



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

**JOSUÉ RODRIGUES BARROSO**

**FONTES DE ADUBOS FOLIARES NA PRODUÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS  
DE CAJUEIRO-ANÃO**

**FORTALEZA**

**2022**

JOSUÉ RODRIGUES BARROSO

FONTES DE ADUBOS FOLIARES NA PRODUÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS DE  
CAJUEIRO-ANÃO

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

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Rosilene Oliveira Mesquita

Coorientador: Dr. Carlos Alberto Kenji Tanigushi

FORTALEZA

2022

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)

---

- B285f Barroso, Josué Rodrigues.  
Fontes de adubos foliares na produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão / Josué Rodrigues Barroso. – 2022.  
62 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Profa. Dra. Rosilene Oliveira Mesquita.  
Coorientação: Prof. Dr. Carlos Alberto Kenji Tanigushi.
1. Adubação Foliar. 2. Anacardium occidentale L. 3. Fruticultura . 4. Nutrição Mineral. 5. Produção de mudas. I. Título.

CDD 631.4

---

JOSUÉ RODRIGUES BARROSO

FONTES DE ADUBOS FOLIARES NA PRODUÇÃO DE MUDAS ENXERTADAS  
DECAJUEIRO-ANÃO

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

Aprovada em: 07/01/2022

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Rosilene Oliveira Mesquita (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

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

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Adriana Guirado Artur  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Marilena de Melo Braga  
Instituto Federal do Maranhão (IFMA)

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por todo o conhecimento, sabedoria, paciência e por ter estado comigo em todos os momentos, principalmente nos que mais precisei.

À minha mãe (Maria) e irmã (Maíra) por todo o apoio dado nos últimos anos. Ao meu pai (José) que, infelizmente nos deixou há alguns anos, mas tenho certeza que ele está olhando por mim e que está muito feliz pela pessoa que estou me tornando por mais uma conquista na minha vida. Amo vocês!

À minha orientadora Dra. Rosilene Oliveira Mesquita e ao meu coorientador Carlos Alberto Kenji Taniguchi, pela amizade, paciência, conhecimento repassado e por toda orientação científica, ética, moral e profissional e por nunca ter medido esforço algum em me ajudar durante os últimos dois anos.

À todas as pessoas que me ajudaram na realização do experimento, tanto no campo como no laboratório, principalmente a Beatriz e o Francisco.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela oportunidade de fazer mestrado e por todo apoio concedido.

À Embrapa Agroindústria Tropical, pela concessão da infraestrutura e por todo o apoio logístico na realização do experimento e das análises laboratoriais. Agradecimentos também às técnicas do Laboratório de Solos, Lílian e Vanderléia.

A todos os outros professores do Departamento de Ciência do solo e da Fitotecnia que contribuíram de alguma forma para a realização do mestrado

À minha namorada, Geovana Catunda, por toda paciência, apoio, amor e carinho que foram essenciais para eu continuar.

A todos os meus colegas de Fortaleza que de alguma maneira tornaram meus dois anos passados em Fortaleza mais alegres.

Aos meus amigos de pós-graduação, por todos os momentos de alegria e conhecimentos repassados nas conversas, em especial ao Márcio, Sharon, Isadora, Hosana, Gabriel, Carlos Galo, Lucas, Analya e Rafael.

**Meu MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

O aumento da área de plantio de cajueiro-anão em substituição ao cajueiro-comum tem requerido uma demanda crescente por mudas de qualidade. O uso de clones superiores, além da prática da adubação foliar na fase de produção de mudas, podem ser essenciais para melhorar o desenvolvimento e o vigor das mudas, produzindo plantas de melhor qualidade e, conseqüentemente, cajueiros mais produtivos e resistentes ao ataque de pragas, doenças e estresses ambientais. Objetivou-se avaliar a aplicação de adubos foliares em clones de cajueiro-anão na fase de produção de mudas. O experimento foi conduzido em dois locais, sendo a etapa de produção do porta-enxerto e a enxertia realizada no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, durante os primeiros 135 dias, localizado em Pacajus – CE e a segunda etapa correspondente a fase de aplicação dos adubos foliares e avaliações, realizada em casa de vegetação na Universidade Federal do Ceará, nos últimos 60 dias. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo avaliadas três fontes de adubos foliares (Mega 10<sup>®</sup>, FH Attivus<sup>®</sup> e o Master<sup>®</sup>), além da testemunha (sem adubo foliar) como tratamentos principais e cinco clones de cajueiro-anão ('BRS 265', 'BRS 189', 'BRS 226', 'CCP 76' e o 'Embrapa 51') nas subparcelas, com cinco repetições. Cada unidade experimental foi composta por três plantas, totalizando 300 mudas. Foram avaliados os seguintes componentes biométricos: altura das mudas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e massas secas das folhas, raízes e caule; as variáveis fisiológicas avaliadas foram: taxa fotossintética líquida, taxa de transpiração foliar e condutância estomática ao vapor de água; pigmentos fotossintéticos e índice SPAD; e os teores de macro e micronutrientes nas folhas. Os adubos foliares não promoveram melhorias nas características biométricas e na biomassa de matéria seca das mudas dos clones de cajueiro-anão, porém foi observado aumento nas taxas de crescimento relativo e absoluto. A adubação foliar proporcionou aumento no índice SPAD, no teor de clorofila total, nas trocas gasosas e nos teores de micronutrientes. Recomenda-se a utilização do adubo foliar Master<sup>®</sup> para os clones 'BRS 189' e 'CCP 76', os adubos foliar Fh Attivus<sup>®</sup> e Master<sup>®</sup> para os clones 'BRS 265' e 'Embrapa 51' e o adubo foliar Mega 10<sup>®</sup> para o clone 'BRS 265'.

**Palavras-chave:** adubação foliar; *Anacardium occidentale* L.; fruticultura; nutrição mineral; produção de mudas.

## ABSTRACT

The increase in the dwarf cashew tree plantation area to replace the common cashew tree has required a growing demand for quality seedlings. The use of superior clones, in addition to the practice of foliar fertilization in the seedling production phase, can be essential to improve the development and vigor of seedlings, producing better quality plants and, consequently, more productive cashew trees and resistant to pest attack, diseases and environmental stresses. The objective was to evaluate the application of foliar fertilizers in dwarf cashew tree clones in the seedling production phase. The experiment was carried out in two locations, the rootstock production stage and grafting being carried out in the Experimental Field of Embrapa Agroindústria Tropical, during the first 135 days, located in Pacajus - CE and the second stage corresponding to the application phase of the foliar fertilizers and evaluations, carried out in a greenhouse at the Federal University of Ceará, in the last 60 days. A completely randomized experimental design was used, in a split-plot scheme, with three sources of foliar fertilizers (Mega 10<sup>®</sup>, FH Attivus<sup>®</sup> and Master<sup>®</sup>) being evaluated, in addition to the control (without foliar fertilizer) as main treatments and five clones of dwarf cashew tree ('BRS 265', 'BRS 189', 'BRS 226', 'CCP 76' and 'Embrapa 51') in the subplots, with five replications. Each experimental unit consisted of three plants, totaling 300 seedlings. The following biometric components were evaluated: seedling height, stem diameter, number of leaves, leaf area and dry mass of leaves, roots and stem; the physiological variables evaluated were: net photosynthetic rate, leaf transpiration rate and stomatal conductance to water vapor; photosynthetic pigments and SPAD index; and the levels of macro and micronutrients in the leaves. The foliar fertilizers did not promote improvements in the biometric characteristics and in the dry matter biomass of the seedlings of the dwarf cashew tree clones, but an increase in the relative and absolute growth rates was observed. Foliar fertilization provided an increase in SPAD index, total chlorophyll content, gas exchange and micronutrient levels. It is recommended to use the Master<sup>®</sup> foliar fertilizer for the 'BRS 189' and 'CCP 76' clones, the Fh Attivus<sup>®</sup> and Master<sup>®</sup> foliar fertilizers for the 'BRS 265' and 'Embrapa 51' clones and the Mega 10<sup>®</sup> foliar fertilize for the 'BRS 265' clone.

