



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

RICARDO MIRANDA DOS SANTOS

**ADUBOS DE LIBERAÇÃO CONTROLADA E FOLIAR NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE CAJUEIRO-ANÃO 'BRS 226'**

Fortaleza

2017

RICARDO MIRANDA DOS SANTOS

ADUBOS DE LIBERAÇÃO CONTROLADA E FOLIAR NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE CAJUEIRO-ANÃO 'BRS 226'

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo. Área de concentração: Química, Fertilidade e Biologia do solo.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa

Coorientador: Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi

Coorientador: Prof. Dr. William Natale

Fortaleza

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo (a) autor (a)

Rc Ricardo Miranda dos, Santos.
ADUBO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA E FOLIAR NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
CAJUEIRO-ANÃO 'BRS 226' / Ricardo Miranda dos Santos. – 2017.
f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa.

Coorientação: Prof. Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi.

Coorientação: Prof. Dr. William Natale

1. *Anacardium occidentale* L. 2. Produção de mudas. 3. Fruticultura. I. Caju.

CDD 631.4

RICARDO MIRANDA DOS SANTOS

ADUBOS DE LIBERAÇÃO CONTROLADA E FOLIAR NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE CAJUEIRO-ANÃO 'BRS 226'

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo. Área de concentração: Química, Fertilidade e Biologia do Solo.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

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

Profa. Dra. Adriana Guirado Artur
Universidade Federal do Ceará

Dr. Luiz Augusto Lopes Serrano
Embrapa Agroindústria Tropical

FORTALEZA

2017

Dedico esse trabalho à minha mãe Laudelice Miranda, ao meu pai Antônio Gualberto, e à minha noiva Daniele Medeiros, que tanto amo. Agradeço por todo apoio, confiança, incentivos e por sempre acreditarem na realização dos meus sonhos. Matheus e Luzielma (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu bom Deus, por sempre ter me dado força nos momentos de dificuldade nessa caminhada e agora permitindo o título de Mestre, em Ciência do Solo.

Aos meus pais, Laudelice Miranda e Antônio Gualberto, pela grande dedicação que tiveram para que eu conseguisse realizar esse sonho. Às minhas irmãs Renata, Luzia e Luziane e ao meu irmão Cardoso, pelo companheirismo. Às minhas duas sobrinhas Tawany e Thaissa. A todos os meus tios, primos e aos amigos pelo apoio que me deram mesmo distante para realização desse sonho. À minha noiva Daniele, cunhada Francielle, sogra Sra. Nilza e sogro Sr. Antônio por todo o apoio recebido nessa caminhada.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Márcio Cleber, pela compreensão e companheirismo nos momentos que precisei e pelos ensinamentos durante esses dois anos de convivência. Ao professor William Natale pelos ensinamentos, pelo apoio nos momentos de dificuldades.

Quero agradecer imensamente ao Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi, por todo empenho, dedicação, pela compreensão, pelos ensinamentos, pela paciência e por todo o apoio que recebi durante esse período que passei na Embrapa. Ao Dr. Luiz Augusto Lopes Serrano por ter aceitado a nos ajudar nos experimentos da Dissertação.

Ao Prof. Dr. Luciano da Silva Souza, pelas suas sábias palavras e por sempre acreditar em mim, o meu muito obrigado!

À Embrapa Agroindústria Tropical por todo apoio e estrutura e a todos os funcionários do Campo Experimental de Pacajus, por todo apoio na condução dos experimentos, e ao pessoal do Laboratório de Solos Vanderléia, David, Thais, Esraelda, Rafael, Israel e Sr. Raimundo, pelos ensinamentos, pela amizade e companheirismo e pela grande ajuda de todos vocês na conclusão da Dissertação, o meu muito obrigado!

Aos meus colegas de Pós-Graduação, Lucas, Israel, Iúna, Thiago, Eduardo, Denise, Esraelda, Marcos, Nougla, Janiquelle, Carol, Laura, Wilner, Paul, Acrísio, Ryshardson, pelo o companheirismo e os conhecimentos adquiridos de cada um de

vocês durante esse período. Ao amigo Luís Felipe pelos ensinamentos, pelo apoio nos momentos de dificuldades e pela ajuda para que esse trabalho desse certo.

Agradeço aos amigos Artur, Astro e Jardelson, pela boa convivência e por todo apoio que tive de vocês durante esses dois anos, o meu muito obrigado!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, pela oportunidade que foi dada de cursar o Mestrado.

A todos os professores do Departamento de Ciência do Solo e da Fitotecnia, pela grande contribuição que tiveram na minha formação pelos conhecimentos compartilhados. Aos funcionários Dona Helena e Edilson por todo apoio e companheirismo.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo durante todo o período do Mestrado.

RESUMO

O lançamento de clones de cajueiro-anão e a substituição de mudas seminais (pé-franco) pelas enxertadas promoveram avanços importantes na cajucultura do Brasil. No atual sistema de produção de mudas de cajueiro não são realizadas adubações, no entanto, a utilização de tecnologias como adubação foliar e adubos de liberação controlada pode assegurar mudas com alta qualidade. O objetivo com esse trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de adubos de liberação controlada e foliar na formação do porta-enxertos e em mudas enxertadas de cajueiro. Foram conduzidos três experimentos em delineamento inteiramente casualizado: no primeiro foi avaliada a aplicação do adubo de liberação controlada (ALC) 13-06-16 na dose de $3,70 \text{ kg m}^{-3}$ na semeadura e a adubação foliar (AF) na dose recomendada de $2,5 \text{ g L}^{-1}$ 30 dias após a semeadura (DAS) do porta-enxerto 'CCP 06'. No segundo experimento foi avaliada a aplicação do ALC na semeadura; AF 30 DAS; ALC após a enxertia (AE); AF 45 dias após a enxertia (DAE); ALC na semeadura + AF 45 DAE e AF 30 DAS + AF 45 DAE. No terceiro experimento foi avaliada a AF 45 DAE (50% da dose recomendada) + 60 DAE (50% da dose recomendada); AF 60 DAE (dose recomendada); AF 45 DAE (dose recomendada) + 60 DAE (dose recomendada) e AF 80 DAE (dose recomendada). Observou-se que as aplicações de ALC e AF não promoveram efeitos positivos no desenvolvimento dos porta-enxertos de cajueiro 'CCP 06' em relação à testemunha. A aplicação do ALC após a enxertia, do ALC na semeadura + AF 45 DAE; AF 30 DAS + AF 45 DAE; 45 DAE (50% da dose recomendada) + 60 DAE (50% da dose recomendada) e AF 80 DAE (dose recomendada) promoveram aumento na massa de matéria seca total da muda enxertada 'BRS 226'. Conclui-se que a aplicação de adubos de liberação controlada e foliar não influenciam a formação do porta-enxerto 'CCP 06', porém promovem aumento no desenvolvimento de mudas enxertadas de cajueiro 'BRS 226'.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L. Massa de matéria seca total. Nutrição mineral de plantas. Produção de mudas.

ABSTRACT

Important advances were promoted in Brazilian cashew with dwarf cashew clones launching and with replacement of seedlings seminal by (grafted plants). In the current cashew seedling production system no fertilization is carried out, however, using technologies such as foliar fertilization and controlled-release fertilizers could ensure high quality seedlings. The aim of this study was to evaluate the effects of controlled-release and foliar fertilizers application on cashew rootstock formation and on grafted seedlings. Three experiments in a completely randomized design were conducted: the first one evaluated the effect of 3.70 kg m⁻³ controlled-release fertilizer (CRF) 13-06-16 application at sowing and the effect of 2.5 g L⁻¹ (recommended dose) foliar fertilization (FF) application 30 days after sowing (DAS) on 'CCP 06' rootstock. In the second experiment was tested the effect of CRF application at sowing; FF 30 DAS; CRF after grafting (AG); FF 45 days after grafting (DAG); CRF at sowing + FF 45 DAG and FF 30 DAS + FF 45 DAG. In the third experiment was evaluated FF 45 DAG (50% of the recommended dose) + 60 DAG (50% of the recommended dose); FF 60 DAG (recommended dose); FF 45 DAG (recommended dose) + 60 DAG (recommended dose) and FF 80 DAG (recommended dose). Neither that the applications of CRF nor FF promoted positive effects on 'CCP 06' cashew rootstocks development when compared to the control. CRF application after grafting, CRF at sowing + FF 45 DAG; AF 30 DAS + AF 45 DAG; 45 DAG (50% of recommended dose) + 60 DAG (50% of recommended dose) and AF 80 DAG (recommended dose) promoted an increase in total dry matter mass of the grafted seedling 'BRS 226'. It was concluded that the applications of controlled-release and foliar fertilizers did not influence the formation of 'CCP 06' rootstock, but promote an increase in BRS 226 cashew seedlings development.

Key words: *Anacardium occidentale* L. total dry matter. Nutrition of plants. Seedlings production.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Disposição das bandejas com os tubetes, a pleno sol durante a fase de produção de porta-enxerto ‘CCP 06’28
- Figura 2.** Aplicação do adubo foliar nos porta-enxertos de cajueiro ‘CCP 06’, 30 dias após a semeadura.....29
- Figura 3.** Aplicação do adubo de liberação controlada nas mudas de cajueiro ‘BRS 226’, após a enxertia.....31
- Figura 4.** Disposição das mudas de cajueiro ‘BRS 226’ em viveiro telado após a enxertia.....32
- Figura 5.** Mudanças de cajueiro ‘BRS 226’ representativas distribuídas por ordem de tratamento de T0 a T6 do experimento com adubos de liberação controlada e foliar, antes e após a enxertia.....41
- Figura 6.** Mudanças de cajueiro ‘BRS 226’ representativas distribuídas por ordem de tratamento do T0 a T4 do experimento com adubação foliar, em épocas de aplicação após a enxertia.....47

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’, aos 61 dias após a semeadura das castanhas, em função da aplicação de adubo de liberação controlada e foliar.....35
- Tabela 2.** Produção de massa da matéria seca de folhas (MMSF), caule (MMSC), parte aérea (MMSPA), raízes (MMSR) e total (MMST) do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’, aos 61 dias após a semeadura das castanhas, em função da aplicação de adubo de liberação controlada e foliar.....37
- Tabela 3.** Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, 190 dias após a semeadura das castanhas, em função da aplicação de adubo de liberação controlada e foliar.....40
- Tabela 4.** Produção de massa da matéria seca de folhas (MMSF), caule (MMSC), parte aérea (MMSPA), raízes (MMSR) e total (MMST) de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, 190 dias após a semeadura das castanhas, em função da aplicação de adubo de liberação controlada e foliar.....43
- Tabela 5.** Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, 190 dias após a semeadura das castanhas, em função das doses e épocas de aplicação de adubo foliar.....47
- Tabela 6.** Produção de massa da matéria seca de folhas (MMSF), caule (MMSC), parte aérea (MMSPA), raízes (MMSR) e total (MMST) de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, 190 dias após a semeadura das castanhas, em função das doses e épocas de aplicação de adubo foliar.....48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 HIPÓTESES	14
3 OBJETIVOS	14
3.1. Objetivo Geral	14
3.2. Objetivos específicos	14
4. REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1 Aspectos gerais da cultura do cajueiro	15
<i>4.1.1 A cultura do cajueiro</i>	<i>15</i>
4.2 Importância socioeconômica do caju	16
4.3 Produção de mudas de cajueiro-anão	18
4.4 Adubação de mudas na fase de viveiro	22
5 MATERIAL E MÉTODOS	27
5.1 Localização e caracterização da área experimental	27
5.2 Experimento 1: Adubos de liberação controlada e foliar na produção do porta- enxerto ‘CCP 06’	27
5.3 Experimento 2: Adubos de liberação controlada e foliar na produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’	30
5.4 Experimento 3: Adubo foliar na produção de mudas enxertadas de cajueiro- anão ‘BRS 226’	33
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6.1 Produção do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’ com adubos de liberação controlada e foliar	35
6.2 Produção de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’ com adubos de liberação controlada e foliar	39
6.3 Doses e épocas de aplicação de adubo foliar na produção de mudas de cajueiro anão ‘BRS 226’	46
7. CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Originário do Brasil, especificamente no litoral Norte e Nordeste, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) está presente em quase todo País. A produtividade da cultura no Brasil, inclusive no Ceará vem decrescendo, sendo a principal causa a grande heterogeneidade dos pomares, os quais foram formados por plantas de “pé-franco” (seminais). Uma alternativa para evitar esse problema é a formação de pomares com mudas enxertadas (clonais), que além de uniformizar o crescimento e a produtividade das plantas, antecipa o início de produção das mesmas (MESQUITA *et al.*, 2010). A cultura do caju possui grande importância dentre as frutíferas tropicais na Região Nordeste, devido à sua adaptação no semiárido; no entanto, o cultivo em novas áreas apresenta alguns obstáculos com relação à produção de mudas que precisam ser superados, como a disponibilidade de sementes de boa qualidade e a obtenção de plantas vigorosas nos viveiros (ARAÚJO *et al.*, 2009), pois há elevada morte de plantas recém-plantadas (primeiro ano de cultivo).

