^*$), indicando a dose máxima ($2,7 \text{ kg m}^{-3}$) para o alcance de um máximo valor (32,6 cm).

Quanto ao número de folhas, apenas as plantas cultivadas nos citrovasos foram influenciadas pelas doses do adubo, apresentando também uma

resposta polinomial quadrática ($\hat{Y} = 16,526 + 2,2718x - 0,23303x^2$; $R^2 = 0,96^*$), com máximo valor (22 folhas) na dose de $4,9 \text{ kg m}^{-3}$ do adubo.

Para a massa da matéria seca do sistema radicular e o IQD, as doses do adubo influenciaram as plantas do porta-enxerto em todos os recipientes avaliados (Figura 7). Nota-se que para essas duas importantes características a adição do adubo de liberação controlada foi prejudicial às plantas do porta-enxerto (Figura 8).

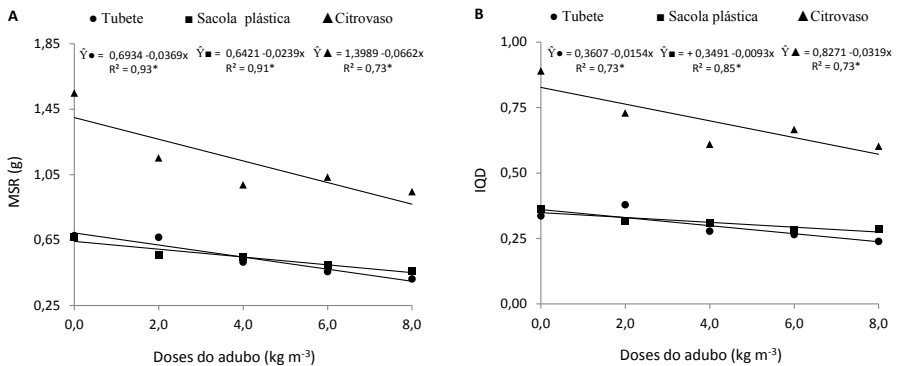


Figura 7. Efeito das doses do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) sobre a massa da matéria seca do sistema radicular (A) e do índice de qualidade de Dickson – IQD (B) das plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06', aos 60 dias após a semeadura, produzidas em diferentes recipientes.

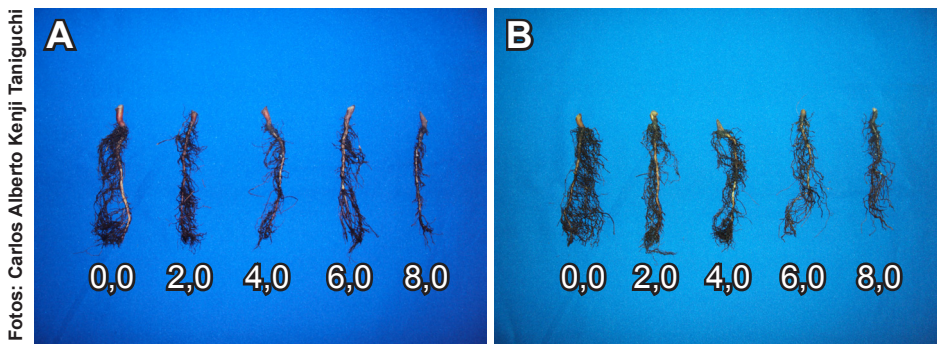


Figura 8. Efeito das doses crescentes (em kg m^{-3}) do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) sobre o sistema radicular das plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06' produzidas em tubetes (A) e sacolas plásticas (B), aos 60 dias após a semeadura.

Fotos: Carlos Alberto Kenji Taniguchi

Em mudas cítricas, Prado et al. (2009) observaram que doses excessivas de fertilizantes causaram um efeito supressor no desenvolvimento das plantas, que pode ser atribuído ao aumento da pressão osmótica do meio de cultura (substrato), causando danos às raízes e prejudicando a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas (Perin et al., 1999).

Entre os substratos utilizados e as doses do adubo, interações significativas ocorreram para o diâmetro do caule, o número de folhas, as massas das matérias secas do sistema radicular e total, e também para o IQD (Tabela 2).

Para o diâmetro do caule, as plantas produzidas no substrato comercial apresentaram queda linear nos valores de acordo com o aumento das doses do adubo ($\hat{Y} = 5,184 - 0,0425x$; $R^2 = 0,58^*$), enquanto que no substrato tradicional verificou-se uma resposta polinomial quadrática ($\hat{Y} = 5,388 + 0,0872x - 0,0120x^2$; $R^2 = 0,71^*$), com valor máximo de 5,55 mm na dose de $3,6 \text{ kg m}^{-3}$ do adubo.

O aumento das doses do adubo incrementou linearmente o número de folhas nas plantas produzidas no substrato comercial ($\hat{Y} = 13,64 + 0,1333x$; $R^2 = 0,58^*$); e até a dose de $4,4 \text{ kg m}^{-3}$ nas plantas produzidas no substrato tradicional, com máximo valor de 17,3 folhas ($\hat{Y} = 14,2771 + 1,3612x - 0,1553x^2$; $R^2 = 0,86^*$).

Quanto à massa da matéria seca total, o acréscimo do adubo no substrato comercial prejudicou as plantas do porta-enxerto ($\hat{Y} = 4,797 - 0,0930x$; $R^2 = 0,77^*$), enquanto que no substrato tradicional houve incremento até a dose $1,9 \text{ kg m}^{-3}$, conferindo máximo valor de 5,3 g ($\hat{Y} = 5,1482 + 0,1106x - 0,0285x^2$; $R^2 = 0,95^*$).