**Keywords:** *Anacardium occidentale* L.; foliar fertilization; fruit Farming; mineral nutrition; production of seedling.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e radiação solar, durante a condução do experimento, em Fortaleza – CE. ....	25
Figura 2 - Mudanças de cajueiro-anão utilizadas no experimento, após a enxertia (A) e 80 dias após a enxertia (B). ....	27
Figura 3 - Leitura das trocas gasosas (A) e do índice SPAD (B). ....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Variação do aumento da altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas aos 30 e 60 DAA e área foliar aos 60 DAA de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.....	33
Tabela 2	- Interação entre clones de cajueiro-anão e fontes de adubos foliares na variação do diâmetro do caule.....	35
Tabela 3	- Taxas de crescimento relativo (TCR) e absoluto (TCA) aos 30 e 60 DAA, área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.....	37
Tabela 4	- Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares no Índice de Qualidade de Dickson.....	38
Tabela 5	- Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na área foliar específica.....	39
Tabela 6	- Massa de matéria seca das folhas (MSF), do caule (MSC), da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST) de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.....	40
Tabela 7	- Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na massa de matéria seca de raízes e total.....	42
Tabela 8	- Razões de massa da relação raiz/parte aérea (RMRPA), de folhas (RMF), do caule (RMC) e da raiz (RMR) de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.....	43
Tabela 9	- Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na razão de massa da raiz e parte aérea.....	44
Tabela 10	- Índice SPAD e teores de clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e total e de carotenoides de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.....	45
Tabela 11	- Taxa de taxa fotossintética líquida ( <i>A</i> ), condutância estomática ( <i>g<sub>s</sub></i> ) e taxa de transpiração foliar ( <i>E</i> ) aos 30 e 60 DAA de mudas	46

de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.....	
Tabela 12 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na taxa fotossintética líquida aos 30 e 60 DAA.....	48
Tabela 13 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na condutância estomática aos 30 DAA.....	49
Tabela 14 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na taxa de transpiração foliar aos 30 e 60 DAA.....	50
Tabela 15 - Teores de macronutrientes e de sódio nas folhas de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de adubos foliares.....	51
Tabela 16 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares no teor de nitrogênio das folhas.....	52
Tabela 17 - Teores de micronutrientes nas folhas de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de adubos foliares.....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Taxa fotossintética líquida
AF	Área foliar
AFE	Área foliar específica
AP	Altura da planta
DAA	Dias após a adubação
DAE	Dias após a emergência
DC	Diâmetro do caule
<i>E</i>	Taxa de transpiração foliar
$g_s$	Condutância estomática
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQD	Índice de Qualidade de Dickson
MSC	Massa seca do caule
MSF	Massa seca foliar
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSR	Massa seca da raiz
MST	Massa seca total
NF	Número de folhas
RAF	Razão de área foliar
RMC	Razão de massa do caule
RMF	Razão de massa das folhas
RMR	Razão de massa da raiz
RMRPA	Razão de massa da raiz/parte aérea
TCA	Taxa de crescimento absoluto
TCE	Taxa de crescimento relativo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>HIPÓTESE</b> .....	14
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	14
3.1	Objetivo geral.....	14
3.2	Objetivos específicos .....	14
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
4.1	Aspectos gerais da cultura do caju .....	15
4.2	Importância socioeconômica da cultura do caju .....	16
4.3	Produção de mudas de cajueiro-anão .....	17
4.4	Clones de cajueiro-anão .....	19
4.5	Nutrição mineral em mudas de cajueiro.....	20
4.6	Parâmetros fisiológicos.....	23
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
5.1	Caracterização da área experimental .....	25
5.2	Delineamento experimental .....	26
5.3	Condução do experimento.....	26
5.4	Variáveis analisadas .....	28
5.4.1	<i>Componentes biométricos</i> .....	28
5.4.2	<i>Variáveis de crescimento</i> .....	29
5.4.3	<i>Teor de nutrientes</i> .....	31
5.4.4	<i>Trocas gasosas</i> .....	31
5.4.5	<i>Índices relativo de clorofila e pigmentos fotossintéticos</i> .....	31
5.5	Análise estatística .....	32
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
6.1	Variáveis biométricas.....	33
6.2	Análise de crescimento.....	36

6.3	Produção de biomassa .....	39
6.4	Índice SPAD e teores de pigmentos .....	44
6.5	Trocas gasosas .....	46
6.6	Estado nutricional das plantas .....	50
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma frutífera tropical, pertencente à família Anacardiaceae e nativa do Nordeste brasileiro, desenvolvendo-se bem nas condições edafoclimáticas da região, como altas temperaturas, solos de baixa fertilidade, escassez hídrica e estresse salino (SERRANO; PESSOA, 2016a). Desse modo, a cajucultura na região Nordeste exerce elevada importância socioeconômica, destacando-se no cenário nacional, concentrando cerca de 99,4% da produção brasileira de castanha-de-caju, sendo o Ceará responsável por 63,4% da produção em 2019 (IBGE, 2019).

No entanto, apesar da cultura ser nativa da região, seu cultivo no Nordeste é marcado por baixas produtividades, quando comparadas aos principais produtores mundiais, devido à pomares com alta desuniformidade genética, morfológica, fisiológica e produtiva, provenientes de plantios com mudas de cajueiro-comum propagadas por sementes (CRISÓSTOMO *et al.*, 1992). De modo a contornar este fato, algumas técnicas de manejo vêm sendo utilizadas nos últimos anos para melhorar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do cajueiro. Dentre essas técnicas, a propagação vegetativa com materiais selecionados e a adubação se destacam.

A enxertia é uma técnica de reprodução vegetativa que permite a união de uma planta com alto potencial de produtividade (enxerto) à outra que possua boa adaptação às condições de clima e solo da região (porta-enxerto). Assim, a técnica da enxertia utilizando clones melhorados permitiu a obtenção de plantas mais precoces e produtivas (Taniguchi *et al.*, 2017), além de pomares com plantas homogêneas quanto ao porte e à produção (Serrano *et al.*, 2013b), facilitando o manejo e aumentando a produtividade.

Sabe-se que uma boa nutrição é essencial para o desenvolvimento das plantas, permitindo que disponham dos nutrientes e assim possam expressar ao máximo o seu potencial genético. Na cultura do cajueiro, alguns trabalhos com adubação já demonstraram o potencial da nutrição para melhorar alguns índices de crescimento e de produção. No entanto, em se tratando do estudo com nutrição na fase de produção das mudas, os resultados ainda são controversos, tendo algumas pesquisas com resultados positivos e outros com resultados negativos ou com

ausência de respostas. Santos *et al.* (2020) afirmam que uma nutrição adequada nesta fase pode tornar as plantas menos suscetíveis ao ataque de pragas e doenças, tolerantes a estresses hídricos, além de aumentar a produção e a qualidade dos frutos nos pomares.

Dentre as formas de adubação, aquela via solo, embora com grande importância, não tem a eficiência de 100% e parte do adubo fica retido no solo/substrato, ou perdido por lixiviação, fazendo com que a eficiência da adubação seja reduzida. Por outro lado, a fertilização via foliar, mesmo não suprimindo toda a exigência da cultura, devido ao contato direto com as folhas, permite maiores taxas de absorção dos nutrientes, exigindo menores doses e respostas mais rápidas, possibilitando a correção mais rápida de deficiências nutricionais, sobretudo de micronutrientes. Porém, em se tratando de adubação foliar na fase de produção de mudas de cajueiro-anão, os resultados ainda são incipientes.

Tendo em vista a importância do cajueiro para a região Nordeste do Brasil e a carência de informações sobre a adubação foliar na fase de produção de mudas, é importante que se realizem estudos mais completos com fontes de adubo e a resposta em clones, a fim de encontrar a fonte adequada para cada genótipo e, assim, possibilitar melhor desenvolvimento das plantas nessa etapa de crescimento, possibilitando a obtenção de plantas mais resistentes, precoces e produtivas.