O plantio de mudas de cajueiro de baixa qualidade origina pomares pouco produtivos, com alto custo de manutenção e baixa qualidade agrônômica e fitossanitária. Isso se deve a escolha do método inadequado de propagação das mudas e às dificuldades enfrentadas para obter materiais genéticos de boa qualidade. O cajueiro, por ser uma planta heterozigota, quando propagado via sementes “pé-franco” origina árvores com genótipos e fenótipos diferentes. A formação de pomares com esse tipo de planta, com características desuniformes, prejudica a exploração comercial, devido às baixas produtividades, elevada variabilidade dos frutos e falta de sincronia entre as fases de desenvolvimento, gerando altos custos e baixa rentabilidade. Além disso, a produtividade e a qualidade dos frutos produzidos em pomares de pé-franco variam entre as plantas, causando desagrado tanto do consumidor do caju *in natura*, como também das indústrias que processam a castanha (CAVALCANTE JÚNIOR, 2013).

Para implantar um novo modelo de produção do cajueiro, é preciso ampliar os estudos voltados para a obtenção de métodos de propagação de mudas, genótipos com qualidade agrônômica superior, bem como o estabelecimento de programas de adubação e irrigação que sejam viáveis ao seu cultivo em escala comercial. No entanto, sabe-se que para a produção de mudas com qualidade, é importante o emprego de

substratos que apresentem propriedades físico-químicas adequadas, além de fornecer os nutrientes requeridos para o bom desenvolvimento das mudas. Um substrato de boa qualidade depende, primordialmente, das proporções dos seus componentes, os quais devem ser conhecidos, além da adição de fertilizantes e corretivos, visto que a maioria dos constituintes de origem orgânica e inorgânica, são inertes ou deficientes em nutrientes (LIMA *et al.*, 2001).

A partir dos anos de 1980 o Brasil iniciou as pesquisas para a geração de novas tecnologias para a cadeia produtiva do caju, destacando-se a disponibilização de genótipos geneticamente superiores, com plantas de grande potencialidade produtiva, com porte menor e produção precoce, denominados de cajueiro-anão. Os primeiros clones de cajueiro-anão-precoce foram o ‘CCP 06’ e o ‘CCP 76’, lançados em 1983 e, posteriormente, surgiram os clones ‘CCP 09’, ‘CCP 1001’, ‘Embrapa 50’, ‘Embrapa 51’, ‘BRS 189’, ‘BRS 226’, ‘BRS 253’ e ‘BRS 265’. Em 2007 foram lançados mais dois clones: o ‘BRS 274’, o primeiro clone de cajueiro-comum, e o híbrido ‘BRS 275’, obtido do cruzamento do cajueiro-comum com o cajueiro-anão (SERRANO *et al.*, 2013a). Nos últimos cinco anos, devido ao período crítico de secas na região Nordeste, vem havendo um predomínio no plantio do clone ‘BRS 226’, considerado tolerante ao estresse hídrico.

Estudos sobre o uso de adubos de liberação controlada iniciaram há pouco tempo na cultura do cajueiro, enquanto que para a adubação foliar os estudos são inesistente. Espera-se que, a produção de mudas mais vigorosas, com satisfatória adequação nutricional, auxilie no decréscimo da mortalidade de plantas na fase de pós-plantio no campo, além de incrementar a futura produção de frutos. Em função disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar aplicação de adubo de liberação controlada e foliar em mudas de cajueiro, antes e após a enxertia.

2 HIPÓTESES

- 1- As aplicações dos adubos de liberação controlada e foliar aumentam os desenvolvimentos das plantas dos porta-enxertos ‘CCP 06’ e das mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’;
- 2- A frequência, dose e época de aplicação do adubo foliar interferem no desenvolvimento das mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’.

3 OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Identificar as influências das aplicações dos adubos de liberação controlada e foliar na produção de porta-enxertos e de mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’.

3.2. Objetivos específicos

- 1- Verificar o desenvolvimento das plantas do porta-enxerto ‘CCP 06’ e das mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ produzidas sob aplicações de adubos de liberação controlada e foliar;
- 3- Determinar a frequência, a dose e as épocas de aplicação dos adubos para a produção de mudas do cajueiro-anão ‘BRS 226’.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Aspectos gerais da cultura do cajueiro

4.1.1 A cultura do cajueiro

Originário do Brasil, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) se difundiu para vários países tropicais. O principal produto do cajueiro é a castanha, o verdadeiro fruto, tendo grande importância no mercado internacional. Além da castanha, é produzido também o pedúnculo, o pseudofruto, que representa cerca de 90 % da massa colhida. O pedúnculo é considerado um subproduto para as indústrias processadoras de castanha de caju e, quando maduro, pode ser consumido *in natura* ou aproveitado para a produção de sucos, vinhos, doces, compotas e geleias. No Brasil, são processados apenas 12 % dos pedúnculos, que são destinados à produção de alimentos e bebidas, sendo o restante deixado no pomar ou, eventualmente, aproveitados na alimentação animal (BEEJMOHUN *et al.*, 2015).

No Brasil a cajucultura está baseada em dois tipos de cajueiro: o gigante ou comum e o anão, sendo que ambos pertencem à mesma espécie (*Anacardium occidentale* L.). Esses tipos de cajueiro possuem características de importância variada no que se refere ao desenvolvimento da cultura de forma tecnificada, moderna e produtiva (FREITAS *et al.*, 2014). O cajueiro comum possui crescimento que pode alcançar de cinco a dez metros de altura, podendo atingir até vinte metros em ambientes que ofereçam ótimas condições de crescimento; já o cajueiro-anão tem porte menor com até quatro metros de altura (CHAMBE, 2011).

A planta de cajueiro possui sistema radicular composto de uma raiz pivotante bem desenvolvida, que se apresenta de forma bifurcada, podendo chegar até a profundidade de 10 metros, além de raízes laterais superficiais, sendo que 90 % podem ser encontradas nas profundidades de 15 cm a 32 cm. Dessas raízes 82 % são efetivamente responsáveis pela absorção de nutrientes estão presentes na camada de até 30 cm (LEITE, 2013).

As folhas do cajueiro são simples, inteiras, alternadas, com aspecto subcoriáceo, glabras e com pecíolos curtos, apresentando coloração verde-clara à arroxeadada na fase jovem, tornando-se verdes quando maduras. Apresenta folhagem que

pode variar de densa a esparsa, sendo permanente, visto que o cajueiro não é caducifólio, apesar de, no período de brotação de folhas novas, aparentar que ocorreu perda total das folhas. Na verdade, a brotação de folhas novas, a qual acontece no final do ciclo produtivo, ocorre de maneira contínua, motivo pelo qual se considera essa etapa como a de repouso aparente da planta. Emprega-se o termo “aparente” visto que, biologicamente não ocorre repouso, pois, alguns mecanismos do metabolismo da planta permanecem ativos (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

Possui flores pequenas, polígamas, que se agrupam em grandes panículas terminais pedunculadas; o verdadeiro fruto é um aquênio reniforme (castanha) ligado ao pedúnculo carnoso e suculento, denominado caju, possuindo cor e tamanho variáveis. No interior da castanha de caju há uma amêndoa, rica em vitaminas, ácidos graxos não-saturados e proteínas. O pedúnculo possui elevados teores de vitamina C, açúcares, minerais como cálcio, ferro e fósforo, além de fibras (CRISÓSTOMO *et al.*, 2009).

Essa frutífera se desenvolve bem em regime de pluviosidade entre 800 mm e 1.500 mm por ano, que tenha distribuição de cinco a sete meses, embora a planta tolere valores, tanto abaixo quanto acima desse intervalo. A umidade relativa do ar mais indicada para o cajueiro está entre 70 % e 80 %. A cultura é tipicamente de clima tropical e, para o seu bom desenvolvimento, requer temperaturas altas, sendo a média de 27 °C a mais indicada (OLIVEIRA, 2002). Os solos para o cultivo devem ser profundos, arenosos, bem drenados, com saturação por alumínio baixa e valores de pH (em CaCl₂) variando entre 4,5 e 6,5 são os mais indicados para o cajueiro. Os tratamentos culturais e o manejo do pomar são facilitados em áreas que apresentam relevo plano ou com suave ondulação (RIBEIRO; VAL; ARAÚJO NETO, 2008; CRISÓSTOMO, 2013).

4.2 Importância socioeconômica do caju

A produção de castanha de caju é uma maneira de gerar renda em áreas em que os solos são pobres e de baixa fertilidade, locais em que normalmente outras culturas não conseguem se desenvolver de forma adequada. Nos países produtores, a cajucultura é atividade de pequenos agricultores, os quais enfrentam vários problemas como: dificuldades de acesso ao crédito, de transporte, pouco conhecimento do manejo adequado da cultura para que se tenha ótima produtividade e, conseqüentemente, boa

renda. Nessa condição a maioria dos agricultores não se identifica como produtor, tendo essa cultura como complemento para a renda familiar (FIGUERÊDO JUNIOR; SOSTOWSKI, 2010).

A cajucultura é uma importante atividade agrícola na região tropical, com área colhida de cerca de 4,8 milhões de hectares e produção de aproximadamente 3,7 milhões de toneladas de castanha no ano de 2014. Os maiores produtores mundiais de castanha de caju são: Nigéria (894 mil toneladas), Índia (753 mil toneladas) e Costa do Marfim (531 mil toneladas) e Vietnã (245 mil de toneladas). Esses países possuem produtividade acima de 1.000 kg ha⁻¹, sendo superior à produtividade média mundial que é de cerca de 890 kg ha⁻¹. O Brasil ocupa a 10^a colocação, com produção de cerca de 110 mil toneladas, segundo a FAO (2014).

A cultura do cajueiro é de importância para a região Nordeste do Brasil, sobretudo nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Essa atividade possui registro de mais de 50 anos na região. A extração e o processamento da castanha de caju são importantes na geração de postos de trabalho nas propriedades rurais, bem como nas agroindústrias de processamento. (GUANZIROLI *et al.*, 2009). Essa frutífera gera em torno de 35 mil empregos no campo e mais de 20 mil nas agroindústrias de processamento, sem considerar o mercado informal (RODRIGUES *et al.*, 2012). A mão de obra para o desenvolvimento da cajucultura emprega grande quantidade de pessoas, principalmente no período de colheita, época de maior demanda, pois essa etapa é totalmente manual. O processamento agroindustrial envolve o corte da castanha, despêliculagem e classificação das amêndoas, havendo nessa etapa, também, grande demanda de mão de obra, mesmo com a tendência de mecanização em algumas fases do processo (FIGUERÊDO JUNIOR; SOSTOWSKI, 2010).

Houve decréscimo nos últimos anos na área cultivada com cajueiro no Brasil. Em 2016, a área cultivada com essa frutífera foi de aproximadamente 562 mil hectares. A principal causa dessa redução foi a ocorrência de secas prolongadas na região Nordeste, o que levou a morte de parte dos pomares. Neste mesmo ano a produção nacional de castanha de caju foi de aproximadamente 79 mil toneladas, sendo os estados com maior produção, o Ceará, o Rio Grande do Norte e o Piauí com 30,8; 20,7 e 11,2 mil toneladas, respectivamente. Em 2016 o Brasil exportou 15.588 mil toneladas de castanha de caju. Os Estado Unidos é o principal importador (8,2 mil

toneladas), seguido do Canadá (1,5 mil toneladas), Países Baixos (1,2 mil toneladas) e outros países (912 toneladas) e (CONAB, 2016).

A produtividade brasileira de castanha de caju é considerada muito baixa, quando comparada à de países em que essa cultura tem expressão. Entre 2006 e 2016, o ano de maior produção de castanha de caju foi 2006, com cerca de 244 mil toneladas. Nesse mesmo período, a menor produção foi no ano de 2016, com cerca de 77,5 mil toneladas (CONAB, 2016). Isso é reflexo da falta de organização da cadeia produtiva da castanha nos principais estados produtores, da ocorrência de pragas e doenças nas fases de desenvolvimento da cultura, da resistência dos agricultores à adesão de novas tecnologias, do tipo de propagação empregada na formação dos pomares (sexuada), do envelhecimento dos pomares e da falta de manejo adequado da cultura, principalmente, em termos de adubação. Desse modo, é necessário o apoio dos órgãos de fomento governamentais, investindo em pesquisa na produção de mudas de qualidade e assistência técnica, a fim de aumentar a produtividade dos pomares, que é considerada muito baixa no Brasil (OLIVEIRA, 2002; GUANZIROLI *et al.*, 2009; SOUZA FILHO *et al.*, 2010).

4.3 Produção de mudas de cajueiro-anão

Uma boa seleção dos porta-enxertos é de extrema importância para a produção de mudas de cajueiro-anão, facilitando o melhor aproveitamento dos propágulos e permitindo a compatibilidade de diâmetro em ambas as partes. Devido ocorrer diferença de compatibilidade de enxertia entre os porta-enxertos e os genótipos-copa de cajueiro-anão, é muito importante os produtores de mudas selecionem combinações que proporcionem altas taxas de pegamento da enxertia, o que leva a maximização da eficiência produtiva do viveiro (CALVACANTE JÚNIOR, 2013; SERRANO *et al.*, 2013a).