A massa da matéria seca do sistema radicular, bem como o IQD das plantas do porta-enxerto cultivadas em ambos os substratos, foram reduzidos com o aumento das doses do adubo (Figura 9). Dessa forma, considerando-se os substratos utilizados, bem como os resultados para os recipientes (Figura 7), fica comprovado que na fase de produção do porta-enxerto a aplicação de doses crescentes do adubo prejudica o crescimento das plantas.

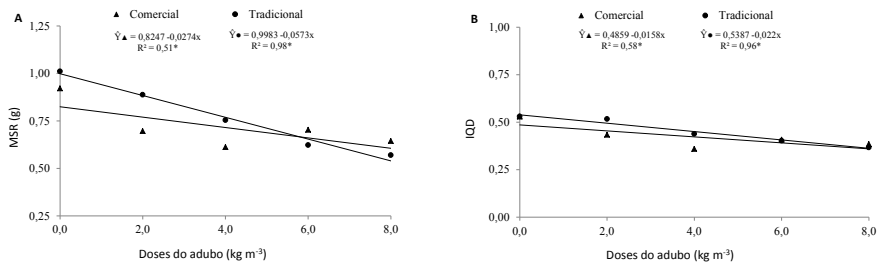


Figura 9. Efeito das doses do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) sobre a massa da matéria seca do sistema radicular (A) e do IQD (B) das plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06', aos 60 dias após a semeadura, produzidas em dois substratos: tradicional (composto por casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico, 2:1:1, v:v:v) e comercial (*Germina Plant Horta*[®]).

As interações entre os três fatores (recipientes, substratos e doses do adubo) mostram que não houve significância para as massas das matérias secas das folhas, do caule e das raízes (Tabela 2).

Com relação à altura das plantas, as doses do adubo influenciaram aquelas produzidas em sacolas plásticas com o substrato tradicional ($\hat{Y} = 32,254 + 1,1414x - 0,1964x^2$; $R^2 = 0,93^*$), sendo alcançado um máximo valor (33,9 cm) na dose 2,9 kg m⁻³ do adubo.

Para o diâmetro do caule, o aumento das doses do adubo acarretou em redução das médias das plantas cultivadas em tubetes com o substrato tradicional ($\hat{Y} = 5,003 - 0,0554x$; $R^2 = 0,77^*$) e em sacolas plásticas com o substrato comercial ($\hat{Y} = 5,006 - 0,0521x$; $R^2 = 0,92^*$).

O número de folhas foi influenciado apenas nos citrovasos, em ambos os substratos, apresentando resposta linear positiva no substrato comercial ($\hat{Y} = 16,320 + 0,5150x$; $R^2 = 0,74^*$) e polinomial quadrática no substrato tradicional ($\hat{Y} = 16,774 + 3,9857x - 0,4607x^2$; $R^2 = 0,80^*$), com máximo valor (25,3 folhas) na dose 4,3 kg m⁻³ do adubo.

Com o aumento das doses do adubo, a massa da matéria seca total das plantas produzidas em tubetes decresceu tanto no substrato comercial ($\hat{Y} = 3,538 - 0,1010x$; $R^2 = 0,90^*$) quanto no tradicional ($\hat{Y} = 4,159 - 0,1439x$; $R^2 = 0,85^*$). O mesmo ocorreu com as plantas produzidas em sacolas plásticas com o substrato comercial ($\hat{Y} = 4,140 - 0,1033x$; $R^2 = 0,94^*$). Já nas plantas cultivadas em citrovasos com o substrato tradicional, houve incremento da

massa da matéria seca total até a dose $2,9 \text{ kg m}^{-3}$, sendo atingido o valor máximo de $7,45 \text{ g}$ ($\hat{Y} = 6,808 + 0,4372x - 0,0746x^2$; $R^2 = 0,94^*$).

Como apresentado na Tabela 2 e nas Figuras 4 e 5, com maior volume de substrato as plantas se desenvolvem mais, podendo assim exigir maiores quantidades de nutrientes. Os resultados de acúmulo de matéria seca total ratificam que a adubação em recipientes menores prejudicou o desenvolvimento das plantas, sendo que o excesso de nutrientes pode ter provocado o efeito de salinidade nos substratos, culminando em danos principais no sistema radicular (Figura 8).

Os IQD's das plantas produzidas no substrato comercial *Germina Plant Horta*[®] em todos os recipientes não foram influenciados pela aplicação do adubo. Já no substrato tradicional, em todos os recipientes a aplicação do adubo afetou negativamente a qualidade das plantas (Figura 10). Considerando-se o IQD como indicador principal de qualidade das plantas, conclui-se para a primeira etapa do trabalho (produção do porta-enxerto) que a aplicação do adubo nos substratos utilizados não incrementou a qualidade das plantas do porta-enxerto.

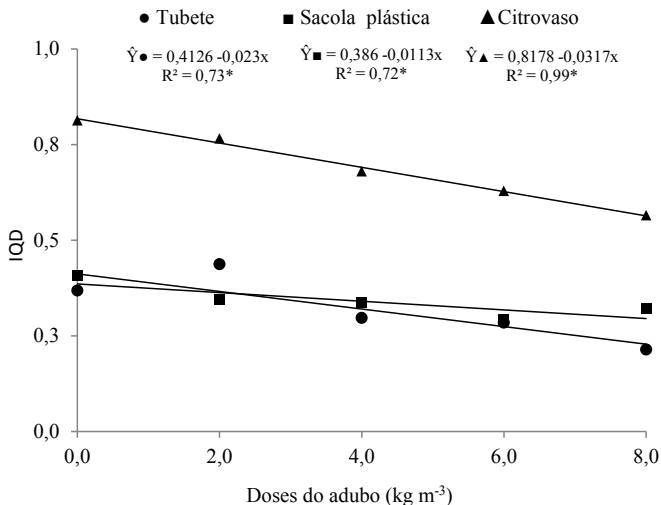


Figura 10. Efeito das doses do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) sobre o índice de qualidade de Dickson (IQD) das plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06', aos 60 dias após a semeadura, produzidas em três diferentes recipientes preenchidos com substrato tradicional da região de Pacajus, CE, composto pela mistura de casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico (2:1:1, v:v:v).