## **2 HIPÓTESE**

A aplicação dos adubos foliares Mega 10<sup>®</sup>, FH Attivus<sup>®</sup> e Master<sup>®</sup> na fase de produção de mudas nos clones de cajueiro-anão 'BRS 265', 'BRS 189', 'BRS 226', 'CCP 76' e 'Embrapa 51', propicia melhores índices de crescimento, fisiológicos e nutricionais das plantas.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar a resposta dos clones de cajueiro-anão ('BRS 265', 'BRS 189', 'BRS 226', 'CCP 76' e 'Embrapa 51') na fase de produção de mudas à aplicação dos adubos foliares Mega 10<sup>®</sup>, FH Attivus<sup>®</sup> e Master<sup>®</sup>.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Avaliar as respostas da aplicação de adubos foliares em mudas enxertadas de cajueiro-anão nos parâmetros biométricos, fisiológicos e nutricionais.
- Indicar para cada clone de cajueiro-anão o adubo foliar que proporciona muda de qualidade.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Aspectos gerais da cultura do caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta pertencente à família Anacardiaceae, com centro de origem no Brasil, sendo encontrado em diversas áreas tropicais e subtropicais (SERRANO; PESSOA, 2016a), particularmente em países da África e da Ásia (AKINHANMI; AKINTOKUN, 2008).

A cultura do caju é explorada comercialmente em dois grandes grupos, cajueiro-comum e cajueiro-anão. O cajueiro-comum, também chamado de cajueiro gigante, pode atingir até 20 metros de altura, sendo mais comum plantas com altura entre 8 e 15 metros. Por outro lado, o cajueiro-anão é caracterizado por possuir porte baixo, com dimensões geralmente inferiores a 5 metros de altura e 8 metros de diâmetro da copa, sendo esta última mais compacta e homogênea do que a copa do cajueiro-comum (SERRANO; PESSOA, 2016a).

O sistema radicular do cajueiro é formado por uma raiz pivotante, bem desenvolvida e normalmente bifurcada, podendo atingir 10 m de profundidade, o que permite a exploração de maior volume de solo (VIDAL NETO *et al.*, 2013). Ao longo das raízes laterais, há emissão de raízes verticais, principalmente entre os primeiros 15 e 50 cm de profundidade. Segundo Serrano e Pessoa (2016a), grande parte do sistema radicular está na região da projeção da copa.

Quanto à organização foliar, as folhas são simples, inteiras, alternadas, de aspecto subcoriáceas, glabras e com pecíolos curtos. Quando as folhas são jovens, apresentam coloração variando de verde-clara a arroxeado e, quando estão maduras, apresentam coloração em tons mais escuros. A folhagem varia de densa a esparsa e é permanente, ou seja, a planta não é caducifólia, embora após o ciclo produtivo haja uma aparente perda total de folhas, quando na realidade é uma renovação das folhagens que ocorre de maneira contínua, ao longo do ciclo da cultura (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

A inflorescência do cajueiro é do tipo panícula, com cerca de duzentas flores por panícula, embora esse número possa chegar até quinhentas. As panículas são caracterizadas por um cacho terminal com ramificações que vão decrescendo da

base para o ápice, apresentando assim, formato piramidal (SERRANO; PESSOA, 2016a),

As flores do cajueiro são do tipo andromonóicas, sendo encontrada flores hermafroditas (completas) e masculinas (estaminadas) na mesma panícula, com cinco sépalas e cinco pétalas por flor, independentemente do sexo (SERRANO; PESSOA, 2016a). Normalmente o cajueiro-anão inicia o florescimento 6 meses após o plantio, podendo iniciar até o segundo ano de cultivo. A frutificação pode-se estender de 6 a 8 meses, enquanto no cajueiro-comum esse período é de 5 a 7 meses (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

#### **4.2 Importância socioeconômica da cultura do caju**

O cajueiro é uma planta nativa do Nordeste brasileiro, sendo bastante adaptada às condições de solos de baixa fertilidade, temperaturas elevadas e estresse hídrico, tornando o cultivo dessa espécie uma importante fonte de renda para os agricultores da região (SERRANO; PESSOA, 2016b). Desse modo, devido a boa adaptação do cajueiro, a região Nordeste se destaca na produção brasileira de caju, concentrando cerca de 99,4% da produção nacional de castanha-de-caju. O estado do Ceará é o maior produtor nacional, responsável por 63,4% da produção, seguido pelos estados do Piauí e Rio Grande do Norte (IBGE, 2019). Em termos mundiais, a Índia, a Costa do Marfim, o Vietnã e a Nigéria são os principais produtores e exportadores de caju, sendo o Brasil outro grande exportador e responsável por abastecer os Estados Unidos da América (AKINHANMI; AKINTOKUN, 2008).

O cultivo do cajueiro possui elevada importância socioeconômica, sendo explorado por aproximadamente 195 mil produtores, com 75% da produção composta por pequenos agricultores, que possuem áreas inferiores a 20 ha. A colheita coincide com a entressafra de outras culturas, o que contribui para a geração anual de cerca de 250 mil empregos diretos e indiretos (SERRANO *et al.*, 2016b; ALMEIDA *et al.*, 2017), constituindo-se em uma importante fonte de renda para pequenos agricultores.

O principal produto da cultura do caju é a amêndoa, que se localiza dentro da castanha do caju, o verdadeiro fruto. Além da castanha, o pseudofruto (ou pedúnculo) é utilizado como subproduto e pode ser processado para a obtenção da polpa a ser utilizada na fabricação de sucos, cajuínas, doces etc., ou ser utilizada na alimentação animal ou comercializado *in natura* em feiras e supermercados

(SERRANO; PESSOA, 2016b). Ainda segundo os mesmos autores, estima-se que cerca de 75% dos pedúnculos não sejam aproveitados.

Embora o Brasil se destaque na produção mundial de caju, a produtividade é baixa quando comparada a outros países devido à predominância de pomares com alta desuniformidade genética, morfológica, fisiológica e de produtividade, dada sua formação predominantemente a partir de sementes, sem realização da enxertia. Outras razões associadas à baixa produtividade são o cultivo em locais degradados, manejo inadequado do solo, da água e do dossel, plantio com baixa densidade, além de infestação por pragas e doenças (NAYAK *et al.*, 2018), além da falta de adubação e da resistência de alguns agricultores a adoção de novas técnicas de cultivo, como a formação de pomares a partir da produção de mudas enxertadas com clones melhorados. Outro fator responsável pela baixa produção é o tipo de solo em que a cultura se desenvolve na região, sobretudo os Neossolos Quartzarênicos, que possuem baixa capacidade de retenção de água e baixo teor de matéria orgânica (GONDIM *et al.*, 2019). Assim, a utilização de mudas de cajueiro de baixa qualidade diminui a produtividade, eleva os custos de manutenção e tem baixa qualidade agrônômica e fitossanitária (SANTOS *et al.*, 2020).

#### **4.3 Produção de mudas de cajueiro-anão**

A etapa de produção de mudas é uma das mais importantes do processo de cultivo, pois irá influenciar em todo o desenvolvimento da planta. Assim, é essencial que as mudas tenham ótimas qualidades morfológica, sanitária e genética (SERRANO *et al.*, 2013a). A escolha da cultivar que será utilizada no plantio varia de região para região, sendo ideal pequenos experimentos antes de iniciar um sistema de produção em larga escala, devendo sempre levar em conta a adaptação às condições locais de clima e solo e a adequação do produto comercial (MELO; VIDAL NETO; BARROS, 2016) e outros fatores como ciclo, precocidade, porte, produtividade, sistemas de cultivo, resistência a doenças e à seca, além da qualidade da amêndoa e do pedúnculo (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

Desse modo, é essencial que a escolha das mudas seja de origem conhecida, pois grande parte dos pomares são oriundos de progênies desconhecidas, o que contribui para um pomar com produtividade baixa e desuniforme. Segundo Melo, Vidal Neto e Barros (2016), as características desejáveis na escolha da cultivar

para a produção de amêndoa ou pedúnculo são: porte baixo a médio (menor que 4 m de altura); produtividade de castanhas superior a 1.000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, em regime de sequeiro; massa da castanha acima de 7 g; relação amêndoa/castanha acima de 25%; fácil descastanhamento (separação da castanha do pedúnculo); fácil despeliculagem (retirada da película) da amêndoa; massa do pedúnculo superior a 80 g, boa firmeza e baixo teor de tanino.