Dentre os clones usados como porta-enxerto, o ‘CCP 06’ é o mais empregado no Brasil para a produção de mudas de cajueiro-anão, por apresentar boas características, como elevada taxa de germinação (> 80 %), boa compatibilidade com os clones recomendados para copa e bom vigor. A planta enxertada (clone) possui porte baixo, alcançando altura média de 2,11 m e diâmetro da copa de 4,52 m no sexto ano após o plantio. Florescem aos seis meses após o plantio e em pomares irrigados, já no

segundo ano inicia a produção, tendo-se registro em plantas adultas até 25 kg planta⁻¹ de castanha. O período de frutificação se dá entre os meses de julho a fevereiro e a estabilização na produção do pomar ocorre no sétimo ano. De coloração amarela, o pedúnculo possui peso médio de 85 g e a castanha, aproximadamente 7 g, com uma amêndoa de 1,6 g (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

A enxertia é a união de uma parte da planta, designada enxerto, que pode ser tanto o garfo, como a borbulha, em outra planta, denominada porta-enxerto (cavalo), que por meio da regeneração dos tecidos, ambas as partes se unem e geram uma nova planta. No final do processo, o enxerto formará a parte aérea da nova planta, enquanto o porta-enxerto, o sistema radicular. A enxertia das mudas de cajueiro pode ser efetuada tanto no viveiro como em campo; no entanto, este último ambiente não permite obter qualidade nas mudas produzidas. No viveiro, o procedimento é comumente acompanhado em todas as etapas, tendo os cuidados necessários para que ocorra alto percentual de pegamento dos enxertos, bem como ótimo desenvolvimento das mudas. Por ser um ambiente controlado e por ter sempre mão de obra presente para o controle fitossanitário quando necessário, há ganhos na qualidade das mudas produzidas. Terminado todo o processo de produção das mudas, é interessante que se faça a seleção criteriosa das mesmas, antes do plantio no campo (CALVACANTE JÚNIOR, 2013).

Na produção de mudas de cajueiro-anão são usados vários métodos de propagação assexuada. No entanto, por proporcionarem maior viabilidade técnica e econômica, apenas dois métodos são empregados, que é a enxertia por borbulhia em placa e a enxertia por garfagem lateral. O método da borbulhia consiste na junção de uma gema retirada da planta matriz, inserindo-se no porta-enxerto (cavalo). Esse método pode ser realizado tanto a sombra como a pleno sol, não havendo a necessidade de dispor os porta-enxertos em ambientes sombreados. A enxertia por garfagem lateral, consiste da abertura de uma fenda lateral no porta-enxerto, a altura de 6,0 cm a 8,0 cm do colo e a introdução do garfo de tamanho variando de 8,0 cm a 10 cm na fenda aberta. Esse tipo de enxertia deve ser realizada em ambiente com menor insolação, com o intuito de evitar a desidratação dos garfos. Esse método exige que os porta-enxertos sejam levados para um telado com 30 % a 50 % de sombreamento, ou logo após a enxertia, as mudas enxertadas devem ser alocadas, em viveiros que forneçam condições de sombreamento exigidas (CALVACANTE JÚNIOR, 2013).

Além disso, para produzir mudas de cajueiro de boa qualidade é necessário ainda que o viveirista disponha de um bom substrato com as seguintes características; capacidade de reter água, disponibilizar umidade e nutrientes para o desenvolvimento da plântula, boa porosidade para facilitar a oxigenação das raízes das plântulas e boa consistência para evitar destorrear no momento do plantio das mudas em campo (CALVACANTE JÚNIOR, 2013). Atualmente, a Embrapa Agroindústria Tropical vem utilizando um substrato para a produção de mudas de cajueiro-anão, composto pela seguinte mistura: casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico, sendo a proporção dos compostos 2:1:1 (v:v:v), respectivamente (SERRANO *et al.*, 2015b).

Serrano *et al.* (2015a) observaram em mudas de cajueiro ‘CCP 76’ cultivadas em diferentes substratos com doses de adubo de liberação controlada Basacote® (formula NPK 16-08-12), as seguintes taxas de plantas aptas à enxertia: 85,8 % para o substrato convencional e HS Citros®; 90,0 % para o substrato HS Florestal®; 87,5 % para o Biomix Flores®; e, 84,1 % para Germina Plant®, sendo a média para os substratos de 86,7 %. Nesse mesmo experimento os autores observaram que todas as características biométricas das mudas no porta-enxerto ‘CCP 06’ foram influenciadas pelo tipo de substrato. O substrato convencional e o comercial HS Florestal® proporcionaram altos valores para todas as características avaliadas. O substrato HS Citros® não se mostrou adequado para a produção de porta-enxertos de cajueiro a pleno sol.

O clone ‘BRS 226’ vem sendo amplamente utilizado como copa na produção de mudas de cajueiro-anão no Brasil. De baixo porte, as plantas possuem altura média de 1,24 m, com diâmetro médio de copa de 2,20 m, no terceiro ano de idade, sendo cultivado em sistema de sequeiro. O peso médio da castanha é de 9,75 g, da amêndoa de 2,7 g, com relação amêndoa/castanha de 27,2 %. Esse clone apresenta o pedúnculo de coloração alaranjada, com peso médio de 102 g. Devido a sua tolerância a seca é indicado em cultivo de sequeiro para a produção comercial de castanha, no Semiárido do Estado do Piauí e em outras regiões com semelhanças edafoclimáticas. A principal característica do ‘BRS 226’ é a resistência à resinose, doença comum na fase de produção de mudas, que está amplamente disseminada na referida região (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

Araújo *et al.* (2009), estudando à embebição e a posição da semente na germinação de clones de porta-enxertos de cajueiro-anão observaram que o clone ‘CCP 76’ apresentou elevada taxa de germinação (100%), comparado ao clone ‘CCP 06’. A menor taxa média entre os clones foi observada no ‘CCP 06’, sem imersão em água e posição dorsal, com 83% de germinação. Sendo assim, pode-se inferir que as condições de pré-embebição em água favoreceram a germinação e a expressão do vigor das sementes de cajueiro. Os autores informam que, além de ocorrerem diferenças entre os clones, devido às características genéticas e fisiológicas, o procedimento de produção de mudas de cajueiro na fase inicial da sementeira é claramente favorecido pelo tratamento de pré-embebição das sementes em água, acompanhado da semeadura na posição peduncular. Os tempos de estabilização da emergência das sementes de 16 e 20 dias para os clones ‘CCP 76’ e ‘CCP 06’, respectivamente, podem ser tomados como limites para selecionar plântulas vigorosas para a formação de mudas, considerando esses porta-enxertos.

Os vários genótipos de cajueiro exibem diferenças com relação ao tamanho e a massa das sementes (castanhas) e às percentagens de germinações, de plântulas normais e de plantas com características ideais para a enxertia. Clones como o ‘CCP 06’ e o ‘CCP 76’, que possuem tamanho e densidade menores de sementes, apresentaram maiores percentuais de germinações e de plantas normais, o que contribuiu para o maior número de plantas aptas à enxertia. O contrário ocorreu com as sementes do clone ‘BRS 274’ que apresentam maior tamanho e massa, e menores percentagens de germinação, de plantas normais e plantas aptas à enxertia (SERRANO *et al.*, 2013a).

A ótima produtividade e a qualidade dos produtos colhidos do cajueiro, como a castanha e o pedúnculo, estão inteiramente ligados aos fatores de produção, bem como a qualidade da muda usada no plantio. Além disso, a segurança sobre a qualidade da muda é uma variável tão importante quanto as demais variáveis consideradas na tomada de decisão que antecede o plantio. Nessa etapa, devem ser levadas em consideração a origem da muda, a sua potencialidade genética, o seu vigor, a sanidade e a tecnologia utilizadas em sua produção. O viveirista pode fazer suas próprias mudas, desde que cumpra todas as determinações impostas pelo Decreto n° 5.153, de 23 de julho de 2004, que regulamenta o processo de produção de mudas no País (BRASIL, 2004; CALVACANTE JÚNIOR, 2013).

4.4 Adubação de mudas na fase de viveiro

As adubações se constituem num fator de extrema importância para o desenvolvimento das mudas, como também aceleram seu crescimento, diminuindo os custos de produção, devido ao menor período de permanência das mudas no viveiro. A eficiência das adubações, especialmente em cobertura, depende fundamentalmente das doses e das fontes dos adubos e das características físicas e químicas do substrato. Uma ótima opção para aumentar a eficiência das adubações seria o aumento do parcelamento, especialmente com relação ao nitrogênio. No entanto, essa prática eleva os custos de produção por causa da maior exigência de mão de obra. Outra opção seria o uso de adubos de liberação lenta ou controlada, que proporcionam a liberação dos nutrientes ao longo do tempo para as plantas, evitando perdas por lixiviação, além liberar os elementos essenciais à medida que as plantas necessitam, facilitando a produção de mudas com qualidade, o que contribui para sua melhor comercialização (MENDONÇA *et al.*, 2004; MENDONÇA *et al.*, 2007; MARANA *et al.*, 2008).

É importante salientar que existem diferenças entre adubos de liberação lenta e de liberação controlada quanto as tecnologias utilizadas na produção. Os adubos de liberação lenta não possuem revestimento e a liberação do nutriente varia em função da proporção de polímeros de carbono usados na sua produção. A degradação desses polímeros é influenciada por fatores como temperatura, umidade, pH, MOS, textura e atividade microbológica do solo. Já os adubos de liberação controladas, possuem revestimento, sendo a taxa de liberação do nutriente influenciada pelo tipo e espessura do revestimento, temperatura, umidade do solo e pela quantidade de chuvas que ocorre no local de aplicação (GUELFY, 2017).

A adubação foliar é um método que fornece os nutrientes via pulverizações da copa das plantas, corrigindo ou suplementando suas exigências. Essa técnica de aplicação pode ser uma alternativa que proporciona melhorias na produção de mudas na fase de viveiro (IOSSAQUI; SOUZA, 2015). Devido as elevadas taxas de crescimento das mudas na fase de viveiro em curto espaço de tempo, torna-se necessária a suplementação nutricional das plantas via adubação. Dentre as alternativas no manejo da adubação para suprir as exigências nutricionais das mudas, estão o fornecimento dos nutrientes ao substrato via água de irrigação e a adubação foliar. A escolha do manejo mais adequado, de formulações e das frequências das aplicações têm sido tomadas

baseadas na experiência individual dos produtores de mudas, devido à falta de informação adequada para o sistema de produção de mudas (ZANETTI *et al.*, 2004).

A prática da adubação foliar possui vantagem em relação a adubação via solo, devido aos adubos serem aplicados diretamente nas folhas, favorecendo a maior absorção de macro e micronutrientes pelas plantas. Sendo assim, menores doses de adubos são aplicadas e as respostas das plantas são imediatas, facilitando as correções de possíveis deficiências nutricionais, assim que os sintomas apareçam. A adubação foliar tem grande aplicabilidade na correção de deficiência de ferro em solos com reação neutra ou alcalina, devido ao problema de precipitação desse micronutriente com os carbonatos. Essa prática é a forma mais eficiente da adubação do micronutriente em plantas, comparada à aplicação via solo, devido a este disponibilizar somente uma pequena parte dos nutrientes aplicados para o sistema radicular. Na maioria das culturas, a correção da clorose causada pela deficiência de micronutrientes é corrigida pela adubação foliar, favorecendo a regeneração dos cloroplastos e elevando a taxa fotossintética das plantas (SASHIKA; OLIVEIRA; MOREIRA, 2011).

Serrano *et al.* (2015a), avaliando cinco doses de adubo de liberação controlada Basacote® (NPK 13-06-16) no substrato convencional, na produção de porta-enxertos dos clones ‘Embrapa 51’ e ‘BRS 275’, observaram que a aplicação do adubo de liberação controlada não promove o crescimento das plantas dos porta-enxertos, mas, proporcionou aumento na matéria seca total das mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ até a dose 3,70 kg m⁻³. Já o porta-enxerto ‘BRS 275’ é recomendado para a produção de mudas do clone-copa ‘BRS 226’, por ter maior acúmulo de matéria seca. Falade (1978), em experimento realizado na Nigéria com mudas de cajueiro cultivadas em areia, não observou diferenças significativas nas taxas de crescimento das plantas, em níveis deficientes e suficientes de Mg, K, N e S no período de 70 dias. Segundo o autor, isso ocorre devido às castanhas semeadas possuírem quantidades adequadas desses elementos, os quais servem de reserva para as plantas crescerem durante o período de 40 a 50 dias após a germinação. Por outro lado, as reservas de Ca e de P foram insuficientes.

As plantas do porta-enxerto ‘CCP 06’ apresentaram superioridades, quando foi aplicada a dose de 2,0 kg m⁻³ do adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16) no substrato comercial para as variáveis altura de plantas, número de folhas e diâmetro do

caule, comparada às plantas não adubadas. Os porta-enxertos produzidos em citrovasos na ausência de adubos apresentaram superioridade para o número de folhas e diâmetro do caule, em relação aos resultados relatados na literatura com tubetes. Isso demonstra que o uso de recipientes maiores na produção de porta-enxerto promove desenvolvimento mais rápido das plantas, diminuindo o tempo para a realização da enxertia (SERRANO *et al.*, 2017).

Na produção de mudas de mamoeiro, empregando adubo de liberação controlada, há diferença entre os genótipos quanto as melhores doses, assim o produtor não deve utilizar dose fixas para tal prática. Para alcançar maiores médias de crescimento, as mudas do mamoeiro tipo formosa (grande) ‘Calimosa’ necessitam de menores doses de adubos ($7,7 \text{ kg m}^{-3}$), comparadas às mudas do mamoeiro tipo solo (pequena) ‘Golden’, que carecem de doses mais elevadas ($11,2 \text{ kg m}^{-3}$) (SERRANO; CATTANEO; FERREGUETTI, 2010). As mudas desses dois genótipos exibiram valores mais elevados para a variável comprimento de raízes, ambas com 14,6 e 14,3 cm, já as mudas do ‘INCAPER 09’ apresentaram o menor valor para essa variável. Os autores observaram, ainda, que com o aumento das doses houve decréscimo nos teores de P, Fe e Cu, além de menor massa seca da parte aérea dos mamoeiros ‘Golden’, ‘Calimosa’, ‘INCAPER 09’ e ‘INCAPER 39’. Ocorreu, também, redução nos teores de Ca nas plantas de ‘Golden’, ‘Calimosa’ e ‘INCAPER 39’, em função do aumento das doses do adubo.