Pelas médias das características biométricas das plantas do porta-enxerto, é possível inferir duas situações para os viveiristas: o desenvolvimento mais rápido das plantas em recipientes maiores permite antecipar a enxertia, não havendo a necessidade de se esperar 60 DAS, conforme a literatura (Serrano; Cavalcanti Junior, 2016); e, mesmo considerando 60 DAS para a produção das plantas do porta-enxerto, é certa a obtenção de plantas com qualidade superior utilizando-se o citrovaso como recipiente.

2ª Etapa: Produção da muda enxertada de 'CCP 76'

Aos 80 dias após a enxertia (DAE), a taxa de sucesso de enxertia constatada foi de 77,4%, totalizando 74,5% como taxa de plantas aptas ao plantio no campo (em relação ao número de castanhas semeadas), resultado considerado satisfatório (>70%) para a cultura e para a combinação 'CCP 06'/'CCP 76' (Serrano et al., 2013).

Nas características biométricas das mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', observou-se, no geral, que as maiores médias de todas as características avaliadas foram obtidas pelas mudas produzidas no citrovaso (Tabela 4) (Figura 11), assim como na fase anterior (Tabela 2). As mudas produzidas em sacolas plásticas foram superiores às produzidas em tubetes quanto à altura, ao número de folhas, às massas das matérias secas das folhas, ao caule, às raízes e total. Quanto ao diâmetro do caule e ao IQD, as mudas produzidas nas sacolas plásticas e nos tubetes foram semelhantes entre si.

Em duas espécies florestais, *Eucalyptus grandis* (Gomes et al., 2003) e *Peltophorum dubium* (Brachtvogel; Malavasi, 2010), foi observado que a diminuição no volume do recipiente causou restrição ao crescimento do sistema radicular, com conseqüente redução da altura das mudas. Em mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*), Pereira et al. (2010) constataram que o recipiente de maior volume proporcionou maior incremento na massa seca do sistema radicular. Ferreira et al. (2017), em duas espécies florestais, *Platymiscium ulei* e *Mezilaurus itauba*, verificaram que o maior crescimento de raízes esteve associado ao maior volume do recipiente e que recipientes com maiores dimensões favoreceram tanto o comprimento das raízes quanto a maior distribuição espacial delas.

Tabela 4. Características biométricas das mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, aos 80 dias após a enxertia, produzidas em três recipientes preenchidos com dois substratos fertilizados com diferentes doses de adubo de liberação controlada (Fórmula NPK 13-06-16). ⁽¹⁾

Tratamentos		Altura (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Nº Folhas	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)	MST (g)	IQD
Recipientes (R)	Tubete	20,33 c	7,38 b	6,25 c	1,18 c	2,35 c	1,01 c	4,54 c	0,71 b
	Sacola plástica	22,80 b	7,09 b	8,00 b	1,72 b	2,60 b	1,20 b	5,52 b	0,78 b
	Citrovaso	28,63 a	9,07 a	13,24 a	4,22 a	4,16 a	2,06 a	10,45 a	1,42 a
Substratos (S)	Tradicional	24,23 a	8,10 a	9,82 a	2,62 a	3,13 a	1,44 a	7,19 a	1,01 a
	<i>Germina Plant Horta</i> [®]	23,60 b	7,59 b	8,51 b	2,13 b	2,95 b	1,41 a	6,48 b	0,94 b
Doses do adubo (D) (kg m ⁻³)	0,0	23,06	7,53	7,08	1,79	2,95	1,56	6,30	1,01
	2,0	24,78	8,02	8,87	2,72	3,31	1,69	7,72	1,13
	4,0	24,88	7,95	9,93	2,56	3,17	1,42	7,15	0,97
	6,0	23,90	8,00	10,53	2,55	3,03	1,30	6,88	0,92
	8,0	22,98	7,74	9,40	2,24	2,73	1,16	6,14	0,82
Teste F									
Recipientes (R) ⁽²⁾		457,81*	130,72*	221,03*	484,80*	197,30*	124,69*	516,31*	177,74*
Substratos (S)		7,48*	22,45*	21,61*	32,84*	5,21*	0,46 ^{ns}	19,56*	4,60*
Doses (D)		12,49*	3,08*	17,39*	14,72*	5,76*	10,57*	12,70*	9,52*
R x S		6,51*	2,98 ^{ns}	0,70 ^{ns}	2,48 ^{ns}	3,38 ^{ns}	0,27 ^{ns}	3,55*	0,19 ^{ns}
R x D		7,36*	1,55 ^{ns}	1,22 ^{ns}	5,16*	1,59 ^{ns}	2,60*	5,29*	2,72*
S x D		9,21*	1,53 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1,88 ^{ns}	2,13 ^{ns}	1,06 ^{ns}	2,84*	1,95 ^{ns}
R x S x D		2,86*	1,71 ^{ns}	4,89*	1,48 ^{ns}	1,53 ^{ns}	0,95 ^{ns}	2,13*	1,07 ^{ns}
Média Geral		23,92	7,85	9,16	2,37	3,04	1,42	6,84	0,97
CV (%)		8,33	11,90	26,70	31,09	23,05	35,25	20,40	29,86

⁽¹⁾ Para os recipientes e substratos, médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o Teste F, * significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade. Substrato tradicional da região de Pacajus, composto por casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico obtido no Campo Experimental de Pacajus, CE (2:1:1; v:v:v). MSF: massa da matéria seca das folhas; MSC: massa da matéria seca do caule; MSR: massa da matéria seca do sistema radicular; MST: massa da matéria seca total; e IQD: índice de qualidade de Dickson.