Pomares oriundos de propagação por sementes possuem crescimento mais vigoroso, permanecendo por um período vegetativo maior e prolongando a fase de produção de mudas. Para contornar este fato, os agricultores têm optado por outros tipos de reprodução. Dentre os métodos possíveis de propagação do cajueiro, a enxertia permite a combinação entre dois genótipos de plantas, como por exemplo, a união entre uma copa com características de altas produtividades e um porta-enxerto com boas adaptações às condições edáficas da região. Desse modo, essa técnica vem mostrando ser possível reproduzir plantas com características agrônômicas desejáveis, como homogeneidade em porte e produção (SERRANO *et al.*, 2013b), mais precoces e produtivas (TANIGUCHI *et al.*, 2017), o que facilita o manejo e aumenta a produtividade do pomar.

Para utilização como porta-enxerto, alguns trabalhos (SERRANO *et al.*, 2013b, 2016) demonstraram que o 'CCP 06' pode ser considerada a melhor opção, pois suas sementes apresentam alto poder germinativo, alta compatibilidade com os genótipos copa e elevada taxa de plantas aptas ao plantio no campo. No trabalho desenvolvido por Serrano *et al.* (2013b) foi observado que os clones 'BRS 226', 'BRS 253' e 'BRS 274' não têm potencial para serem utilizados como porta-enxertos, pois apresentam baixa taxa de germinação e de plantas aptas à enxertia, ao passo que os clones 'BRS 226' e 'BRS 274' possuem maior compatibilidades com porta-enxertos.

Nas pesquisas desenvolvidas por Serrano *et al.* (2013a, 2017) com a finalidade de melhorar o desenvolvimento das mudas de cajueiro com substratos comerciais e adubo de liberação lenta, em ambos os trabalhos, foi observado melhorias no desenvolvimento do porta-enxerto 'CCP 06'. Em contraste, no experimento de Santos *et al.* (2020) verificou-se que na etapa de produção do porta-enxerto 'CCP 06' não há necessidade da aplicação do fertilizante. Porém, na fase pós-enxertia, a aplicação do Basacote® (NPK 13-06-16) proporcionou aumento nos teores

de N, P, e S nas folhas, além de aumento na massa seca total das mudas de cajueiro-anão 'BRS 226'.

#### 4.4 Clones de cajueiro-anão

Embora o Nordeste brasileiro seja o centro de origem do cajueiro, a sua produtividade dos pomares tem sido baixa, com média de 324 kg ha<sup>-1</sup> de castanha. Para contornar essa situação, o melhoramento genético tem priorizado a obtenção de plantas com alto desempenho produtivo, porte baixo, precocidade, resistência a pragas e doenças, melhor qualidade nutricional, adaptação a diversos ambientes, estabilidade na produção e produtividade superior a 1.300 kg ha<sup>-1</sup> (VIDAL NETO *et al.*, 2013). Existem 14 clones comerciais de cajueiro registrados no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – RNC/Mapa (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

O clone 'CCP 76' é o mais plantado, pois possui adaptabilidade a diversos ambientes e características desejáveis do pedúnculo, como alto teor de sólidos solúveis e baixo teor de taninos, porém não é um dos mais produtivos. O porte da planta é baixo, com altura média de 2,7 m e diâmetro da copa de 5,0 m. O pedúnculo tem cor alaranjada, massa média de 100 g e castanha em torno de 8 a 9 g, com amêndoa de 1,8 g, sendo a relação amêndoa/castanha de 26,9% (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

O clone 'Embrapa 51' possui características biométricas como altura média de 3,52 m e diâmetro da copa de 7,79 m, com pedúnculo avermelhado e massa média de 104 g. A produtividade pode atingir 1,5 t ha<sup>-1</sup> de castanhas, em cultivo de sequeiro, sendo a massa da castanha de 10,4 g e a amêndoa de 2,6 g. Esse clone alcança o melhor preço internacional, sendo recomendado para o cultivo em sequeiro em regiões litorâneas do Nordeste do Brasil (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

O clone 'BRS 189' é um híbrido obtido dos genitores 'CCP 1001' e 'CCP 76', com altura média de 3,6 m e diâmetro da copa de 5,9 m. O pedúnculo é vermelho, com massa média de 155 g, com boas características químicas, físicas e físico-químicas, sendo recomendado para o mercado de fruta de mesa. A massa média da castanha é de 7,9 g, e da amêndoa de 2,1 g. O teor de sólidos solúveis totais é superior a 14<sup>o</sup> Brix, e a concentração de açúcares solúveis totais de 10,1 mg 100 mL<sup>-1</sup>, pH de

4,2, acidez titulável de 0,40 e teor de vitamina C de 251 mg 100 mg<sup>-1</sup> e baixo teor de taninos (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

As plantas do clone 'BRS 226' possuem porte baixo, com altura média de 1,24 m e diâmetro médio da copa de 2,20 m, no terceiro ano de idade, em cultivo de sequeiro. A massa média da castanha é de 9,75 g e da amêndoa é 2,7 g, com relação amêndoa/castanha de 27,2%. O pedúnculo é de coloração alaranjada, com peso médio de 102 g, sendo recomendado para a produção de castanhas, principalmente na região semiárida do estado do Piauí (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

O clone 'BRS 265' possui características de planta de porte baixo, com altura média de 2,5 m e diâmetro da copa de 5,5 m no quinto ano de idade, em cultivo de sequeiro. O pedúnculo é avermelhado, com massa média de 118 g, alto teor de sólidos solúveis totais (12,93 °Brix) e boa firmeza da polpa. A castanha possui massa média de 12,5 g e a amêndoa pesa 2,56 g, com relação amêndoa/castanha de 20,45% (VIDAL NETO *et al.*, 2013).

#### **4.5 Nutrição mineral em mudas de cajueiro**

A nutrição fornecida às mudas é um dos fatores que influenciam a qualidade delas, garantindo crescimento dos brotos e melhor desenvolvimento do sistema radicular, permitindo maior exploração no substrato e contribuindo para o aumento na absorção de água e de nutrientes, tornando essa prática um fator importante para o desenvolvimento adequado e estabelecimento da cultura no campo (NATALE *et al.*, 2018). Além do mais, mudas e plantas em produção bem nutridas são menos suscetíveis ao ataque de pragas e doenças, possuem maior tolerância à períodos de seca e outros estresses, além de terem maiores produtividade e melhor qualidade dos frutos (DIAS *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2020). Quando as plantas de cajueiro não são bem nutridas, seja pelo não suprimento do solo ou pela falta de adubação, o crescimento e o desenvolvimento das plantas são afetados, sendo um dos principais motivos das baixas produtividades nos pomares de cajueiro (RAJAMANICKAM *et al.*, 2020).

Segundo O'Farrell *et al.* (2010), entre todos os elementos essenciais para o desenvolvimento do cajueiro, o nitrogênio é possivelmente o mais importante, pois ele influencia diretamente no crescimento e na produção, além de necessitar de mais cuidados ambientais na sua aplicação, devido aos riscos de acidificação do solo.

Cavalcanti Jr *et al.* (2019) observaram que a ordem de exigência nutricional de porta-enxertos de cajueiro segue a tendência descendente:  $N > K > P > Mg > Ca > S > Fe > Mn > Cu > B > Zn$ , enquanto Taniguchi *et al.* (2017) encontraram uma ordem decrescente um pouco diferente: de  $N > K > Ca > P > Mg > S > Fe > Mn > Cu > Zn > B$ , para porta-enxerto e mudas enxertadas. De todo modo, tem-se o N e K e o Fe e o Mn, respectivamente, como macro e micronutrientes mais acumulados em mudas de cajueiro. Estima-se que a cada quilograma de castanha produzida seja necessários cerca de 64,1 g de N; 2,05 g de P; 24,7 g de K; 4,19 g de Ca; 1,57 g de S; 525,7 mg de Fe; 63,6 mg de Mn; 87,8 mg de Zn e 26,5 mg de Cu (BEENA *et al.*, 1995).