O crescimento de mudas de maracujazeiro no período de 40 dias após a semeadura teve pouca resposta às diferentes doses do adubo Osmocote®; somente a partir dos 50 dias ocorreu elevado crescimento das mudas, especialmente nas doses de 9 kg m^{-3} e 12 kg m^{-3} , chegando ao período de 80 dias após a semeadura com a altura de 48,50 cm e 52,08 cm respectivamente. Esses valores são muito maiores que o observado nesse mesmo período sem a aplicação do adubo, no qual a altura das plantas se manteve em 12,42 cm. O maior comprimento de raízes (20 cm) foi alcançado na dose de 12 kg m^{-3} . Com essa mesma dose do adubo obteve-se oito folhas por planta. As maiores biomassas secas da parte aérea e das raízes foram alcançadas nas doses de 12 kg m^{-3} , apresentando valores de 2,96 g e 0,92 g respectivamente (MENDONÇA *et al.*, 2004).

O adubo de liberação controlada Osmocote® está sendo utilizado com bons resultados na produção de mudas de frutíferas. Uma das vantagens desse fertilizante

com relação aos adubos solúveis é a liberação gradativa dos nutrientes, o que promove melhor aproveitamento pelas mudas durante a fase de formação. Em estudo com a aplicação de doses de Osmocote® (15-10-10) em mudas de tamarindo, sob diferentes ambientes a dose $5,17 \text{ kg m}^{-3}$ promoveu maior altura (70 cm) e maior número de folhas (21). A melhor resposta da matéria seca da parte aérea (11 g) foi alcançada com dose de $8,89 \text{ kg m}^{-3}$, em ambiente a céu aberto, sendo este valor muito superior ao observado no sem a aplicação do fertilizante (2,21 g). Já para a variável matéria seca das raízes, a melhor resposta (2,91 g) foi alcançada na dose de $4,28 \text{ kg m}^{-3}$ do adubo. Com relação à matéria seca total, o cultivo das mudas de tamarindo a céu aberto e a dose $6,80 \text{ kg m}^{-3}$ promoveram a melhor resposta para essa variável (13,56 g) (MENDONÇA *et al.*, 2008).

Okumura *et al.* (2008), em estudo com fertilizantes minerais e orgânico para a formação de mudas enxertadas de gravioleira observaram que a altura média das plantas com Osmocote® foi superior ao Polyon® e ao formulado com ureia. Após 90 dias da enxertia, foi observado que os adubos de liberação controlada proporcionaram aumento significativo no número de folhas das mudas enxertadas, porém, não houve diferença significativa nessa variável entre os fertilizantes Osmocote® e Polyon®, bem como deste último com o formulado com ureia. No entanto, o Osmocote® proporcionou maior número de folhas, comparado ao formulado. Os autores concluíram que a mistura do Osmocote® com os componentes orgânicos (húmus de minhoca, Vitasolo® e Orgafil®) proporcionaram máximo desenvolvimento das mudas enxertadas de gravioleira.

Mudas de cacau apresentaram resposta semelhante à aplicação de doses de N na forma de ureia via adubação no substrato e adubação foliar para as variáveis biométricas avaliadas. Independente da forma de adubação, as mudas tiveram comportamento quadrático para as variáveis altura da planta e diâmetro do caule, mostrando taxas de resposta inicial maiores, com relação à massa seca da parte aérea (MSPA) que apresentou resposta inicial menor. Com relação à adubação foliar, as doses semanais para a obtenção dos máximos valores das variáveis produção de matéria seca da parte aérea, altura da planta, diâmetro do caule e área foliar variaram de $10,9 \text{ g L}^{-1}$ a $13,5 \text{ g L}^{-1}$, correspondendo a 24 g L^{-1} e 30 g L^{-1} de ureia, respectivamente. Já para a adubação no substrato, as doses semanais para a obtenção da produção máxima apresentaram variação de acordo com a variável biométrica avaliada, sendo essa

variação de 63 mg dm^{-3} a 80 mg dm^{-3} de N. A adubação com ureia, independentemente do método de aplicação, proporcionou aumento no teor de N nas folhas, decréscimos nos teores de K e Zn e proporcionou resposta quadrática para o P. Os autores explicam que o efeito de diluição foi responsável pela diminuição nos teores de K e Zn nas folhas das mudas de cacau. A adubação foliar com ureia não alterou os teores de Ca, Mg, S, e Cu nas folhas, mas, diminuiu o teor de B e aumentou o de Zn e Mn. A adubação via substrato, proporcionou variação do incremento no conteúdo de nutrientes na seguinte ordem: $N > Mn > P > Fe \cong S \cong B \cong Mg \cong Ca > K > Zn > Cu$. Essa sequência foi semelhante à observada para a adubação foliar: $N > Fe \cong P \cong Mn \cong S \cong Mg \cong Ca \cong B > K > Zn > Cu$ (SOUZA Jr.; CARMELO, 2008)

Vasquez e Neptune (1977), em estudo avaliando métodos de aplicação de N em mudas de cafeeiro, empregando três fontes de nitrogênio, observaram que as fontes de N aplicadas via solo mostraram-se superiores à adubação foliar. Os autores comentaram que a aplicação via foliar proporcionou menor matéria seca das mesmas. Comparando os métodos de aplicação, foi observado em todas as partes das plantas que a aplicação via foliar apresentou resposta inferior aos demais; no entanto, para as variáveis folha e raízes, a aplicação via solo e metade solo + metade foliar promoveu diferença significativa. Quando se comparou os métodos de aplicação dentro das fontes de nitrogênio, a aplicação ao solo e a aplicação metade solo + metade foliar, na variável folha, indicou que esses métodos de aplicação mostraram-se superiores a aplicação somente via foliar. Esses autores observaram translocação imediata do nitrogênio para as raízes das plantas, quando o N foi aplicado via foliar.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental

Os experimentos foram realizados no viveiro de mudas do Campo Experimental de Pacajus, pertencente a Embrapa Agroindústria Tropical, localizado no município de Pacajus (4°11'12" S e 38°30' 01" W e 79 m de altitude média) no Ceará. O clima predominante na região é quente e subúmido, com médias de precipitação e temperaturas anuais de 918 mm e 26,5 °C, respectivamente (SERRANO *et al.*, 2017). Foram conduzidos três experimentos: o primeiro para a produção do porta-enxerto 'CCP 06' e o segundo e o terceiro para a produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão 'BRS 226'.

5.2 Experimento 1: Adubos de liberação controlada e foliar na produção do porta-enxerto 'CCP 06'

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (testemunha, adubo de liberação controlada e adubo foliar) e 24 repetições. Cada unidade experimental era composta por uma planta.

Castanhas-sementes do clone de cajueiro-anão 'CCP 06' foram semeadas em tubetes com capacidade para 288 mL previamente preenchidos com substrato empregado pela Embrapa Agroindústria Tropical para a produção de mudas de cajueiro (vermiculita, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico, na proporção volumétrica de 2:1:1, respectivamente).

O adubo de liberação controlada, na dose de 3,70 kg m⁻³, conforme recomendação de Serrano *et al.* (2015a), foi misturado ao substrato antes do preenchimento dos tubetes. Utilizou-se o Basacote[®] com fórmula NPK 13-06-16 (taxa de liberação dos nutrientes de três a quatro meses) e que apresenta a seguinte composição química: 13 % de N; 6 % de P₂O₅; 16 % de K₂O; 2,0 % de Mg; 10 % de S; 0,02 % de B; 0,15 % de Cu; 0,26 % de Fe; 0,05 % de Mn e 0,015 % de Mo (COMPO GMBH e CO. KG, 2017).

Os tubetes foram alocados em bandejas (0,6 m × 0,4 m) com capacidade para 54 tubetes, arranjados em suporte suspenso do solo a pleno sol (Figura 1). Durante

essa fase, as mudas foram regadas diariamente com auxílio de uma mangueira.

Figura 1- Disposição das bandejas com os tubetes, a pleno sol durante a fase de produção de porta-enxerto ‘CCP 06’



A adubação foliar foi aplicada 30 dias após a semeadura das castanhas, com auxílio de pulverizador costal com capacidade de 5 L. Utilizou-se o produto comercial Greenleaf[®], na dose recomendada para frutíferas em geral de 2,5 g L⁻¹ e que apresenta as seguintes garantias do fabricante: 20% de N; 20% de P₂O₅; 20% de K₂O; 0,1% de B; 0,05% de Cu; 0,2% de Fe; 0,1% de Zn e 1,32% de EDTA. A aplicação foi feita da seguinte forma: as folhas foram pulverizadas, tanto a parte adaxial quanto abaxial, interrompendo o procedimento com o início do escoamento da solução contendo o adubo foliar (figura 2). A quantidade média aplicada por bandeja foi de 350 mL. Para evitar a lavagem das folhas tomou-se o cuidado de não realizar a irrigação por aspersão e de manter as plantas protegidas das chuvas nas 48 horas subsequentes à aplicação do adubo foliar.

Figura 2- Aplicação do adubo foliar nas plantas do porta-enxerto ‘CCP 06’, aos 30 dias após a semeadura



As plantas foram colhidas aos 61 dias após a semeadura, sendo feitas as seguintes avaliações: altura, diâmetro do caule e número de folhas. A altura foi determinada com o auxílio de trena, da superfície do substrato até o ápice da gema apical da planta, enquanto que o diâmetro do caule foi medido com paquímetro digital, a 5 cm do substrato (ponto de enxertia).

Posteriormente, as plantas foram separadas em parte aérea e raízes, lavadas com detergente neutro, água, ácido clorídrico a 3 % (v.v) e água deionizada por duas vezes, colocadas em saco de papel devidamente identificado e levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante. Após a secagem, foram determinadas, em balança de precisão, as massas das matérias secas de folha, caule, raízes e total, sendo essa última variável determinada pela soma de cada componente da planta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio de teste de Tukey a 5 % de probabilidade, com o auxílio do *software* estatístico SISVAR[®] versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

5.3 Experimento 2: Adubos de liberação controlada e foliar na produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e 24 repetições. Cada unidade experimental era composta por uma planta. Foram avaliados os seguintes tratamentos:

T₀ – Testemunha;

T₁ – Adubo de liberação controlada no substrato (semeadura);

T₂ – Adubo foliar 30 dias após a semeadura;

T₃ – Adubo de liberação controlada em cobertura, imediatamente após a enxertia das mudas;

T₄ – Adubo foliar 45 dias após a enxertia das mudas;

T₅ – Adubo de liberação controlada no substrato (semeadura) + adubo foliar 45 dias após a enxertia das mudas;

T₆ – Adubo foliar 30 dias após a semeadura e 45 dias após a enxertia das mudas.

Castanhas-sementes do clone de cajueiro-anão ‘CCP 06’ foram semeadas em tubetes com capacidade para 288 mL previamente preenchidos com substrato empregado pela Embrapa Agroindústria Tropical para a produção de mudas de cajueiro (vermiculita, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico, na proporção volumétrica de 2:1:1, respectivamente).

O adubo de liberação controlada, na dose de 3,70 kg m⁻³, conforme recomendação de Serrano *et al.* (2015a), foi misturado ao substrato antes do preenchimento dos tubetes (T₁) e levemente incorporado na superfície do substrato após a enxertia (T₅, Figura 3). Utilizou-se o Basacote[®] na fórmula NPK 13-06-16 (taxa de liberação dos nutrientes de três a quatro meses) e que apresenta a seguinte composição química: 13 % de N; 6 % de P₂O₅; 16 % de K₂O; 1,4 % de Mg; 10 % de S; 0,02 % de B; 0,05 % de Cu; 0,26 % de Fe; 0,06 % de Mn e 0,015 % de Mo (COMPO GMBH e CO. KG, 2017).

Os tubetes foram alocados em bandejas (0,6 m × 0,4 m) com capacidade para 54 tubetes, arranjados em suporte suspenso do solo a pleno sol.

As adubações foliares foram feitas 30 dias após a semeadura das castanhas (T₂ e T₆) e 45 dias após a enxertia (T₄; T₅ e T₆), com o auxílio de pulverizador costal com capacidade de 5 L. Em cada aplicação utilizou-se o produto comercial Greenleaf[®], na dose recomendada para frutíferas em geral de 2,5 g L⁻¹ e que apresenta as seguintes garantias do fabricante: 20 % de N; 20 % de P₂O₅; 20 % de K₂O; 0,1 % de B; 0,05 % de Cu; 0,2 % de Fe; 0,1 % de Zn e 1,32 % de EDTA. A aplicação foi feita da seguinte forma: as folhas foram pulverizadas, tanto a parte adaxial quanto abaxial, interrompendo o procedimento com o início do escoamento da solução contendo o adubo foliar. Nos tratamentos T₂ e T₆ foram aplicados 350 mL de solução por bandeja e 240 mL nos T₄; T₅ e T₆. Para evitar a lavagem das folhas tomou-se o cuidado de não realizar a irrigação por aspersão e de manter as plantas protegidas das chuvas nas 48 horas subsequentes à aplicação do adubo foliar.