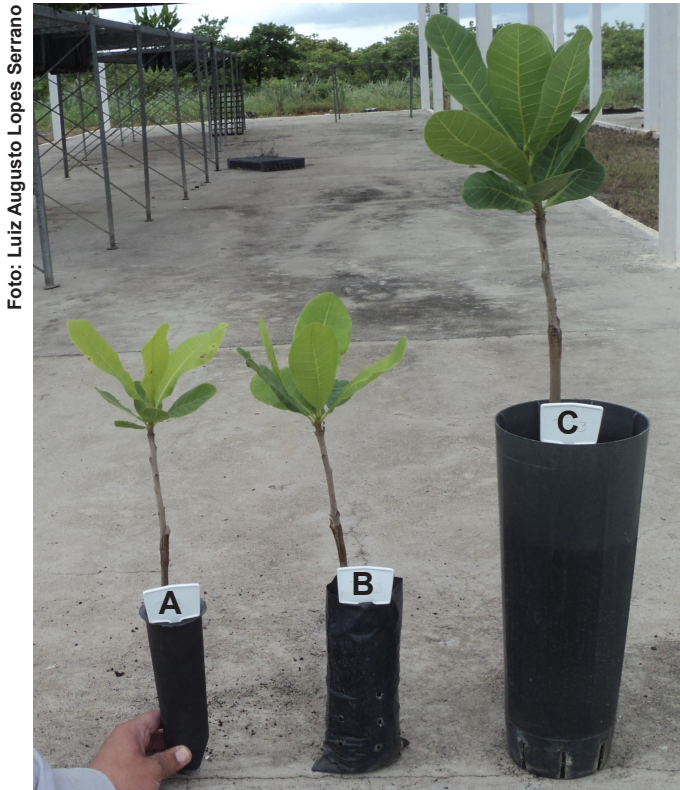


Foto: Luiz Augusto Lopes Serrano

Figura 11. Mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', aos 80 dias após a enxertia, produzidas em três diferentes recipientes: tubete (A), sacola plástica (B) e citrovaso (C).

Considerando-se as duas principais características, massa da matéria seca do sistema radicular e IQD, verifica-se que as mudas produzidas nos citrovasos foram superiores às demais em 79% (Figura 12) e 92% para as respectivas características, comprovando um ganho em qualidade quando se utiliza um recipiente de maior capacidade volumétrica. Esses resultados são promissores para a utilização no plantio em campo de mudas de cajueiro-anão produzidas em citrovasos, visando minimizar as altas taxas de mortalidade de mudas oriundas de tubetes. Kostopoulou et al. (2010) constataram que mudas de cipreste (*Cupressus sempervirens* L.) com sistemas radiculares menores foram afetadas negativamente quanto à sobrevivência no pós-plantio no campo, provavelmente devido à menor eficiência na absorção de água e nutrientes (McDowell et al., 2008).

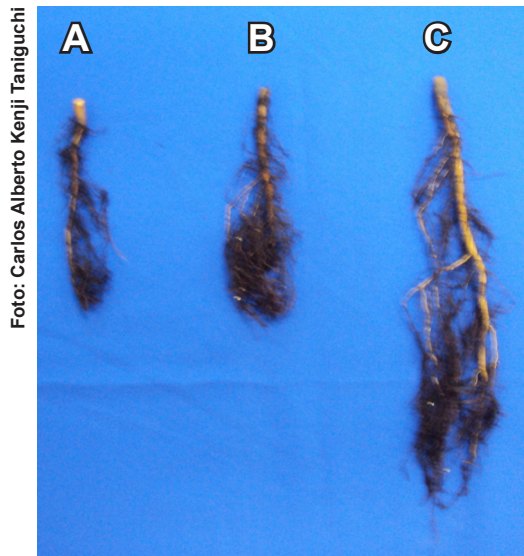


Foto: Carlos Alberto Kenji Taniguchi

Figura 12. Sistemas radiculares das mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, aos 80 dias após a enxertia, produzidas em três diferentes recipientes: tubete (A), sacola plástica (B) e citrovaso (C).

Entre os substratos, no geral, o tradicional propiciou a obtenção de mudas com os maiores valores para todas as características, com exceção da massa da matéria seca do sistema radicular, havendo semelhança entre ambos (Tabela 4). O IQD das mudas produzidas no substrato tradicional foi 7,5% superior ao daquelas produzidas no substrato comercial. Assim como na fase anterior, apesar da superioridade das plantas produzidas no substrato tradicional, aquelas produzidas no substrato comercial também apresentaram as características recomendadas para mudas de cajueiro-anão, conforme Serrano e Cavalcanti Junior (2016).

As doses do adubo influenciaram significativamente todas as características avaliadas das mudas (Tabela 4). Para diâmetro de caule e massa da matéria seca do caule, a influência do adubo aconteceu de uma forma geral, isto é, independentemente do recipiente e do substrato utilizado. Em ambos os casos, o aumento das doses promoveu respostas polinomiais quadráticas (Figura 13), indicando valores máximos de 8,05 mm para o diâmetro na dose 4,4 kg m⁻³, e 3,24 g para a massa da matéria seca do caule na dose 3,2 kg m⁻³.