O cajueiro possui extenso sistema radicular, o que permite que a cultura explore grande volume de solo em busca de nutrientes e consiga se desenvolver em solos de baixa fertilidade, nas quais outras culturas têm mais dificuldades. Apesar dessa grande adaptação, a cultura do caju requer a aplicação de nutrientes para garantir bons rendimentos (RUPA, 2015). Alguns trabalhos têm demonstrado o potencial da adubação em aumentar a produção do cajueiro. Por exemplo, Rajamanickam *et al.* (2020) avaliando diversas formas de adubos aplicados via solo em pomares adultos, observaram que houve aumento em todos os índices de produção em todos os tratamentos avaliados, em comparação ao testemunha, em que não recebeu adubação.

Segundo Rajamanickam *et al.* (2020), a aplicação de fertilizantes é essencial para alterar reações metabólicas nas plantas, como eficiência fisiológica por meio da fotossíntese e partição de fotoassimilados e características biofísicas das plantas, que possam elevar os índices de produtividade. A maneira de ser feita essa aplicação dos nutrientes requeridos pelas plantas é através da adubação via solo ou da adubação foliar. A primeira é a prática mais utilizada pelos agricultores, no entanto, parte dos nutrientes aplicados são perdidos por processos de lixiviação, fixação, volatilização, entre outros tipos de perdas, diminuindo a eficiência dessa prática agrícola. A adubação foliar, por sua vez, devido ao contato direto com as folhas, permite maiores taxas de absorção dos nutrientes pelas plantas, sobretudo de micronutrientes, sendo a maneira mais fácil e econômica de corrigir deficiências de micronutrientes nas plantas, além de reduzir as perdas no sistema solo-planta (RUPA, 2015).

Assim, a fertilização foliar exige menores doses e respostas mais rápidas, sendo possível corrigir deficiências logo após o aparecimento dos sintomas e durante o crescimento vegetal (ESASHIKA; OLIVEIRA; MOREIRA, 2011). Outro fator que tem contribuído para o maior uso dessa prática na agricultura é a associação da adubação em conjunto com a pulverização de fungicidas, herbicidas e inseticidas, o que facilita o manejo do pomar (FAGERIA *et al.*, 2009). A fertilização foliar é uma técnica que pode acelerar o desenvolvimento e aumentar o vigor das mudas, diminuindo o seu tempo no viveiro e assim, reduzir os custos de produção.

No entanto, a fertilização foliar possui algumas limitações tais como: não suprimento total de macronutrientes; o manejo requer várias pulverizações; os nutrientes estão sujeitos a lavagem pela água da chuva; as plantas devem ter área foliar o suficiente para a absorção e a aplicação em excesso pode causar fitotoxidez (FAGERIA *et al.*, 2009). Vale ressaltar que a adubação foliar não é substitutiva à adubação via solo. Porém, em se tratando deste método de suprimento nutricional na fase de produção de mudas, pode vir a ser um método vantajoso para as plantas, devido à rápida absorção dos nutrientes e menores doses exigidas, resultando em mudas mais vigorosas e mais aptas ao plantio.

O estudo da adubação na cultura do cajueiro não é algo tão recente, no qual alguns trabalhos demonstraram que a aplicação de nutrientes pode favorecer o crescimento e a produção. Como observaram Rajamanickam *et al.* (2020), a aplicação de micronutrientes no solo tem o potencial para melhorar os índices de floração, frutificação, retenção de frutos e aumentar a produtividade de castanhas. No entanto, em se tratando da adubação na fase de produção de mudas, os estudos ainda são incipientes, sobretudo em relação a adubação foliar. Visto a importância da cultura do caju para a região Nordeste e da nutrição ser essencial em todas as etapas de desenvolvimento da planta, são necessárias mais pesquisas sobre fontes, doses e formas de aplicação de adubos na produção de mudas de cajueiro (SANTOS *et al.*, 2019).

Lakshmi pathi *et al.* (2015) avaliando a aplicação de micronutrientes via foliar em plantas de cajueiro adulto, observaram que a adubação proporcionou melhorias em atributos de floração e frutificação, sobretudo no número de flores e frutos por panícula, além de menor queda de frutos. De maneira semelhante, Gavit *et al.* (2017) avaliando proporções de adubo NPK e aplicação de B e Zn, tanto via foliar

quanto via solo, evidenciaram que a adubação tem o potencial de aumentar a produtividade de castanhas, além de melhorar alguns parâmetros de qualidade, como o teor de proteína e de óleo.

Nos trabalhos realizados por Serrano *et al.* (2013a, 2018, 2019), foi observado a não necessidade de aplicação de adubos no porta-enxerto na etapa de desenvolvimento das mudas. A ausência de respostas à adubação nessa fase, pode ser devido a quantidade de nutrientes nos substratos já serem suficientes, ou que a própria reserva da semente (amêndoa) já proporciona a nutrição adequada, como afirmam Serrano *et al.* (2015a). Ximenes (1995) destaca que o teor de macronutrientes nos cotilédones pode fornecer cerca de 54% de N, 45% de P, 17% de K, 1% de Ca, 16% de Mg e 36% de S necessários para o desenvolvimento da muda por até 75 dias após o plantio.

Por outro lado, alguns autores têm obtido respostas positivas nos enxertos de alguns clones de cajueiro-anão, enquanto o porta-enxerto respondeu de outra maneira (Serrano *et al.*, 2015a, 2015b, 2017). Com a finalidade de avaliar a resposta de mudas de cajueiro-anão à adubação foliar, Santos *et al.* (2019) observaram respostas positivas para alguns parâmetros de desenvolvimento nas mudas enxertadas. Santos *et al.* (2020) relataram que a adubação foliar aliada a uma aplicação de adubo de liberação lenta no substrato, tem potencial para melhorar o desenvolvimento das mudas de cajueiro-anão.

#### **4.6 Parâmetros fisiológicos**

As trocas gasosas foliares é o processo em que a planta absorve o CO<sub>2</sub> para realização da fotossíntese, enquanto libera O<sub>2</sub> para a atmosfera durante a etapa fotoquímica no processo de quebra da molécula de H<sub>2</sub>O (fotólise da água). Esse processo ocorre por meio de estruturas especializadas localizadas predominantemente nas folhas denominadas estômatos. Os gases trocados pelo poro estomático são o CO<sub>2</sub> e vapor d'água, ou seja, enquanto ocorre o influxo de CO<sub>2</sub> ocorre, concomitantemente, o efluxo de água. Esse balanço de entrada de CO<sub>2</sub> e saída de H<sub>2</sub>O é mediado por meio das trocas gasosas, sendo limitado pela abertura estomática, que proporciona à planta uma maneira eficaz de controle das trocas gasosas entre a folha e a atmosfera (TAIZ *et al.*, 2017).