Figura 3- Aplicação do adubo de liberação controlada nas mudas de cajueiro-anão, após a enxertia



As plantas do porta-enxerto foram enxertadas aos 61 dias após a semeadura e técnica utilizada foi a da garfagem lateral, com garfos do clone 'BRS 226'. As mudas enxertadas foram mantidas sob viveiro telado pelo período de 45 dias (Figura 4) e, após esse período, foram transferidas para canteiros a pleno sol para aclimação. Durante todo o experimento as mudas foram regadas diariamente.

As plantas foram colhidas 190 dias após a semeadura, equivalente a 130 dias após à enxertia, e foram feitas as seguintes avaliações: altura, diâmetro do caule e número de folhas. A altura foi determinada com auxílio de trena, do colo ao ápice da planta, enquanto que o diâmetro do caule foi medido com paquímetro digital, a 5 cm do colo (ponto de enxertia).

Posteriormente, foram separadas a parte aérea e raízes, lavadas com detergente neutro, água, ácido clorídrico a 3 % (v.v) e água deionizada por duas vezes, colocadas em saco de papel devidamente identificado e levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante. Após a secagem, foram determinadas, em balança de precisão, as massas das matérias secas de folha, caule, raízes e total.

Figura 4- Disposição das mudas de cajueiro em viveiro telado após a enxertia



Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade, com o auxílio do *software* estatístico SISVAR[®] versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

5.4 Experimento 3: Adubo foliar na produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e 24 repetições. Cada unidade experimental era composta por uma planta. Foram avaliados os seguintes tratamentos:

T₀ – Testemunha;

T₁ – Adubo foliar 45 dias após a enxertia (50 % da dose recomendada) + 60 dias após a enxertia (50 % da dose recomendada);

T₂ – Adubo foliar 60 dias após a enxertia (dose recomendada);

T₃ – Adubo foliar 45 dias após a enxertia (dose recomendada) + 60 dias após a enxertia (dose recomendada);

T₄ – Adubo foliar 80 dias após a enxertia (dose recomendada).

Castanhas-sementes do clone de cajueiro-anão ‘CCP 06’ foram semeadas em tubetes com capacidade para 288 mL, previamente preenchidos com substrato empregado pela Embrapa Agroindústria Tropical para a produção de mudas de cajueiro (vermiculita, bagana de carnaúba seca e triturada e solo hidromórfico, na proporção volumétrica de 2:1:1, respectivamente).

Os tubetes foram alocados em bandejas (0,6 m × 0,4 m) com capacidade para 54 tubetes, arranjados em suporte suspenso do solo a pleno sol.

As mudas foram enxertadas 61 dias após a semeadura e a técnica utilizada foi a da garfagem lateral, com garfos do clone ‘BRS 226’. As mudas enxertadas foram mantidas sob viveiro telado pelo período de 45 dias (Figura 4) e, após esse período, foram transferidas para canteiros a pleno sol para aclimação. Durante todo o experimento as mudas foram irrigadas diariamente.

As adubações foliares foram feitas 45; 60 e 80 dias após a enxertia, com o auxílio de pulverizador costal com capacidade de 5 L. Utilizou-se o produto comercial Greenleaf[®], na dose recomendada para frutíferas em geral de 2,5 g L⁻¹ e que apresenta

as seguintes garantias do fabricante: 20 % de N; 20 % de P_2O_5 ; 20 % de K_2O ; 0,1 % de B; 0,05 % de Cu; 0,2 % de Fe; 0,1 % de Zn e 1,32 % de EDTA. A aplicação foi feita da seguinte forma: as folhas foram pulverizadas, tanto a parte adaxial quanto abaxial, interrompendo o procedimento com o início do escoamento da solução contendo o adubo foliar. Na aplicação feita 45 dias após a enxertia foram aplicados 250 mL de solução por bandeja e 390 mL nas feitas aos 60 e 80 dias após a enxertia, sendo que ambas as aplicações da solução continham à dose recomendada pelo fabricante ($2,5 \text{ g L}^{-1}$), com exceção do tratamento T1 que continha a metade da dose recomendada ($1,25 \text{ g L}^{-1}$). Para evitar a lavagem das folhas tomou-se o cuidado de não realizar a irrigação por aspersão e de manter as plantas protegidas das chuvas nas 48 horas subsequentes à aplicação do adubo foliar.

As plantas foram colhidas 190 dias após a semeadura, equivalente a 130 dias após à enxertia, sendo feitas as seguintes avaliações: altura, diâmetro do caule e número de folhas. A altura foi determinada com o auxílio de trena, do colo ao ápice da planta, enquanto que o diâmetro do caule foi medido com paquímetro digital, a 5 cm do colo (ponto de enxertia).

Posteriormente, foram separadas as partes aéreas e raízes, das plantas, sendo lavadas com detergente neutro, água, ácido clorídrico a 3 % (v.v) e água deionizada por duas vezes, colocadas em saco de papel devidamente identificado e levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante. Após a secagem, foram determinadas, em balança de precisão, as massas das matérias secas de folha, caule, raízes e total.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio de teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade, com o auxílio do *software* estatístico SISVAR[®] versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Produção do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’ com adubos de liberação controlada e foliar

Independentemente do tratamento utilizado, todos os porta-enxertos obtidos apresentaram-se superiores as características mínimas exigidas para a enxertia (Tabela 1): altura entre 16 cm e 25 cm, diâmetro do caule na região da enxertia entre 4 mm e 5 mm e número mínimo de oito folhas maduras (CAVALCANTE JÚNIOR, 2013).

Tabela 1. Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’, aos 61 dias após a semeadura das castanhas, em função da aplicação de adubo de liberação controlada e foliar ⁽¹⁾

Tratamentos	AP	DC	NF
 cm mm	
Testemunha	32,51 a	5,84 a	11,44 a
ALC S	31,13 a	5,48 b	11,63 a
AF 30 DAS	31,20 a	5,61 ab	11,83 a
Média geral	31,62	5,64	11,63
CV (%)	15,16	8,03	11,68

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. ALC S: Adubo de liberação controlada na semeadura. AF 30 DAS: Adubo foliar 30 dias após a semeadura.

A aplicação dos adubos de liberação controlada e foliar não resultou em aumento na altura do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’ em relação à testemunha (Tabela 1). Serrano *et al.* (2013b) também constataram que a aplicação de doses de adubo de liberação controlada (NPK 14-14-14) até 14 kg m⁻³ em substratos convencional (à base de solo hidromórfico, bagana de carnaúba e casca de arroz carbonizada) e HS Citros®, não influenciou a altura de porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’. Ainda segundo esses autores, a utilização de adubo de liberação controlada em outros substratos comerciais como HS Florestal®, Biomix Flores® e Germina Plant® resultou em menor desenvolvimento na altura das plantas. Considerando a altura de 31,13 cm com a aplicação de 3,70 kg m⁻³ da fórmula 13-06-16 e a de 34,95 cm obtida por Serrano *et al.* (2013b) com 3,50 kg m⁻³ (14-14-14), o menor valor obtido na pesquisa, pode ser justificado pela menor concentração de P presente no adubo, pois, na outra formulação a concentração desse nutriente era o dobro, o que pode ter

contribuindo para maior crescimento das plantas.

O diâmetro do caule é um dos principais parâmetros utilizados em estudos de avaliação de porta-enxertos, 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). Houve diferença significativa ($p < 0,01$) para as médias do diâmetro do caule entre a testemunha (5,84 mm) e o adubo de liberação controlada (5,48 mm). Resultados semelhantes foram observados por Serrano *et al.* (2013b) que constataram menor diâmetro do caule do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’ com o aumento das doses do adubo de liberação controlada (NPK 14-14-14), tendo obtido os valores de 4,69 mm e 4,37 mm para a testemunha e a dose 3,5 kg m⁻³, respectivamente.

Assim como para a altura de plantas, a aplicação dos adubos de liberação controlada e foliar não influenciou no número de folhas do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’, apresentando em média, 11,63 folhas por planta. Contrariamente, Serrano *et al.* (2015b) verificaram resposta do genótipo ‘Embrapa 51’ às doses de adubo de liberação controlada (13-06-16), obtendo em média 14,26 folhas por planta. Esses resultados demonstram haver diferença de resposta à adubação entre genótipos (clones ou variedades) dentro da mesma espécie de cajueiro.

A massa da matéria seca de folhas não foi influenciada pelos tratamentos avaliados (Tabela 2). De modo geral, a produção média de massa de matéria seca de folhas foi de 2,31 g por planta. Por outro lado, Serrano *et al.* (2015a) constataram que doses de adubo de liberação controlada Basacote® (16-08-12) promoveram acréscimos na massa da matéria seca de folhas nos porta-enxertos ‘CCP 06’. Em mudas de cafeeiro, Marana *et al.* (2008) também verificaram aumento na produção de matéria seca de folhas com a aplicação do adubo de liberação controlada Osmocote® fórmula (NPK 15-09-12) na dose de 15,28 kg m⁻³ no substrato comercial Plantmax®.

Tabela 2. Produção de massa da matéria seca de folhas (MMSF), caule (MMSC), parte aérea (MMSPA), raízes (MMSR) e total (MMST) do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’, aos 61 dias após a semeadura das castanhas, em função da aplicação de adubo de liberação controlada e foliar ⁽¹⁾

Tratamentos	MMSF	MMSC	MMSPA	MMSR	MMST
..... g por planta					
Testemunha	2,27 a	2,07 a	4,34 a	1,39 a	5,73 a
ALC S	2,48 a	1,61 b	4,09 a	1,08 b	5,18 a
AF 30 DAS	2,20 a	1,71 b	3,91 a	1,25 ab	5,17 a
Média geral	2,31	1,80	4,11	1,24	5,36
CV (%)	19,81	21,56	19,39	21,44	17,30

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. ALC S: Adubo de liberação controlada na semeadura. AF 30 DAS: Adubo foliar 30 dias após a semeadura.

A aplicação dos adubos de liberação controlada e foliar influenciou negativamente o desenvolvimento do porta-enxerto do ‘CCP 06’, com diminuição em relação à testemunha de 22 % e 17 % na massa da matéria seca do caule, respectivamente. Comportamento semelhante foi observado por Serrano *et al.* (2013b) em estudo com doses de adubo de liberação controlada (14-14-14), em substratos para produção do porta-enxertos ‘CCP 06’. Os autores constataram com o uso do substrato convencional médias de 1,02 g na testemunha e 0,68 g na dose de 3,50 kg m⁻³, sendo essa dose próxima da empregada na presente pesquisa. Em outro estudo, Serrano *et al.* (2015a) novamente constataram efeitos negativos de doses do adubo de liberação controlada Basacote® (16-08-12) na matéria seca do caule de porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’.

As adubações, tanto a de liberação controlada quanto a foliar, não promoveram aumentos na massa da matéria seca da parte aérea do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’. Por outro lado, Ximenes (1995) observou que a aplicação de 6,25; 10,0; 4,0; 4,95; 2,81 e 0,25 g L⁻¹ de ureia, superfosfato simples, cloreto de potássio, calcário, gesso e fritas, respectivamente, em quatro solos, promoveu diminuição na produção de massa seca da parte aérea em mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em relação ao tratamento não adubado. As pesquisas com adubo de liberação controlada na fase de porta-enxerto vêm mostrando não haver resposta para o crescimento das plantas, quando comparadas à testemunha, indicando que nessa fase não há necessidade de aplicação do fertilizante (SERRANO *et al.*, 2013b; SERRANO *et al.*, 2015a).

Já para a produção de massa da matéria seca das raízes, a aplicação dos adubos de liberação controlada e foliar promoveu diminuição em relação ao tratamento testemunha de 22 % e 10 %, respectivamente. E esse efeito negativo causado pelo adubo de liberação controlada pode ser explicado pela alteração ocorrida no substrato, como aumento da condutividade elétrica, o que dificultou a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Carneiro *et al.* (2004) avaliando cinco clones de cajueiro-anão na produção de porta-enxertos, em quatro níveis de salinidade, observaram decréscimo na massa da matéria seca de raiz com o aumento da salinidade da água de irrigação. Ximenes (1995) também verificou efeito negativo de doses de adubos minerais na massa seca das raízes de cajueiro ‘CCP 76’.

Os tratamentos avaliados não influenciaram a produção total de massa de matéria seca do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’, tendo obtido valor médio de 5,36 g por planta. Serrano *et al.* (2013b) constataram decréscimo na massa da matéria seca total de porta-enxertos ‘CCP 06’ com o aumento das doses de adubo de liberação controlada (14-14-14) em substratos comerciais.

Diante do exposto, verifica-se que o adubo de liberação controlada não promoveu aumento no desenvolvimento do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’ em relação ao tratamento testemunha, mas, as mudas atingiram padrões ideais exigidos para a enxertia. As pesquisas com adubação em cajueiro-anão vêm mostrando que as respostas só são observadas após a enxertia. Assim, duas hipóteses citadas por SERRANO *et al.* (2013b) para explicar a ausência de resposta do porta-enxerto de cajueiro à aplicação do adubo de liberação controlada, podem corroborar com os presentes resultados: a primeira é que os substratos utilizados na produção do porta-enxerto apresentam teores de nutrientes adequados para o crescimento das plantas nessa fase; e, a segunda é que os nutrientes presentes nos cotilédones (tecidos de reserva) das castanhas são suficientes para o desenvolvimento inicial das plantas de cajueiro. Ximenes (1995) verificou que a exigência de nutrientes no estágio inicial das mudas de cajueiro é atendida pelos cotilédones e sistema radicular e, a partir dos 45 dias, período em que as reservas dos cotilédones se exaurem, os nutrientes são fornecidos unicamente via absorção pelas raízes.