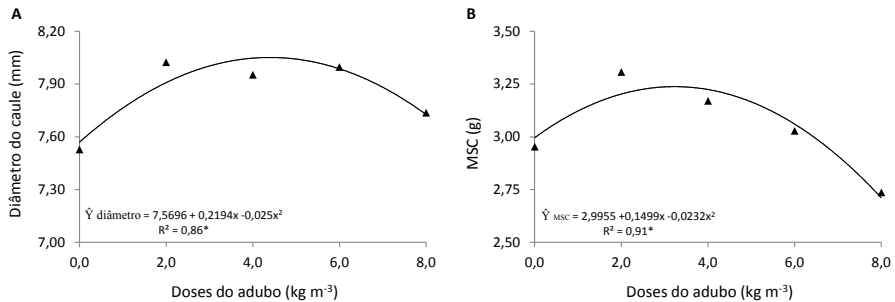


Figura 13. Efeito das doses do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) sobre o diâmetro do caule (A) e massa da matéria seca do caule (B) das mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', aos 80 dias após a enxertia, produzidas em três diferentes recipientes preenchidos com dois substratos.

Interações significativas entre os recipientes e os substratos ocorreram para a altura e massa da matéria seca total (Tabela 4). Em ambos os substratos, a altura das mudas foi maior naquelas produzidas nos citrovasos, seguido das produzidas em sacolas plásticas e, por fim, nas de tubetes (Tabela 5).

Tabela 5. Interação entre recipientes e substratos na altura e na massa da matéria seca total de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', aos 80 dias após a enxertia. ⁽¹⁾

Recipiente	Substrato	
	Tradicional	Germina Plant Horta®
Altura (cm)		
Tubete	20,07 Ac	20,59 Ac
Sacola plástica	23,50 Ab	22,10 Bb
Citrovaso	29,13 Aa	28,13 Ba
Massa da matéria seca total (g)		
Tubete	4,62 Ac	4,46 Ab
Sacola plástica	6,13 Ab	4,92 Bb
Citrovaso	10,84 Aa	10,07 Ba

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não se diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Substrato tradicional da região de Pacajus, composto por casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico obtido no Campo Experimental de Pacajus, CE (2:1:1; v:v:v).

Verifica-se, assim, que quanto maior a capacidade volumétrica do recipiente, maior foi o tamanho das mudas do clone 'CCP 76'. Nos tubetes, as mudas produzidas nos dois substratos foram semelhantes, enquanto que nas sacolas plásticas e nos citrovasos as mudas produzidas no substrato tradicional foram superiores àquelas produzidas no substrato comercial.

Os resultados para a massa da matéria seca total indicam que em ambos os substratos os maiores valores foram registrados nas mudas produzidas em citrovasos (Tabela 5). No substrato tradicional, as mudas produzidas em sacolas plásticas foram superiores àquelas produzidas em tubetes, mas no substrato comercial elas se equivaleram. Nos tubetes, não houve diferença entre as mudas produzidas nos diferentes substratos, enquanto que nos demais recipientes as mudas produzidas no substrato tradicional foram superiores àquelas produzidas no substrato comercial.

As interações entre recipiente e dose foram significativas para altura da planta, massas das matérias secas das folhas, raízes e total, além do IQD (Tabela 4).

Para altura, a influência das doses do adubo ocorreu apenas nas mudas produzidas em sacolas plásticas ($\hat{Y} = 21,157 + 1,8824x - 0,2453x^2$; $R^2 = 0,96^*$), indicando a dose máxima ($3,8 \text{ kg m}^{-3}$) para o alcance de um máximo valor ($24,8 \text{ cm}$).

A massa da matéria seca das folhas das mudas produzidas nos tubetes foi incrementada linearmente com o aumento das doses do adubo ($\hat{Y} = 0,894 + 0,0707x$; $R^2 = 0,96^*$), enquanto que nas sacolas plásticas as mudas alcançaram o maior valor, $2,3 \text{ g}$, na dose $4,5 \text{ kg m}^{-3}$ ($\hat{Y} = 0,947 + 0,5925x - 0,6649x^2$; $R^2 = 0,90^*$).

A massa da matéria seca total foi influenciada pelas doses do adubo nas mudas produzidas em sacolas plásticas ($\hat{Y} = 4,467 + 1,0899x - 0,1376x^2$; $R^2 = 0,92^*$) e nos citrovasos ($\hat{Y} = 10,542 + 0,4342x - 0,0761x^2$; $R^2 = 0,57^*$), sendo observados valores máximos de $6,6 \text{ g}$ e $11,2 \text{ g}$ nas doses de $4,0 \text{ kg m}^{-3}$ e $2,8 \text{ kg m}^{-3}$, respectivamente.

Com relação às duas principais características, a massa da matéria seca do sistema radicular e o IQD, as doses do adubo incrementaram essas características nas mudas produzidas em sacolas plásticas até as doses $3,1 \text{ kg m}^{-3}$ e $3,5 \text{ kg m}^{-3}$, propiciando os respectivos valores máximos de $1,4 \text{ g}$

e 0,92 (Figura 14). Já nas mudas produzidas em citrovasos, o aumento das doses provocou decréscimo nos valores das duas características, evidenciando a não necessidade de aplicação de adubo.