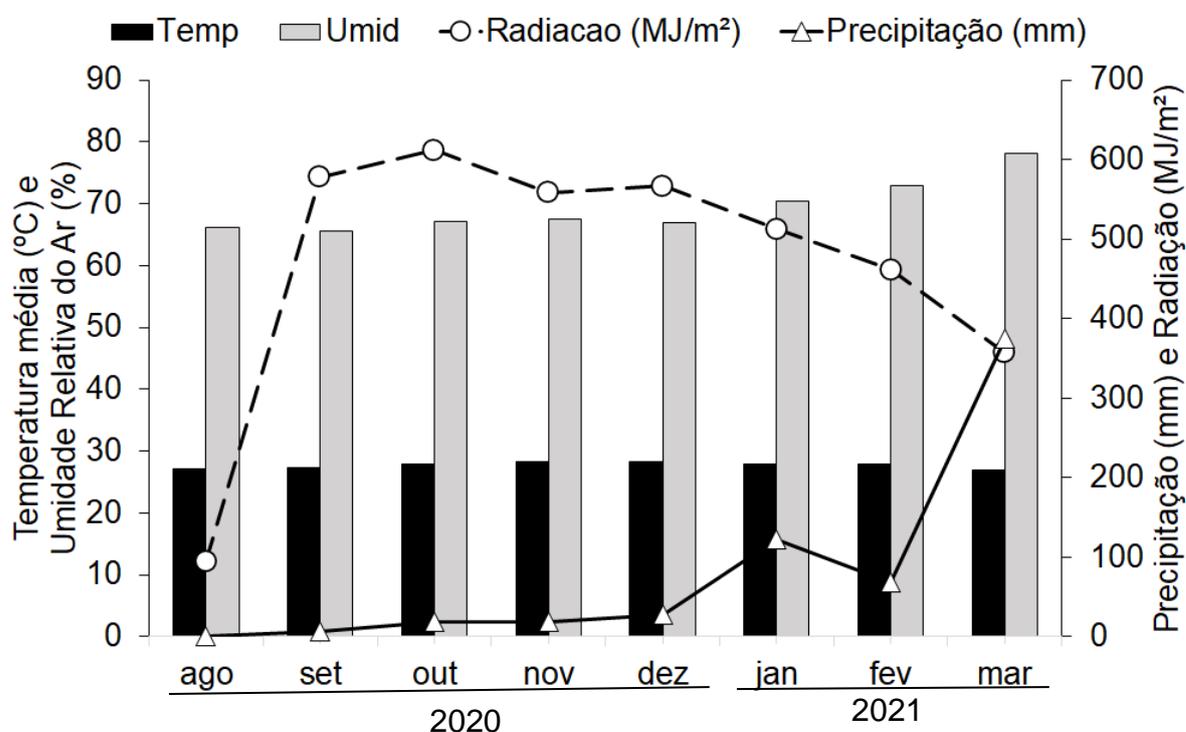
Sabe-se que quando as plantas de cajueiro-anão estão sob estresses ambientais, tanto hídrico como salino, conforme demonstrado em algumas pesquisas (BEZERRA *et al.*, 2005; AMORIM *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2019), elas podem ter seus mecanismos de abertura e fechamento estomático alterados, afetando as trocas gasosas e, possivelmente, o desenvolvimento das plantas. No entanto, em se tratando da influência da adubação foliar nas trocas gasosas em mudas de cajueiro-anão, são escassos resultados acerca destes parâmetros relatados na literatura. Desse modo, é importante que seja feita pesquisas a fim de avaliar se o estresse nutricional tem o potencial de alterar as trocas gasosas nas mudas de cajueiro-anão, o que poderá prejudicar o desenvolvimento delas.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em dois locais, sendo os primeiros 135 dias no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado em Pacajus - CE (4°11'12"S, 38° 30' 01" W e 79 m de altitude) e após esse período, as mudas já enxertadas foram transportadas para a Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza - CE (03°43'02" S, 38°32'35" W e 19,6 m de altitude), permanecendo por um período de 60 dias, em condições de casa de vegetação, totalizando 195 dias de execução do experimento. Segundo a classificação climática de Köppen e Geiger, o clima de Fortaleza é Aw, caracterizado como quente e subúmido, com temperatura média anual de 26,7 °C e precipitação média anual de 1.042 mm (CLIMATE DATE, 2021). Durante o período experimental, foram mensurados diariamente os dados climáticos de temperaturas, umidade relativa do ar, radiação e pluviometria (Figura 1), os quais foram obtidos de uma estação meteorológica próxima à área do experimento.

Figura 1 - Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e radiação solar, durante a condução do experimento, em Fortaleza – CE.



Fonte: Adaptado do Instituto Nacional de Meteorologia (2020-2021).

## 5.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo avaliados três adubos foliares comerciais (Mega 10<sup>®</sup>, FH Attivus<sup>®</sup> e Master<sup>®</sup>) e a testemunha (sem aplicação de adubo foliar) como tratamento principal e cinco clones de cajueiro-anão ('BRS 265', 'BRS 189', 'BRS 226', 'CCP 76' e o 'Embrapa 51') nas subparcelas, com cinco repetições. Cada unidade experimental foi composta por três plantas, totalizando 300 mudas.

## 5.3 Condução do experimento

As mudas foram produzidas em tubetes de 0,288 dm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato resultante da mistura de casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba seca triturada e solo hidromórfico, na proporção volumétrica de 2:1:1. O substrato foi coletado e analisado conforme procedimentos descritos em Brasil (2007), revelando as seguintes características químicas: C-orgânico = 184,4 g kg<sup>-1</sup>; N-total = 7,3 g kg<sup>-1</sup>; C/N = 25,2; pH = 6,5; CE = 0,9 dS m<sup>-1</sup>; P = 96,9 mg L<sup>-1</sup>; K = 222,0 mg L<sup>-1</sup>; Ca = 90,9 mg L<sup>-1</sup>; Mg = 212,5 mg L<sup>-1</sup>; CTC = 832,3 mmolc kg<sup>-1</sup>; CRA = 58,54% e densidade seca = 383,34 kg m<sup>-3</sup>.

O preparo do substrato e o enchimento dos tubetes foram feitos no dia da semeadura do porta-enxerto. A semeadura foi realizada colocando-se uma castanha-semente por tubete, as quais foram obtidas do pomar de produção de sementes de cajueiro 'CCP 06' no Campo Experimental de Pacajus. Os tubetes foram colocados em um suporte metálico a 1 m da superfície do solo, sob viveiro com 50% de sombreamento.

A enxertia foi realizada cerca de 60 dias após a semeadura do porta-enxerto 'CCP 06', quando as plantas atingiram aproximadamente 25 cm de altura, 5 mm de diâmetro de caule e oito folhas (CAVALCANTI JÚNIOR, 2005), via garfagem lateral, com garfos dos clones de cajueiro-anão, de acordo com cada tratamento. Os garfos foram obtidos no jardim clonal da Embrapa Agroindústria Tropical, também no Campo Experimental de Pacajus. Após a enxertia, as mudas foram mantidas em viveiro por 75 dias e, após esse período, foram transferidas para um viveiro na Universidade Federal do Ceará, permanecendo até o final do experimento (Figura 2).

Figura 2 - Mudas de cajueiro-anão utilizadas no experimento, após a enxertia (A) e 80 dias após a enxertia (B).



Fonte: Autor, 2021.

A adubação foliar foi realizada em dose única aos 80 dias após a enxertia, nas primeiras horas do dia, com o auxílio de pulverizador costal com capacidade de 5 L. A aplicação foi feita nas superfícies abaxiais e adaxiais de todas as folhas até começar a escorrer gotículas do produto, sendo semelhante para todos os clones. A quantidade média da solução aplicada por bandeja foi de 325 mL, sendo que cada bandeja continha 60 plantas. Nos dias posteriores à adubação, foram tomados os cuidados para que a água de irrigação não tivesse o efeito de lavagem nas folhas

Foram utilizados três adubos foliares e a testemunha (sem adubo foliar). O produto comercial Master<sup>®</sup> foi utilizado na dose recomendada para frutíferas, 2 L ha<sup>-1</sup>, com as seguintes garantias fornecidas pelo fabricante: 10% N, 10% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 10% K<sub>2</sub>O. O adubo foliar Mega 10<sup>®</sup> foi empregado na dose de 4 L ha<sup>-1</sup>, com garantias de 10% p/p de N, 10% de p/p de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10% p/p de K<sub>2</sub>O, 0,1% p/p de B e 0,01 % p/p de Mo. Com relação ao FH Attivus<sup>®</sup>, a dose utilizada foi de 375 g ha<sup>-1</sup>, com as seguintes garantias do fabricante: 2% N, 1% Mg, 3,6% S, 0,1% B, 0,04% Cu, 0,05% Fe, 0,1% Mn, 0,1% Mo e 0,2% de Zn. As doses empregadas foram diluídas em volume de calda equivalente a 140 L de água. Como testemunha, as plantas que não receberam adubação foliar foram pulverizadas apenas com água.