Além disso, alterações químicas no substrato ou desbalanços nutricionais provocadas pela aplicação do adubo poderiam explicar a diminuição no

desenvolvimento das plantas. O aumento da condutividade elétrica do substrato com a adubação foi relatado por alguns autores (XIMENES, 1995; LIMA *et al.*, 2001). A presença de sais solúveis no ambiente em que as plantas estão sendo cultivadas promovem abaixamento do potencial osmótico, o que torna difícil a absorção de água pelas raízes. As plantas gastam mais energia para acumular solutos orgânicos e inorgânicos a fim de baixar o potencial osmótico dentro de suas células e, com isso podem comprometer seu desenvolvimento (BRADY; WEIL, 2013). De acordo com esses autores, as plantas são mais prejudicadas pela salinidade nos estágios iniciais do seu crescimento. Decarlos Neto *et al.* (2002) atribuíram o efeito depressivo das doses $3,2 \text{ kg m}^{-3}$ e $4,8 \text{ kg m}^{-3}$ de N no crescimento de porta-enxertos de citros a diminuição do pH do substrato, por meio da liberação de H^+ produzido durante o processo de nitrificação da ureia utilizada na adubação. Mendonça *et al.* (2010) recomendaram a aplicação parcelada de até $2,0 \text{ kg m}^{-3}$ de N na forma de ureia no substrato de produção de porta-enxerto de cajueiro-gigante, uma vez que doses superiores promoveram diminuição no desenvolvimento das plantas, possivelmente devido ao desequilíbrio nutricional causado pelo excesso de N.

A falta de resposta das mudas de cajueiro à adubação foliar também pode ser justificada pela composição química do substrato e pela reserva de nutrientes nos cotilédones, pois, como citado anteriormente, na fase de porta-enxerto as plantas de cajueiro-anão são supridas pelos nutrientes presentes no substrato e no tecido de reserva (cotilédones). Por outro lado, à adubação foliar pode ter promovido desbalanço nutricional nas plantas. Alvarenga (1999) comenta que a absorção de cálcio pelas plantas pode ser inibida pelo o excesso de nitrogênio, que interfere na absorção desse nutriente, mesmo presente em altas concentrações no solo. De acordo com Alvarenga (1999), a aplicação de cálcio via foliar em alface, cultivada em solos cujas a concentração estava elevada, prejudicou o crescimento e o acúmulo de matéria fresca das plantas, devido ao desbalanço nutricional causado pelo excesso do nutriente.

6.2 Produção de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’ com adubos de liberação controlada e foliar

Todas as variáveis de desenvolvimento das mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ foram influenciadas pela aplicação dos adubos de liberação controlada e foliar (Tabela 3). Na Figura 5 observam-se as mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, 190

dias após a semeadura. Observou-se que a aplicação de adubo foliar 30 dias após a semeadura (AF 30 DAS) e 45 dias após a enxertia (AF 45 DAE) promoveu as menores médias de altura para as mudas de cajueiro ‘BRS 226’, 18,90 cm e 19,30 cm, respectivamente. As plantas que receberam adubo de liberação controlada, seja isoladamente na semeadura (ALC S) ou associada à adubação foliar (ALC S + AF 45 DAE) ou após a enxertia (ALC AE) não diferiram da altura de mudas enxertadas não adubadas. Por outro lado, Serrano *et al.* (2015b) observaram que doses crescentes de até 8,0 kg m⁻³ do adubo de liberação controlada 13-06-16, aplicadas na semeadura, promoveram aumento na altura de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, porém produzidas sobre os porta-enxertos ‘Embrapa 51’ e ‘BRS 275’.

Tabela 3. Características biométricas das mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’, aos 130 dias após a enxertia (190 dias após a semeadura), em função das aplicações de adubo de liberação controlada e foliar ⁽¹⁾

Tratamentos	AP	DC	NF
 cm mm	
Testemunha	19,85 a	6,69 a	5,00 b
ALC S	19,85 a	5,99 b	5,70 a
AF 30 DAS	18,90 b	6,35 b	5,15 b
ALC AE	19,70 a	6,82 a	5,15 b
AF 45 DAE	19,30 b	6,81 a	4,45 b
ALC S + AF 45 DAE	19,90 a	6,17 b	6,10 a
AF 30 DAS + AF 45 DAE	19,95 a	6,90 a	4,90 b
Média geral	19,64	6,54	5,18
CV (%)	5,97	13,25	18,99

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade. ALC S: Adubo de liberação controlada na semeadura; AF 30 DAS: Adubo foliar 30 dias após a semeadura; ALC AE: Adubo de liberação controlada após a enxertia; AF 45 DAE: Adubo foliar 45 dias após a enxertia; ALC S + AF 45 DAE: Adubo de liberação controlada na semeadura + Adubo foliar 45 dias após a enxertia; AF 30 DAS + AF 45 DAE: Adubo foliar 30 dias após a semeadura + Adubo foliar 45 dias após a enxertia.

Figura 5. Mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’, em função da aplicação de adubos de liberação controlada e foliar, antes e após da enxertia



ALC S: Adubo de liberação controlada na sementeira; AF 30 DAS: Adubo foliar 30 dias após a sementeira; ALC AE: Adubo de liberação controlada após a enxertia; AF 45 DAE: Adubo foliar 45 dias após a enxertia; ALC S + AF 45 DAE: Adubo de liberação controlada na sementeira + Adubo foliar 45 dias após a enxertia; AF 30 DAS + AF 45 DAE: Adubo foliar 30 dias após a sementeira + Adubo foliar 45 dias após a enxertia.

O diâmetro do caule foi influenciado pelas adubações realizadas com adubo de liberação controlada ainda na fase de produção do porta-enxerto, uma vez que os menores valores foram encontrados com a aplicação do adubo de liberação controlada na sementeira (ALC S), juntamente com a adubação foliar aos 45 dias após a enxertia (ALC S + AF 45 DAE). Ressalta-se que, os efeitos negativos da aplicação no diâmetro do caule, tanto do adubo de liberação controlada quanto do foliar, ainda na fase produção do porta-enxerto, se mantiveram após a enxertia. Souza, Bezerra e Farias (2013) já haviam relatado decréscimo do diâmetro do caule em mudas de cajueiro ‘BRS 275’ com o aumento dos níveis de salinidade no extrato do substrato. Plantas que receberam somente adubação foliar na fase de produção do porta-enxerto (AF 30 DAS) apresentaram diâmetro do caule menor do que as testemunhas; entretanto, a reaplicação 45 dias após a enxertia (AF 30 DAS + AF 45 DAE) proporcionou mudas semelhantes às não adubadas.

Ao contrário do observado no diâmetro do caule, a aplicação de adubo de liberação controlada isolado (ALC S) ou associado à adubação foliar (45 DAE) promoveu maior quantidade de folhas em mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS

226', em relação aos demais tratamentos. Serrano *et al.* (2015b) também verificaram que a aplicação do adubo de liberação controlada 13-06-16 na semeadura proporcionou incremento no número de folhas de mudas enxertadas de cajueiro-anão 'BRS 226'. O mesmo também foi observado com aplicação do adubo ALC 16-08-12 em substratos comerciais para a produção de mudas enxertadas de cajueiro 'CCP 76' (SERRANO *et al.*, 2015a). As aplicações do adubo de liberação controlada após a enxertia e do adubo foliar aos 30 DAS e 45 DAE não influenciaram a altura, diâmetro do caule e número de folhas das mudas de cajueiro-anão 'BRS 226'.

As aplicações dos diferentes adubos também influenciaram os acúmulos de matéria seca pelas mudas do cajueiro-anão 'BRS 226' (Tabela 4). A aplicação de adubo de liberação controlada, tanto na semeadura (ALC S e ALC S + AF 45 DAE) quanto após a enxertia (ALC AE) promoveu aumento na massa da matéria seca de folhas de mudas enxertadas de cajueiro 'BRS 226' quando comparadas às plantas não adubadas, provavelmente devido ao maior número de folhas (Tabela 3). Serrano *et al.* (2015b) também observaram haviam observado aumento no acúmulo de matéria seca das folhas de cajueiro 'BRS 226' com a aplicação do adubo de liberação controlada 13-06-16 até a dose de $5,93 \text{ kg m}^{-3}$. A aplicação do adubo foliar uma única vez, seja na fase de produção do porta-enxerto (AF 30 DAS) ou após a enxertia (AF 45 DAE) não resultou em ganhos na massa da matéria seca de folhas, em relação ao tratamento testemunha. Por outro lado, a aplicação do adubo foliar 30 dias após a semeadura e a reaplicação 45 dias após enxertia (AF 30 DAS + 45 DAE) promoveu aumento de 31 % na massa da matéria seca de folhas de mudas enxertadas de cajueiro 'BRS 226', em relação às plantas que não receberam adubação.

A massa de matéria seca de caule foi influenciada pelas adubações, sendo que os maiores valores foram obtidos com a aplicação de adubo de liberação controlada após a enxertia (ALC AE) e foliar realizada 30 dias após a semeadura e repetida 45 dias após a enxertia (AF 30 DAS + 45 DAE). Ressalta-se, que para aqueles tratamentos que receberam adubo de liberação controlada na semeadura (ALC S e ALC S + AF 45 DAE) e foliar 30 dias após a semeadura (AF 30 DAS), que haviam produzido menos massa matéria seca de caule do que o tratamento testemunha na produção do porta-enxerto, nessa fase (mudas enxertadas) não diferiram das plantas não adubadas.

Tabela 4. Produção de massa da matéria seca de folhas (MMSF), caule (MMSC), parte aérea (MMSPA), raízes (MMSR) e total (MMST) de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, 190 dias após a semeadura das castanhas, em função da aplicação de adubo de liberação controlada e foliar ⁽¹⁾

Tratamentos	MMSF	MMSC	MMSPA	MMSR	MMST
 g por planta				
Testemunha	0,57 b	2,86 b	3,43 b	1,51 a	4,95 b
ALC S	0,72 a	2,56 b	3,29 b	1,38 b	4,67 b
AF 30 DAS	0,48 b	2,56 b	3,04 b	1,17 b	4,22 c
ALC AE	0,76 a	3,15 a	3,91 a	1,54 a	5,46 a
AF 45 DAE	0,52 b	2,77 b	3,30 b	1,36 b	4,67 b
ALC S + AF 45 DAE	0,85 a	2,83 b	3,69 a	1,69 a	5,38 a
AF 30 DAS + AF 45 DAE	0,75 a	3,10 a	3,84 a	1,69 a	5,54 a
Média geral	0,66	2,83	3,50	1,48	4,98
CV (%)	22,01	19,68	17,58	19,92	14,57

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade. ALC S: Adubo de liberação controlada na semeadura; AF 30 DAS: Adubo foliar 30 dias após a semeadura; ALC AE: Adubo de liberação controlada após a enxertia; AF 45 DAE: Adubo foliar 45 dias após a enxertia; ALC S + AF 45 DAE: Adubo de liberação controlada na semeadura + Adubo foliar 45 dias após a enxertia; AF 30 DAS + AF 45 DAE: Adubo foliar 30 dias após a semeadura + Adubo foliar 45 dias após a enxertia.

A aplicação do adubo de liberação controlada após a enxertia (ALC AE), na semeadura + adubo foliar 45 dias após a enxertia (ALC S + AF 45 DAE) e adubação foliar 30 dias após a semeadura e 45 dias após a enxertia (AF 30 DAS + 45 DAE) proporcionaram aumento da massa da matéria seca da parte aérea das mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, em relação ao tratamento testemunha. Souza (2013) também constatou aumento na massa de matéria seca da parte de aérea de mudas de eucalipto, quando feita adubação de base + adubação foliar aos 45 dias após a semeadura.

Do mesmo modo que para o diâmetro do caule, as adubações realizadas ainda na fase de produção do porta-enxerto, continuaram influenciando a massa da matéria seca de raízes após a enxertia, uma vez que a aplicação de adubo de liberação controlada na semeadura (ALC S) e a foliar 30 dias após a semeadura (AF 30 DAS) apresentaram valores menores do que os encontrados no tratamento testemunha. Por outro lado, a associação desses tratamentos com a adubação foliar aos 46 dias após a enxertia (ALC S + 45 DAE e AF 30 DAS + 45 DAE) minimizou os efeitos da adubação feita na fase de produção do porta-enxerto, a ponto de não haver diferenças

significativas com as plantas não adubadas.

A massa da matéria seca total é uma das variáveis mais importantes na avaliação da qualidade das mudas (BINNOTO, LÚCIO; LOPES 2010; ELOY *et al.*, 2013). A aplicação do adubo de liberação controlada na semeadura associada à adubação foliar 45 dias após enxertia (ALC S + AF 45 DAE), somente após a enxertia (ALC AE) e a adubação foliar 30 dias após a semeadura e 45 dias após a enxertia (AF 30 DAS + AF 45 DAE) foram os tratamentos que proporcionaram os maiores acúmulos de matéria seca total das mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’.