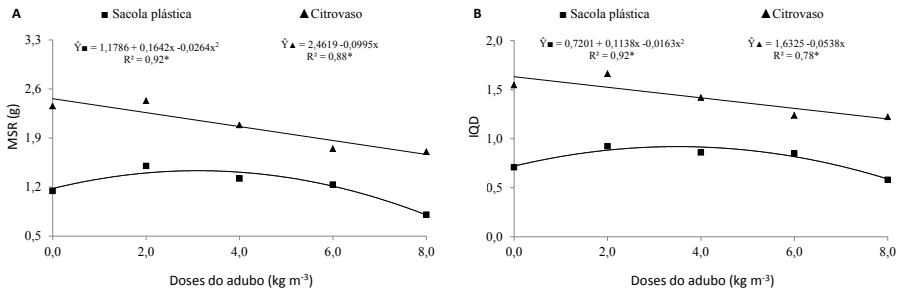


Figura 14. Efeito das doses do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) sobre a massa da matéria seca do sistema radicular (A) e o índice de qualidade de Dickson - IQD (B) das mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', aos 80 dias após a enxertia, produzidas em sacolas plásticas e em citrovasos.

Interações significativas entre substratos e doses do adubo foram observadas para altura e massa da matéria seca total (Tabela 4). Em ambos os substratos, o aumento das doses do adubo promoveu respostas quadráticas para a altura das plantas. No substrato comercial, o maior valor de altura (24,8 cm) foi observado na dose 3,2 kg m⁻³ ($\hat{Y} = 23,429 + 0,8655x - 0,1370x^2$; $R^2 = 0,77^*$), enquanto que no substrato tradicional o maior valor (25,0 cm) foi observado na dose 4,7 kg m⁻³ do adubo ($\hat{Y} = 23,008 + 0,8507x - 0,0907x^2$; $R^2 = 0,75^*$).

Para a massa da matéria seca total, também foram observadas, em ambos os substratos, respostas quadráticas de acordo com o aumento das doses do adubo. No substrato comercial, o maior valor (7,1 g) foi observado na dose 3,5 kg m⁻³ do adubo ($\hat{Y} = 6,163 + 0,5409x - 0,0768x^2$; $R^2 = 0,72^*$), enquanto que no substrato tradicional o maior valor (7,7 g) foi observado na dose 3,7 kg m⁻³ ($\hat{Y} = 6,834 + 0,4888x - 0,0665x^2$; $R^2 = 0,56^*$).

Com relação às interações entre os três fatores (recipientes, substratos e doses do adubo), elas ocorreram somente para altura das mudas, número de folhas e massa da matéria seca total (Tabela 4). Para as duas principais características consideradas neste trabalho, massa da matéria seca do sistema radicular e IQD, não foi constatada esse tipo de interação.

Na Tabela 6, são apresentados os efeitos significativos dos três fatores sobre a altura, o número de folhas e a massa da matéria seca total das mudas de 'CCP 76'. Constatou-se que as mudas produzidas em tubetes contendo o substrato comercial apresentaram decréscimo na altura de acordo com o aumento das doses do adubo. Já as mudas produzidas em sacolas plásticas, em ambos os substratos, apresentaram resposta polinomial quadrática, enquanto que as mudas produzidas no citrovaso a altura não foi influenciada.

O número de folhas das mudas produzidas em tubetes, em ambos os substratos, foi incrementado com as doses do adubo, com respostas lineares positivas tanto no substrato comercial quanto no tradicional (Tabela 6). Nos demais recipientes com os dois substratos utilizados, as respostas observadas foram do tipo polinomial quadrática.

Tabela 6. Interações entre recipientes, substratos e doses do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) sobre a altura e o número de folhas de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', aos 80 dias após a enxertia. ⁽¹⁾

Recipiente	Substrato	Equação	Dose máxima (kg m ⁻³)	Valor máximo
Altura (cm)				
Tubete	Comercial	$\hat{Y} = 22,090 - 0,3750x$; $R^2 = 0,78^*$	0,0	22,1
Sacola plástica	Tradicional	$\hat{Y} = 21,817 + 1,5976x - 0,1961x^2$; $R^2 = 0,88^*$	4,1	25,1
Sacola plástica	Comercial	$\hat{Y} = 20,496 + 2,1672x - 0,2945x^2$; $R^2 = 0,97^*$	3,7	24,5
Número de folhas				
Tubete	Tradicional	$\hat{Y} = 5,320 + 0,3450x$; $R^2 = 0,88^*$	8,0	8,1
Tubete	Comercial	$\hat{Y} = 4,900 + 0,2250x$; $R^2 = 0,71^*$	8,0	6,7
Sacola plástica	Tradicional	$\hat{Y} = 5,906 + 1,5993x - 0,1518x^2$; $R^2 = 0,81^*$	5,3	10,1
Sacola plástica	Comercial	$\hat{Y} = 4,328 + 1,7064x - 0,1589x^2$; $R^2 = 0,84^*$	5,4	8,9
Citrovaso	Tradicional	$\hat{Y} = 12,917 + 1,2278x - 0,1553x^2$; $R^2 = 0,67^*$	4,0	15,3
Citrovaso	Comercial	$\hat{Y} = 9,334 + 1,5007x - 0,1232x^2$; $R^2 = 0,51^*$	6,1	13,9

⁽¹⁾ Substrato tradicional da região de Pacajus, composto por casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico obtido no Campo Experimental de Pacajus, CE (2:1:1; v:v:v). Substrato comercial: *Germina Plant Horta*[®].

A massa da matéria seca total das mudas produzidas em tubetes não foi influenciada pelas doses do adubo em nenhum dos substratos. Já as mudas produzidas nas sacolas plásticas, em ambos os substratos e nos citrovasos preenchidos com o substrato comercial, apresentaram incremento no acúmulo de matéria seca até determinadas doses ótimas (Figura 15). Nas mudas produzidas em sacolas plásticas, os maiores valores, 5,8 g e 7,5 g, foram alcançados nas doses 3,9 kg m⁻³ e 4,0 kg m⁻³ do adubo, nos substratos comercial e tradicional, respectivamente. Nos citrovasos com adubo comercial, o máximo valor, 11,2 g, foi alcançado na dose de 3,4 kg m⁻³ do adubo.