## 5.4 Variáveis analisadas

### 5.4.1 Componentes biométricos

Aos 110 dias após a enxertia (DAE), referente a 30 dias após aplicação dos adubos foliares (DAA) e 140 DAE (60 DAA), foram avaliados os seguintes componentes biométricos de crescimento: altura das mudas (do colo à gema apical), diâmetro do caule a 5 cm do colo (ponto de enxertia) e número de folhas. A altura das mudas foi mensurada com o auxílio de uma trena, enquanto o diâmetro foi determinado com um paquímetro digital e o número de folhas foi obtido pela contagem do total de folhas expandidas de cada muda.

Aos 140 dias após a enxertia, as plantas foram separadas em parte aérea e raízes. Na ocasião, determinou-se a área foliar com o auxílio de um medidor de área foliar Li-Cor®, modelo LI-3100. As folhas foram lavadas com água, ácido clorídrico a 3% (v:v) e água deionizada, sendo colocadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingir massa constante. As raízes e os caules foram lavados em água e colocados em estufa até obter massa constante. Após a secagem, foram determinadas, em balança de precisão, as massas das matérias secas das folhas, do caule e das raízes.

Antes da aplicação dos adubos foliares (0 DAA), foram selecionadas cinco plantas de cada clone e utilizadas como parâmetros iniciais para a comparação relativa das variáveis de crescimento. Dessa maneira, as variáveis biométricas foram calculadas pela variação entre as avaliações aos 30 DAA e 60 DAA e no período inicial (0 DAA), segundo as seguintes fórmulas:

$$\Delta AP30 = AP\ 30DAA - AP\ 0DAA \quad \text{Eq. (1)}$$

$$\Delta AP60 = AP\ 60DAA - AP\ 0DAA \quad \text{Eq. (2)}$$

$$\Delta DC30 = DC\ 30DAA - DC\ 0DAA \quad \text{Eq. (3)}$$

$$\Delta DC60 = DC\ 60DAA - DC\ 0DAA \quad \text{Eq. (4)}$$

$$\Delta NF30 = NF\ 30DAA - DC\ 0DAA \quad \text{Eq. (5)}$$

$$\Delta NF60 = NF\ 60DAA - DC\ 0DAA \quad \text{Eq. (6)}$$

$$\Delta AF60 = AF\ 60DAA - AF\ 0DAA \quad \text{Eq. (7)}$$

em que: AP = altura da planta; DC = diâmetro do caule; NF = número de folhas; AF: área foliar; DAA = dias após a adubação foliar.

## 5.4.2 Variáveis de crescimento

### 5.4.2.1 Taxa de crescimento relativo (TCR) e absoluto (TCA)

A taxa de crescimento relativo e absoluto foram determinadas segundo as equações 8 e 9, respectivamente.

$$TCR = \frac{(\ln AP2 - \ln AP1)}{T2 - T1} \quad \text{Eq. (8)}$$

$$TCA = \frac{AP2 - AP1}{T2 - T1} \quad \text{Eq. (9)}$$

em que: TCR = Taxa de crescimento relativo, em  $\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ; AP1 e AP2= Altura da planta, referente aos tempos T1 e T2, respectivamente; T1 e T2= Intervalo de tempo entre as avaliações, em dias.

### 5.4.2.2 Área foliar específica (AFE)

A área foliar específica foi calculada conforme a equação 10.

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \quad \text{Eq. (10)}$$

em que: AFE = área foliar específica, em  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ; AF = área foliar, em  $\text{cm}^2$  e MSF = massa seca foliar, em g.

### 5.4.2.3 Razão de área foliar (RAF)

A razão de área foliar foi calculada segundo a equação 11.

$$RAF = \frac{AF}{MST} \quad \text{Eq. (11)}$$

em que: RAF = razão de área foliar; AF = área foliar e MST = massa seca total

#### 5.4.2.4 Razão de massa (RM)

As razões de massa foram calculadas conforme as equações 12, 13, 14 e 15, para razão de massa raiz/parte aérea, razão de massa foliar, razão de massa do caule e razão de massa da raiz, respectivamente.

$$RMRPA = \frac{MSR}{MSPA} \quad \text{Eq. (12)}$$

$$RMF = \frac{MSF}{MST} \quad \text{Eq. (13)}$$

$$RMC = \frac{MSC}{MST} \quad \text{Eq. (14)}$$

$$RMR = \frac{MSR}{MST} \quad \text{Eq. (15)}$$

em que: RMRPA, RMF, RMC, RMR = razões de massa da razão raiz-parte aérea, massa foliar, massa do caule, massa raiz, respectivamente, em g g<sup>-1</sup>; MSR, MSPA, MSF, MSR e MST = massa seca da raiz, da parte aérea, das folhas, da raiz e total, respectivamente, em g.

#### 5.4.2.5 Índice de qualidade de Dickson (IQD)

Para avaliação da qualidade das mudas, foi utilizada a metodologia proposta por Dickson, Leaf e Hosner (1960), que considera a relação entre as variáveis morfológicas, de acordo com a equação 16.

$$IQD = MST / \left( \frac{AP}{DC} \times \frac{MSPA}{MSR} \right) \quad \text{Eq. (16)}$$

em que: IQD = Índice de Qualidade de Dickson; MST = Massa seca total (g); AP = altura da planta (cm), DC - diâmetro do caule a 5 cm do colo (cm); MSPA e MSR = Massa seca da parte aérea (g) e das raízes (g), respectivamente.

### 5.4.3 Teor de nutrientes

Após secas e pesadas, as folhas foram moídas, e em seguida submetidas às digestões úmida (sulfúrica e nitro-perclórica) e seca (incineração em mufla a 600 °C), para a determinação das concentrações totais de macro e micronutrientes nos tecidos foliares, conforme procedimentos descritos em Miyazawa *et al.* (2009).

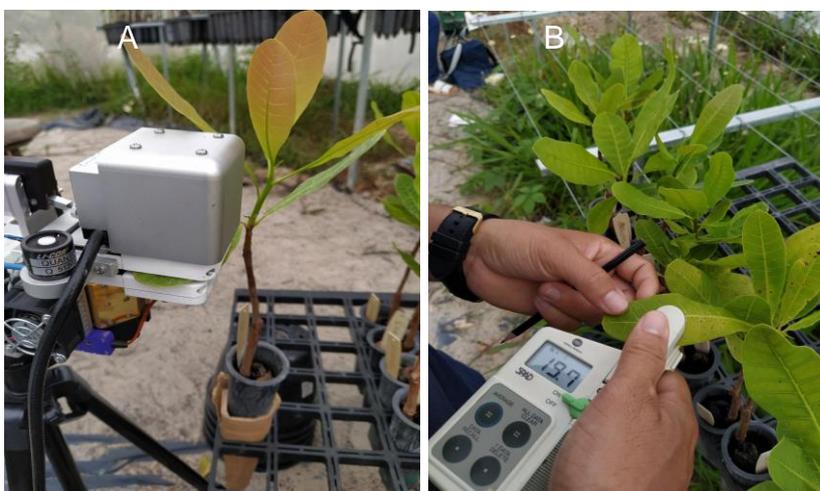
### 5.4.4 Trocas gasosas

A leitura de trocas gasosas ocorreu aos 30 e 60 dias após a aplicação dos adubos foliares, entre 08:00 e 11:00 da manhã, selecionando uma planta por unidade experimental, avaliando a terceira folha totalmente expandida (Figura 3a). Foram determinadas a taxa fotossintética líquida ( $A$ ), taxa de transpiração foliar ( $E$ ) e condutância estomática ( $g_s$ ). As leituras foram realizadas sob luz saturante ( $1.500 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), com concentração de  $\text{CO}_2$  na câmara a 400 ppm e temperatura ambiente. Para tal, foi utilizado um analisador de gases por infravermelho (IRGA modelo LI-6400-XT).