A aplicação do adubo foliar 30 dias após a semeadura (AF 30 DAS) que não havia promovido ganhos no desenvolvimento do porta-enxerto ‘CCP 06’, teve reflexos negativos após a enxertia, com diminuição na altura, diâmetro de caule, massa de matéria seca de raízes e total em relação ao tratamento testemunha. Por outro lado, a aplicação antes e depois da enxertia (AF 30 DAS + AF 45 DAE), aumentou a massa de matéria seca de folhas, caule, parte aérea e total das mudas enxertadas ‘BRS 226’, quando comparadas às plantas que não receberam adubação. Segundo Alvarenga (1999), à medida que as plantas vão se desenvolvendo, ocorre também, o desenvolvimento do sistema assimilatório de nutrientes e das folhas, favorecendo a maior eficiência de absorção e o metabolismo dos nutrientes aplicados via foliar. Isso pode explicar a resposta das mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ à adubação foliar, pois, na época, em que as plantas receberam a adubação aos 45 dias após a enxertia, as mesmas possuíam sistema assimilatório de nutrientes e folhas bem desenvolvidos, o que favoreceu na maior eficiência de absorção dos nutrientes, compensando o efeito negativo da adubação realizada 30 dias após a semeadura.

A aplicação do adubo de liberação controlada somente na semeadura (ALC S) promoveu diminuições no diâmetro do caule, na massa de matéria seca de caule e raízes do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’. Após a enxertia, os efeitos negativos dessa adubação (ALC S) se mantiveram no diâmetro do caule e na massa de matéria seca de raízes, entretanto, não prejudicou a massa da matéria seca total. Como mencionado anteriormente, a influência do adubo de liberação controlada no substrato, especialmente no aumento da condutividade elétrica, ou na absorção de outros nutrientes, justificariam a diminuição no desenvolvimento inicial das plantas. Quando o adubo de liberação controlada foi aplicado apenas após a enxertia (ALC AE), o

diâmetro do caule e a massa de matéria seca de raízes não diferiram do tratamento testemunha, indicando que, o aumento de sais solúveis no substrato não foi limitante nessa fase do desenvolvimento da planta, ao contrário, esse fertilizante promoveu aumento na massa de matéria seca de folhas, caule, parte aérea e total de mudas enxertadas de cajueiro 'BRS 226'.

Os resultados acima demonstram que as plantas de cajueiro-anão, nessa fase de desenvolvimento em que o adubo foi aplicado, não são afetadas pelo aumento da condutividade elétrica do substrato, possivelmente, pela emissão de novas raízes. É conhecido que as regiões mais novas da raiz têm maior eficiência na absorção de nutrientes, pois, um sistema radicular novo possui maior influxo, devido a menor suberização, comparado às raízes velhas (ZONTA *et al.*, 2006). Como já citado neste trabalho, as plantas são mais prejudicadas pelo aumento dos sais solúveis no ambiente em que são cultivadas na fase inicial de desenvolvimento. Alvarenga (1999) explica que a medida que as plantas vão se desenvolvendo, há aumento no desenvolvimento do sistema radicular e conseqüentemente, maior eficiência na absorção dos nutrientes do solo.

Observa-se ainda que na aplicação do adubo via substrato (ALC S) a produção de massa de matéria seca total foi maior que na via folhas (AF 30 DAS), o que poderia ser justificado pela preferência na absorção dos nutrientes pelo sistema radicular em relação a foliar. A vantagem do uso do adubo de liberação controlada na produção de mudas, é devido a esse tipo de fertilizante liberar os nutrientes gradativamente, evitando perdas por lixiviação e favorecendo na maior eficiência de absorção pelas plantas (ALMEIDA *et al.*, 2012). Vasquez e Neptune (1977) constataram para todas as fontes de N aplicado exclusivamente nas folhas de mudas de cafeeiro menor produção de massa seca, comparada a adubação via solo. Os autores também constataram menor absorção das fontes de N nas mudas quando a adubação foi feita via foliar, em relação a adubação via solo. A absorção de nutrientes pelas plantas terrestres pela superfície das folhas e outras partes aéreas são severamente restringidas pela parede externa das células da epiderme e pela cutícula sobreposta (MARSCHNER, 2012). A estrutura das folhas das plantas terrestres é adaptada para diminuir a perda de água e não para a absorção de água e nutrientes. A absorção de íons pelas células dos tecidos das folhas é limitada, devido ao fato da fotossíntese está ocorrendo na maioria

dessas células (HAYNES; GOH, 1977).

Com relação aos resultados acima e buscando o menor custo de produção de mudas de cajueiro-anão em relação a mão de obra e, ainda, pela facilidade de aplicação dos adubos, pode-se recomendar ao sistema de produção de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226' a aplicação do adubo de liberação controlada na semeadura (ALC S), associado à adubação foliar 30 dias após a semeadura + aos 45 dias após a enxertia (AF 30 DAS + AF 45 DAE). Apesar do adubo de liberação controlada aplicado após a enxertia (ALC AE) ter proporcionado acúmulo de matéria seca total, essa prática não deve ser recomendada ao sistema de produção de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226' por três motivos: o primeiro seria a dificuldade de se aplicar o adubo nos tubetes; o segundo, o tempo que levaria para se aplicar o fertilizante em viveiro com grande escala de produção de mudas; e, o terceiro, devido ao aumento dos custos com mão de obra para se aplicar o adubo.

6.3 Doses e épocas de aplicação de adubo foliar na produção de mudas de cajueiro anão 'BRS 226'

Aos 130 dias após a enxertia (equivalente a 190 dias após a semeadura), verificou-se que não houve efeito significativo das doses e épocas de aplicação do adubo foliar na altura e no número de folhas de mudas enxertadas de cajueiro 'BRS 226'. Os valores médios obtidos de altura de plantas e de número de folhas foram de 20,15 cm e 5,38 folhas, respectivamente (Tabela 5 e Figura 6).

A aplicação do adubo foliar feita 80 dias após a enxertia (AF 80 DAE) não influenciou no diâmetro do caule das mudas de cajueiro, quando comparada ao tratamento testemunha (Tabela 5). Para os demais tratamentos, aplicados aos 45 e 60 dias após a enxertia e com 50 % e 100 % da dose recomendada do adubo foliar (45 DAE (50 %) + 60 DAE (50 %), 45 DAE (100 %) + 60 DAE (100 %) e 60 DAE (100 %)) houve diminuição no diâmetro do caule em relação às plantas não adubadas. Assim, como verificado anteriormente (experimento anterior), essa variável foi influenciada pela adubação utilizada, seja com a aplicação de adubo de liberação lenta ou foliar, na fase de produção do porta-enxerto ou após a enxertia. De modo contrário à altura de plantas e ao número de folhas, o diâmetro do caule das mudas de cajueiro indicou ser uma variável sensível ao manejo da adubação empregada.

Tabela 5. Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, 190 dias após a semeadura das castanhas, em função das doses e épocas de aplicação de adubo foliar ⁽¹⁾

Tratamentos	AP	DC	NF
 cm mm	
Testemunha	19,85 a	6,61 a	5,20 a
45 DAE (50%) + 60 DAE (50%)	20,20 a	6,09 b	5,50 a
60 DAE (100%)	19,95 a	6,27 b	5,50 a
45 DAE (100%) + 60 DAE (100%)	20,45 a	6,05 b	5,35 a
80 DAE (100%)	20,30 a	6,90 a	5,35 a
Média geral	20,15	6,38	5,38
CV (%)	5,89	14,64	18,32

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade. 45 DAE (50%) + 60 DAE (50%): Adubo foliar 45 dias após a enxertia, 50% da dose recomendada + 60 dias após a enxertia, 50% da dose recomendada; 60 DAE (100%): Adubo foliar 60 dias após enxertia, 100% dose recomendada; 45 DAE (100%) + 60 DAE (100%): Adubo foliar 45 dias após a enxertia, 100% dose recomendada + 60 dias após a enxertia, 100% dose recomendada e 80 DAE (100%): Adubo foliar 80 dias após a enxertia, 100% dose recomendada.

Figura 6. Mudanças enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, 190 dias após a semeadura das castanhas, em função de doses e épocas de aplicação de adubo foliar



45 DAE (50%) + 60 DAE (50%): Adubo foliar 45 dias após a enxertia, 50% da dose recomendada + 60 dias após a enxertia, 50% da dose recomendada; 60 DAE (100%): Adubo foliar 60 dias após enxertia, 100% dose recomendada; 45 DAE (100%) + 60 DAE (100%): Adubo foliar 45 dias após a enxertia, 100% dose recomendada + 60 dias após a enxertia, 100% dose recomendada e 80 DAE (100%): Adubo foliar 80 dias após a enxertia, 100% dose recomendada.

Apesar da influência negativa no diâmetro do caule das plantas de alguns tratamentos (Tabela 5), os acúmulos de matéria seca nos caules não foram influenciados por nenhum tratamento.

Tabela 6. Produção de massa da matéria seca de folhas (MMSF), caule (MMSC), parte aérea (MMSPA), raízes (MMSR) e total (MMST) de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’, aos 190 dias após a semeadura das castanhas, em função das doses e épocas de aplicação de adubo foliar ⁽¹⁾

Tratamentos	MMSF	MMSC	MMSPA	MMSR	MMST
 g por planta				
Testemunha	0,58 c	2,86 a	3,44 a	1,45 b	4,89 b
45 DAE (50%) + 60 DAE (50%)	0,80 a	2,72 a	3,52 a	1,78 a	5,31 a
60 DAE (100%)	0,67 b	2,64 a	3,32 a	1,37 b	4,70 b
45 DAE (100%) + 60 DAE (100%)	0,53 c	2,46 a	2,99 b	1,24 b	4,24 c
80 DAE (100%)	0,68 b	3,09 a	3,78 a	1,76 a	5,54 a
Média geral	0,65	2,75	3,41	1,52	4,94
CV (%)	28,08	23,39	21,62	28,87	17,34

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade. 45 DAE (50 %) + 60 DAE (50 %): Adubo foliar 45 dias após a enxertia, 50 % da dose recomendada + 60 dias após a enxertia, 50 % da dose recomendada; 60 DAE (100 %): Adubo foliar 60 dias após a enxertia, 100 % dose recomendada; 45 DAE (100 %) + 60 DAE (100 %): Adubo foliar 45 dias após a enxertia, 100 % dose recomendada + 60 dias após a enxertia, 100 % dose recomendada e 80 DAE (100 %): Adubo foliar 80 dias após a enxertia, 100 % dose recomendada.

Com exceção do tratamento em que o adubo foliar foi aplicado 45 e 60 dias após a enxertia, na dose recomendada (45 DAE (100 %) + 60 DAE (100 %)), os demais tratamentos proporcionaram aumento na massa da matéria seca das folhas das mudas de cajueiro, em relação às plantas não adubadas (Tabela 6). Esse efeito negativo pode ser consequência da maior concentração de nutrientes do adubo foliar, associado à época de aplicação, o que pode ter levado a produção de folhas menores. Ressalta-se que não foram verificados sintomas de toxicidade nas folhas das mudas de cajueiro ‘BRS 226’. A aplicação do adubo foliar 45 e 60 dias após a enxertia, na concentração de 50 % da dose recomendada (45 DAE (50 %) + 60 DAE (50 %)), foi o tratamento que proporcionou o maior acúmulo de massa de matéria seca das folhas, sendo 38 % superior à média obtida pelas plantas não adubadas (testemunha).

A aplicação do adubo foliar aplicado 45 e 60 dias após a enxertia na dose recomendada (45 DAE (100 %) + 60 DAE (100 %)), diminuiu a massa da matéria seca da parte aérea das mudas de cajueiro ‘BRS 226’ (Tabela 6), quando comparada ao

tratamento testemunha, o que pode estar diretamente relacionado ao menor acúmulo de matéria seca das folhas. Para a massa de matéria seca de raízes, houve aumento com a aplicação do adubo foliar 45 e 60 dias após a enxertia e com 50 % da dose recomendada (45 DAE (50 %) + 60 DAE (50 %)) e 80 dias após a enxertia (80 DAE), o que parece ter refletido na superioridade desses tratamentos em propiciarem mudas com os maiores acúmulos de massa da matéria seca total.

Os tratamentos com aplicações do adubo foliar aos 45 e 60 dias após a enxertia, com 50 % da dose recomendada (45 DAE (50 %) + 60 DAE (50 %)); e 80 dias após a enxertia (80 DAE) promoveram incrementos de 9 % e 13 %, respectivamente, em relação às plantas não adubadas. Com relação as respostas dos dois tratamentos citados anteriormente, recomenda-se o segundo no sistema de produção de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226', devido ao menor custo com mão de obra, pois, a aplicação do adubo foliar seria em dose única.

Diante do exposto, verificou-se que o adubo foliar aplicado após a enxertia promoveu alterações no desenvolvimento das mudas de cajueiro 'BRS 226', entretanto, resultados mais efetivos estiveram condicionados à dose e época de aplicação. A aplicação do adubo foliar 45 e 60 dias após a enxertia e com 50 % da dose recomendada ($1,25 \text{ g L}^{-1}$) (46 DAE (50 %) + 61 DAE (50 %)) promoveu aumento na massa de matéria seca de folhas, parte aérea, de raízes e total, em relação ao aplicado nas mesmas épocas, mas na dose recomendada. Vale lembrar, que a dose de 100 % ($2,5 \text{ g L}^{-1}$) do adubo foliar é indicada para frutíferas em geral e esse efeito negativo da aplicação da dose recomendada (45 DAE (100 %) + 60 DAE (100 %)) pode ser justificado pela maior concentração dos nutrientes presente no fertilizante, além do exigido pelo cajueiro, pois, pesquisas tem mostrado que essa frutíferas necessita de nutrientes em menores quantidades, comparada com outras espécies.