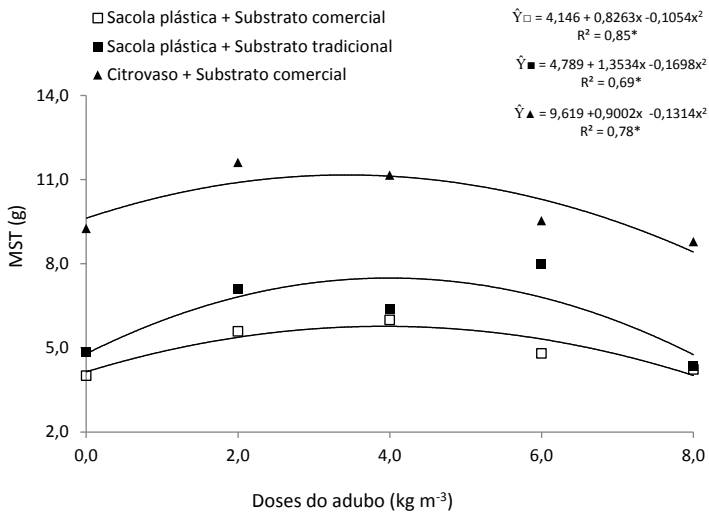


Figura 15. Efeito das doses do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) sobre a massa da matéria seca total das mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', aos 80 dias após a enxertia, produzidas em sacolas plásticas e em citrovasos preenchidos com substrato comercial (*Germina Plant Horta*[®]) e substrato tradicional da região de Pacajus, CE, composto por casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico (2:1:1; v:v:v).

Os resultados das duas etapas (produção do porta-enxerto e produção das mudas enxertadas) ressaltam que, em ambas as fases, as plantas produzidas em citrovasos alcançaram padrão de qualidade (IQD) superior às produzidas em tubetes e sacolas plásticas, as quais não se diferenciaram

entre si (Tabela 2 e 4). O tamanho maior do recipiente favoreceu também maiores acúmulos de massas das matérias secas nas raízes e total, reflexo da maior robustez das plantas. Ao término do experimento, as mudas do clone 'CCP 76' alcançaram incrementos de 79% na massa da matéria seca do sistema radicular e 92% no IQD, quando comparado às médias das demais.

O substrato tradicional proporcionou resultados superiores aos do substrato comercial nas duas etapas. No entanto, ressalta-se que as mudas produzidas no substrato comercial *Germina Plant Horta*[®] alcançaram os padrões estabelecidos para a cultura do cajueiro-anão (Serrano; Cavalcanti Junior, 2016).

Os efeitos da aplicação do adubo dependeram dos recipientes e substratos. Considerando-se a interação entre os três fatores estudados, observa-se que algumas características biométricas foram influenciadas, principalmente a altura, o número de folhas e a massa da matéria seca total. Contudo, considerando-se as principais características elencadas no estudo, constatou-se que nos tubetes e nos citrovasos a massa da matéria seca do sistema radicular e o IQD das mudas enxertadas não foram influenciados pelo adubo ou foram de forma negativa, indicando que não há necessidade de utilização do adubo. Já nas mudas produzidas em sacolas plásticas, houve incrementos nos valores de MSR e IQD até as doses $3,1 \text{ kg m}^{-3}$ e $3,5 \text{ kg m}^{-3}$, respectivamente.

Por fim, o próximo passo será a comparação em fase de campo, isto é, o plantio em ambientes característicos da região produtora (semiárido e litoral nordestino) de mudas provenientes de tubetes, sacolas plásticas e citrovasos. Assim, espera-se confirmar a superioridade das mudas dos citrovasos em crescimento, desenvolvimento e, principalmente, sobrevivência, característica que está diretamente relacionada com o fator de resistência ao estresse hídrico. Importante também será comparar os custos de produção de mudas nas diferentes embalagens, analisando-se os dados de precocidade em obtenção das mudas, ocupação no viveiro, gastos em quantidades de substratos, transporte, análise de sobrevivência em campo, custos de replantio, dentre outros fatores.

Conclusões

1 - Citrovasos propiciam plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06' e mudas enxertadas de cajueiro-anão 'CCP 76' com qualidades morfológicas superiores.

2 - Ambos os substratos, tradicional e comercial (*Germina Plant Horta*[®]), propiciam a produção de plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão 'CCP 06' e mudas enxertadas de cajueiro-anão 'CCP 76' dentro dos padrões recomendados.

3 - Para os substratos avaliados, o adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) não é necessário para a produção de mudas do clone CCP 76 em tubetes e citrovasos; porém, pode ser empregado, em dosagens apropriadas, para a produção de mudas em sacolas plásticas.

Agradecimentos

Aos empregados do viveiro de mudas do Campo Experimental da Embrapa em Pacajus, Ceará, pelo apoio operacional na realização desta pesquisa, em especial a Antônio Fialho Bento (*in memoriam*).

Referências

ALMEIDA, L. V. B.; MARINHO, C. S.; MUNIZ, R. A.; CARVALHO, A. J. C. Disponibilidade de nutrientes e crescimento de porta-enxertos de citros fertilizados com fertilizantes convencionais e de liberação lenta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 289-296, 2012.

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-precocce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 552-558, 2009.

BALDASSARI, R. B.; GOES, A.; TANNURI, F. Declínio dos citros: algo a ver com o sistema de produção de mudas? **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 357-360, 2003.