Além da aplicação do adubo foliar 45 e 60 dias após a enxertia, com 50 % da dose recomendada (45 DAE (50 %) + 60 DAE (50 %)), o tratamento 80 dias após a enxertia (80 DAE) também apresentou resultados positivos, com aumentos na massa de matéria seca de folhas, raízes e total em relação ao tratamento não adubado. A resposta positiva das mudas enxertadas de cajueiro 'BRS 226' à aplicação do adubo foliar pode ser devido ao maior desenvolvimento das folhas e maior exigência nutricional das plantas nessa época, que permitiu melhor aproveitamento dos nutrientes aplicados.

Comparando os manejos que promoveram mudas de cajueiro 'BRS 226' com maior desenvolvimento, ou seja, a aplicação do adubo foliar 46 e 61 dias após a enxertia, com 50 % da dose recomendada (45 DAE (50 %) + 60 DAE (50 %)) e 80 dias após a enxertia (80 DAE), o segundo apresenta como vantagem a aplicação única de adubos durante todo o sistema de produção de mudas, representando economia, pelo menos no número de aplicações, em relação à aplicação aos 45 e 60 dias após a enxertia (45 DAE (50 %) + 60 DAE (50 %)).

7. CONCLUSÕES

- 1) Para a produção de porta-enxerto de cajueiro-anão ‘CCP 06’ não é necessária a aplicação dos adubos de liberação controlada e foliar;
- 2) Mudanças enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’ respondem à adubação foliar, com ganhos de cerca de 9 % a 13 % na massa de matéria seca total em relação às plantas não adubadas;
- 3) A aplicação isolada do adubo de liberação controlada em cobertura após a enxertia, ou misturado ao substrato na pré-semeadura associada a foliar 45 dias após a enxertia incrementou o acúmulo de matéria seca total das mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’;
- 4) A adubação foliar realizada aos 30 dias após a semeadura e repetidas aos 45 dias após a enxertia, na dose de $2,5 \text{ g L}^{-1}$, favorece a obtenção de mudas de cajueiro-anão com maior acúmulo de matéria seca total;
- 5) A aplicação de adubo foliar 45 e 60 dias após a enxertia, utilizando 50% da dose recomendada em cada, ou a aplicação 80 dias após a enxertia da dose recomendada proporcionam a obtenção de mudas cajueiro-anão ‘BRS 226’ de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. V. B.; MARINHO, C. S.; MUNIZ, R. de 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, p. 289-296, 2012.
- ALVARENGA, M. A. R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.) sob diferentes doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicados via foliar**. 1999. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- ARAÚJO, J. R. G.; CERQUEIRA, M. C. M.; GUISTEM, J. M.; MARTINS, M. R.; SANTOS, F. N. dos.; MENDONÇA, M. C. S. Embebição e posição da semente na germinação de clones de porta-enxerto de cajueiro-anão-precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 552-558, 2009.
- BEEJMOHUN, V.; MIGNON, C.; MAZOLLIER, A.; PEYTAVY-IZARD, M.; PALLET, D.; DORNIER, M.; CHAPAL, N. Cashew apple extract inhibition of fat storage and insulin resistance in the diet-induced obesity mouse model. **Journal of Nutritional Science**, v. 4, p. 1-9, 2015.
- BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D. C.; LOPES, S. J. Correlations between variables and the Dickson quality index in forest seedlings. **Cernes**, v. 16, p. 457-464, 2010.
- BRADY, N. C. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 686 p.
- CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; VIANA, S. B. A. Salt tolerance of precocious-dwarf cashew rootstocks-physiological growth indexes. **Scientia Agricola**, v. 61, p. 9-16, 2004.
- CAVALCANTE JÚNIOR, A. T. Propagação assexuada do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Editor). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília: EMBRAPA, 2013. p. 241-257.
- CAVALCANTE JÚNIOR, A. T. O que plantar. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Editor). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília: EMBRAPA, 2013. p. 61-75.
- CHAMBE, M. A. G. C. **Sistema de produção agrícola do caju e o modelo de vidas dos pequenos produtores familiares de Manjacaze**. 2011. 199 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

COMPO GMBH e CO. KG. Basacote Plus. Disponível em: <<https://www.orquidarioimirim.com.br>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Castanha de caju, safra 2016, levantamento, junho de 2017. Disponível em: <<http://www.gov.br>>. Acesso em: 30 de julho 2017.

CRISÓSTOMO, L. A. Clima, solo, nutrição mineral e adubação para o cajueiro-anão-precoce. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Editor). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília: EMBRAPA, 2013. p. 41-60.

CRISÓSTOMO, L. A.; PIMENTEL, C. R. M.; MIRANDA, F. R. de.; OLIVEIRA, V. H. de. Cajueiro-não-precoce. In: CRISÓSTOMO, L.; NAUMOV, A. (Org.). **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2009. p. 50-69. (IIP. Boletim 18).

DECARLOS NETO, A.; SIQUEIRA, D. L. de.; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ V., V. H. Crescimento de porta-enxerto de citros em tubetes influenciados por doesse de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 199-203, 2002.

Esashika, T.; OLIVEIRA, L. A de.; MOREIRA, F. W. Teores foliares de nutrientes em plantas de camucamuzeiro (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh) submetidas a adubações orgânica, mineral e foliar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, p. 391-400, 2011.

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, p. 373-384, 2013.

FALADE, J. R. Effects of macronutrients on the growth and dry matter accumulation of cashew (*Anacardium occidentale* L). **Turrialba**, v. 28, p. 123-127, 1978.

FAO. **FAOSTAT**. 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/site/default.aspx>>. Acesso em 07 de Mai. 2017.

FERREIRA, D. F. SISVAR[®]: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010. (*Software* estatístico).

FIGUEIRÊDO JÚNIOR, H. S.; SOSTOWSKI, A. D. Competitividade de cadeias produtivas através de uma lente comparativa: oportunidades para a cajucultura brasileira. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 41, p. 741-762, 2010.

FREITAS, B. M.; SILVA da, C. I.; LEMOS, C. Q.; ROCHA, E. E. de M.; MENDONÇA, K. S.; PEREIRA, N. de O. **Plano de manejo para polinização da**

cultura do cajueiro: conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica. Rio de Janeiro: Funbio, 2014. 56 p.

GUANZIROLI, C. E.; SOUZA, H. M. de.; VALENTE JÚNIOR, A.; BASCO, C. A. Entrave ao desenvolvimento da cajucultura no Nordeste: margens de comercialização ou aumentos de produtividade e de escala? **Revista Extensão Rural**, v. 16, p. 96-122, 2009.

GUELFY, D. **Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta e controlada**. International Plant Nutrition Institute, 2017. 14 p. Informações Agronômicas, ISSN 2311-5904, n. 151.

HAYNES, R. J.; GOH, K. M. Review of physiological pathways of foliar absorption. **Scientia Horticulturae**, v. 7, p. 291-302, 1977.

IOSSAQUI, C. G.; SOUZA, J. R. P. de. Adubação foliar no desenvolvimento de mudas de manjerição (*Ocimum Basilicum* L.). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n. 27, p. 85-90, 2015.

LEITE, D. F. de. L. **Consumo e digestibilidade aparente de dietas com níveis crescentes do subproduto do caju em ovinos**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2013.

LIMA, R. de. L. S. de.; FERNANDES, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H. de.; HERNADEZ, F. F. F. Crescimento de mudas de cajueiro-anão-precoce ‘CCP-76’ submetidas à adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 391-395, 2001.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. de. P.; KAINUMA, R. H. índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidos em tubetes. **Ciência Rural**, v. 38, p. 39-45, 2008.

MARSCHNER, P. **Mineral Nutrition of higher plants**. 3^o ed. London, UK: Academia Press; 2012. 672 p.

MENDONÇA, V.; TOSTA, M. da. S.; MENDONÇA, L. F. de. M.; BISCARO, G. A. FREITAS, P. S. de. C.; PAREIRA, E. C.; LEITE, G. A. Doses crescentes de nitrogênio sobre o crescimento inicial de porta-enxerto de cajueiro gigante. **Revista Agrarian**, v. 3, p. 95-103, 2010.

MENDONÇA, V.; TOSTA, M. da. S.; MACHADO, J. R.; GOULART JÚNIOR, S. A. R.; TOSTA, J. da. S.; BISCARO, G. A. Fertilizantes de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro ‘amarelo’. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, p. 344-348, 2007.

MENDONÇA, V.; RAMOS, J. D.; GOTIJO, T. C. A.; MARTINS, P. C. C.; DANTAS, D. J.; PIO, R.; ABREU, N. A. A. de. Osmocote® substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, p. 799-806, 2004.

MESQUITA, J. B. R. de.; PAIVA, J. R. de.; MARQUES, G. V.; NUNES, A. C. Efeito da compatibilidade entre porta-enxerto vs enxerto de cajueiro comum em viveiro. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 31, p. 49-57, 2010.

OKUMURA, H. H.; CALVACANTE JÚNIOR, A. T.; COSTA, J. T. A.; CORREA, D. Fertilizantes minerais e orgânicos na forma de mudas enxertadas de gravioleira. **Revista Ciências Agronômicas**, v. 39, p. 590-596, 2008.

OLIVEIRA, V. H. de. **Cultivo do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 40 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Sistema de Produção, n. 1).

RIBEIRO, L. J.; VAL, A. D. B. do.; ARAÚJO NETO, P. R. de. Recomendação técnica para o cultivo do cajueiro-anão-precoce na Região Meio-Norte do Brasil. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 08 p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnico, n. 50).

RODRIGUES, A. M. D.; CALVET, R. M.; SSILVA, M. da. C. M. da.; CARDOSO FILHO, F. das. C.; MONTE, A. M.; PEREIRA, C. M.; MURATORI, M. C. S.; NÓBREGA, F. C.G.; FERREIRA, M.M. G. Qualidade microbiológica de castanha de caju (*Anacardium occidentale*, L.) industrializadas e processadas artesanalmente. **Revista Rodolfo Lutz**, v. 71, p. 415-419, 2012.

ROSSA, Ü. B.; ANGELO, A. C.; NOGUEIRA, A. C.; WESTPHALEN, D. J.; BASSACO, M. V. M.; MILANI, J. E. de. F.; BIANCHIN, J. E. Fertilizantes de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. **Floresta**, v. 43, p. 93-104, 2013.

SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; MARTINS, T. da S.; FEITOSA, M. M. **Adubo de liberação lenta (NPK 13-06-16) na produção de mudas de clones de cajueiro-anão em citrovasos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. 24p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 131).

SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; MMARTINS, T. da. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; HAWERROT, F. J. **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, 2015a. 28p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa

Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 105).

SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; HAWERROTH, F. J.; TANIGUCHI, C. A. K.; MARTINS, T. da. S.; FEITOSA, M. M. **Produção de mudas de cajueiro 'BRS 226' em diferentes porta-enxertos e doses de adubo de liberação lenta (NPK 13-06-16)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2015b. 28p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 106).

SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; VIDAL NETO, F. das. C.; CAVALCANTE JÚNIOR, L. F. Porta-enxerto para a produção de mudas de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1237-1245, 2013a.

SERRANO, L. A. L.; HAWERROTH, F. J.; TANIGUCHI, C. A. K.; MELO, D. S. **Substrato comerciais e adubo de liberação lenta (NPK 14-14-14) na produção de porta-enxerto de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013b. 24p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, ISSN 16796543, 85).

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. de. Aspecto botânico, fenologia e manejo da cultura do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Editor). Agronegócio caju: práticas e inovações. Brasília: EMBRAPA, 2013. p. 77-159.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 874-883, 2010.

SOUZA, A. C. de. O. **Eficiência da adubação de base e da adubação foliar em mudas de *Eucalyptus grandis***. 2013. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

SOUZA, A. B. O. de.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Desenvolvimento inicial do clone BRS 275 de cajueiro sob irrigação com diferentes níveis salinos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, p. 166-171, 2010.

SOUZA FILHO, H. M. de.; GUANZIROLI, C. E.; FIGUEIREDO, A. M.; VALENTE JÚNIOR, A. S. Barreiras às novas formas de coordenação no agrossistema do caju na região Nordeste, Brasil. **Gestão de Produção**, v. 17, p. 229-244, 2010.

SOUZA Jr. J. O. de.; CARMELO, Q. A. de. C. Formas de adubação e doses de uréia para mudas clonais de cacau cultivadas em substrato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 236-2374, 2008.

VASQUEZ, A. R.; NEPTUNE, A. M. L. Adubação foliar de mudas de café (*Coffea arabica*, L., Mundo Nôvo) com três fontes de nitrogênio - ^{15}N . **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, v. 34, p. 365-384, 1977.

VIDAL NETO, F. das. C.; BARROS, L. de. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; MELO, D. S. Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Editor). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília: EMBRAPA, 2013. p. 481-508.

XIMENES, C. H. M. **Adubação mineral de mudas de cajueiro anão precoce cultivadas em diferentes substratos**. 1995. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1995.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATOS JÚNIOR, D de. M.; CARVALHO, S. A de. Influência do extrato pirolenhoso na calda de pulverização sobre o teor foliar de nutrientes em limoeiro ‘cravo’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 529-533, 2004.

ZONTA, E.; BRASIL, F. da C.; GOI, S. R.; ROSA, M. M. T. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In: FERNANDES, M. S. (Editor). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 07-52.