BRACHTVOGEL, E. L.; MALAVASI, U. C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Pelthophorum dubium* (Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 223-232, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa N° 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 maio 2007. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa N.º 31, de 23 de outubro de 2008. Altera os subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2, do Anexo à Instrução Normativa SDA n.º 17, de 21 de maio de 2007. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 out. 2008. Seção 1, p. 20.

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

CHAVES, J. H.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L.; PEZZOPANE, J. E. M.; POLLI, H. Q. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004.

DAAMEN M. N.; CARVALHO, S. A.; ZANETTI, M.; MEDINA, C. L. Effect of different containers and CO2 enrichment on screen protected citrus nurseries trees production. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., 2001, Ribeirão Preto. **Proceedings**. Ribeirão Preto: International Society of Citrus Nurserymen, 2001. p. 116-119.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

ELOY, E.; CARON, B. O.; SCHIMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 373-384, 2013.

FERREIRA, M. S.; SANTOS, J. Z. L.; TUCCI, C. A. F.; COSTA, L. V. Crescimento inicial de itaúba e macacaúba em recipientes de diferentes tamanhos. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 499-508, 2017.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Calendário das chuvas do Ceará**. Disponível em: < <http://www.funceme.br/index.php/areas/23-monitoramento/meteorologico/406-chuvas-diarias>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A.; ALVES, A. S. R. Mudanças de laranja 'Valência' sobre dois porta-enxertos e sob diferentes manejos de adubação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 855-864, 2010.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GUELFÍ, D. Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada. **Informações Agronômicas**, n. 157, p. 1-14, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, 2018. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em : 26 set. 2018.

KÄMPF, A. Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. *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, 2004. p. 3-10.

KOSTOPOULOU, P.; RADOGLU, K.; DINI-PAPANASTASI, O. ; SPYROGLOU, G. Enhancing planting stock quality of Italian cypress (*Cupressus sempervirens* L.) by pre-cultivation in mini-plugs. **Ecological Engineering**, v. 36, n. 7, p. 912-919, 2010.

LEAL, P. L.; MARTINS, M. A.; RODRIGUES, L. A.; SCHIAVO, J. A. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 84-87, 2005.

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. 9-21, 1994.

McDOWELL, N.; POCKMAN, W. T.; ALLEN, C. D.; BRESHEARS, D. D.; COBB, N.; KOLB, T.; PLAUT, J.; SPERRY, J.; WEST, A.; WILLIAMS, D. G.; YEPEZ, E. A. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? **New Phytologist**, v. 178, p. 719-739, 2008.

NATALE, W.; LIMA NETO, A. J.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; CORRÊA, M. C. M. Mineral nutrition evolution in the formation of fruit tree rootstocks and seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 6, (e-133), 15 p. 2018.

PAIVA, J. R.; BARROS, L. M.; CAVALCANTE, J. V. V.; MARQUES, G. V.; NUNES, A. C. Seleção de porta-enxertos de cajueiro comum para a região Nordeste: fase de viveiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 162-166, 2008.

PARVIAINEN, J. V. Initial development of root systems of various types of nursery stock for scots pine. **Folia Forestalia**, v. 268, p. 2-21, 1976.

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FREITAS, R. S.; TOMAZ, M. A.; TEIXEIRA, I. R. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde**, v. 5, n. 3, p. 136-142, 2010.

PERIN, J. R.; CARVALHO, S. A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H. Efeitos de substratos e doses de fertilizante de liberação lenta no teor de clorofila e desenvolvimento vegetativo do limoeiro 'Cravo' em tubetes. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 20, n. 2, p. 463-476, 1999.

PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; CAMAROTTI, G. S.; CORREIA, M. A. R.; NATALE, W.; BARBOSA, J. C. Nitrogênio, fósforo e potássio na nutrição e no crescimento de mudas de laranjeira valência, enxertadas sobre limoeiro cravo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1560-1568, 2009.

REETZ JÚNIOR, H. F. Precision farming as an instrument for fertilizer best management practices. *In*: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, 2010. v. 1, p. 201-214.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; FRANCO, C. F. Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em hipobiotos de caramboleiras, cultivados em diferentes soluções nutritivas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 3, p. 366-372, 2011.

SANTOS, R. M. **Aubos de liberação controlada e foliar na produção de porta-enxertos e de mudas enxertadas de cajueiro-anão**. 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 173-178, 2003.

SERRANO, L. A. L.; CAVALCANTI JUNIOR, A. T. Produção de mudas de cajueiro. *In*: SERRANO, L. A. L. (Ed.). **Sistema de produção do caju**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2016. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/temas-publicados>. Acesso em: 15 ago. 2018.

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**, v. 48, n. 9, p. 1237-1245, 2013.

SETIN, D. W.; CARVALHO, S. A.; MATTOS JUNIOR, D. Recipientes e substratos à base de fibra de coco na produção de mudas de laranjeira 'Valência' sobre limoeiro 'Cravo'. **Revista Laranja**, v. 26, n. 2, p. 337-348, 2005.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719 p.

TIMILSENA, Y. P.; ADHIKARI, R.; CASEY, P.; MUSTER, T.; GILL, H.; ADHIKARI, B. Enhanced efficiency fertilizers: a review of formulation and nutrient release patterns. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, p. 1131-1142, 2014.

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**. Brasília, DF: Embrapa, 2013, parte 7, Cap. 2, p. 481-508.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S.; SILVA, D. B.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. Espécies alimentícias nativas da região Centro-oeste. *In*: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro**: região Centro-Oeste. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2016, Cap. 5, p. 109-118.

Embrapa

Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