### 5.4.5 Índices relativo de clorofila e pigmentos fotossintéticos

Aos 30 e 60 dias após a aplicação dos adubos foliares foi realizada a determinação do índice relativo de clorofila em uma planta por unidade experimental, em três folhas totalmente expandidas, utilizando o clorofilômetro portátil do tipo SPAD SPAD-502 (Figura 3B). O valor médio das três folhas foi utilizado como representativo do índice SPAD da muda.

Figura 3 - Leitura das trocas gasosas (A) e do índice SPAD (B).



Fonte: Autor, 2021.

Já a quantificação dos pigmentos fotossintéticos (clorofila *a*, *b*, *total* e carotenoides) foi realizada aos 60 dias após a aplicação dos adubos foliares, segundo a metodologia proposta por Wellburn (1994), retirando-se três discos foliares, com diâmetro de 1 cm, de folhas completamente expandidas, e colocados em frascos de vidro revestidos com papel alumínio contendo 2 mL da solução de extração ((Dimetilsulfóxido (DMSO) saturado com CaCO<sub>3</sub>)), mantidos no escuro por 48 h e, em seguida, incubados em banho-maria a 65 °C por 30 min. As leituras de absorvância foram feitas em espectrofotômetro a 665, 649 e 480 nm. Os discos foliares foram lavados para retirar o excesso de solução de extração e, após secos em estufa a temperatura de 60 °C por 48 h, foi determinada a massa seca em balança de precisão. Os conteúdos de clorofila *a*, *b*, *total* e carotenoides foram estimados pelas seguintes equações:

$$\text{Clorofila } a = (12,47 \times A_{665}) - (3,62 \times A_{649}) \quad \text{Eq. (17)}$$

$$\text{Clorofila } b = (25,06 \times A_{649}) - (6,5 - A_{655}) \quad \text{Eq. (18)}$$

$$\text{Clorofila } total = (7,15 \times A_{665}) - (18,71 \times A_{649}) \quad \text{Eq. (19)}$$

$$\text{Carotenóides} = (1.000 \times A_{480} - (1,29 \times Ca - 53,78 \times Cb)) / 220 \quad \text{Eq. (20)}$$

em que: Ca, Cb e Ct = clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila *total*, respectivamente; A = absorvância em um respectivo comprimento de onda, sendo o resultado das equações expresso em µg L<sup>-1</sup> e posteriormente corrigido pela massa seca, sendo o resultado expresso em mg g<sup>-1</sup> MS.

## 5.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Scott Knott a 1% e 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Variáveis biométricas

As variáveis biométricas foram influenciadas pelos tipos de clones, fontes de adubos foliares e pela interação entre os fatores (Tabela 1).

Tabela 1 - Variação do aumento da altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas aos 30 e 60 DAA e área foliar aos 60 DAA de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.

Fatores	$\Delta$ AP30	$\Delta$ AP60	$\Delta$ DC30	$\Delta$ DC60	$\Delta$ NF30	$\Delta$ NF60	$\Delta$ AF
	----- cm -----		----- mm -----		----- unt -----		cm <sup>2</sup>
----- Adubos foliares -----							
Testemunha	1,09 b	1,62 a	0,82 a	1,47 a	2,26 a	2,53 a	59,32 b
Mega 10 <sup>®</sup>	2,18 a	2,72 a	0,82 a	1,45 a	2,73 a	2,91 a	95,16 a
FH Attivus <sup>®</sup>	1,30 b	2,28 a	0,93 a	1,52 a	2,56 a	2,52 a	76,56 b
Master <sup>®</sup>	1,91 a	2,27 a	0,66 a	1,25 a	2,92 a	2,46 a	68,08 b
----- Clones de cajueiro-anão -----							
'BRS 265'	2,17 a	2,23 b	0,98 a	1,73 a	2,87 a	2,23 b	68,20 c
'BRS 189'	2,54 a	3,24 a	0,74 a	1,53 a	2,90 a	3,12 a	85,90 b
'BRS 226'	0,86 b	1,64 b	0,88 a	1,44 a	2,77 a	2,94 a	113,60 a
'CCP 76'	1,22 b	1,86 b	0,64 a	1,02 a	1,99 b	1,56 b	51,35 c
'Embrapa 51'	1,31 b	2,15 b	0,81 a	1,40 a	2,62 a	3,20 a	54,85 c
----- Teste F -----							
Adubo (A)	4,69 *	1,86 ns	1,52 ns	1,01 ns	1,52 ns	4,22 ns	7,76 **
Clone (C)	10,23 **	4,86 **	1,72 ns	2,28 ns	2,80 *	3,64 **	14,26 **
A x C	1,80 ns	1,69 ns	2,66 **	1,69 ns	1,74 ns	0,94 ns	0,93 ns
C.V. (%) A	72,84	74,14	54,51	42,57	45,39	16,33	36,73
C.V. (%) C	60,59	56,11	53,92	53,32	37,86	19,39	40,53

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

ns; \*\* e \*: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Os adubos foliares Mega 10<sup>®</sup> e Master<sup>®</sup> promoveram maior variação no crescimento em altura até os 30 DAA, enquanto os clones 'BRS 265' e 'BRS 189' obtiveram variação de crescimento aos 30 DAA e o clone 'BRS 189' aos 60 DAA. Os adubos foliares não diferiram da testemunha quanto às variações no diâmetro do caule e número de folhas para nenhum dos períodos avaliados. Os resultados obtidos foram semelhantes aos de Santos *et al.* (2020), em que os autores avaliando o adubo foliar 20-20-20 em mudas enxertadas de cajueiro-anão 'BRS 226', não obtiveram melhorias nos valores absolutos de altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas. A altura da planta é uma das variáveis mais antigas e uma das principais formas de avaliar a qualidade das mudas, pois é um método não destrutivo e de fácil mensuração (GOMES *et al.*, 2022).

Os resultados de pesquisas sobre adubação na fase de produção de mudas de cajueiro ainda são incipientes, tendo respostas positivas e negativas para algumas variáveis de crescimento. Além do mais, a forma como é feita a adubação e a idade da planta no momento da adubação também influenciam nas respostas. Por exemplo, Santos *et al.* (2019) não obtiveram diferenças na altura das mudas enxertadas do clone 'BRS 226' utilizando adubo foliar 20-20-20. Outros exemplos, porém com adubação no substrato para a produção de porta-enxertos também não demonstraram melhorias nos parâmetros de crescimento (SERRANO *et al.*, 2015a; Serrano *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2020). Por outro lado, Serrano *et al.* (2013a) avaliando adubos de liberação controlada em porta-enxerto do clone 'CCP 06', verificaram que houve prejuízo no desenvolvimento das plantas de cajueiro, com respostas negativas na altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule e produção de matéria seca.

Foi constatada interação entre tipos de clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na variação do diâmetro do caule aos 30 DAA (Tabela 2). A utilização do adubo foliar Master<sup>®</sup> proporcionou maior variação no diâmetro do caule para os clones 'BRS 265' e 'Embrapa 51', enquanto os clones 'CCP 76' e 'Embrapa 51' obtiveram menores variações quando não houve utilização de adubo foliar, em relação aos outros clones.

Tabela 2 - Interação entre clones de cajueiro-anão e fontes de adubos foliares na variação do diâmetro do caule.

Adubo foliar	Clones				
	'BRS 265'	'BRS 189'	'BRS 226'	'CCP 76'	'Embrapa 51'
	----- mm -----				
Testemunha	1,13 aA	0,87 aA	1,22 aA	0,35 aB	0,55 aB
Mega 10 <sup>®</sup>	0,90 aA	1,21 aA	0,80 bA	0,59 aA	0,59 aA
FH Attivus <sup>®</sup>	0,91 aA	0,66 aA	1,08 aA	1,99 aA	0,99 aA
Master <sup>®</sup>	1,06 aA	0,21 bB	0,41 bB	0,64 aB	1,10 aA

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

No trabalho desenvolvido por Santos *et al.* (2020), a adubação foliar aos 30 dias após a enxertia não proporcionou incremento no diâmetro do caule, porém com uma segunda aplicação aos 45 dias, houve aumento dessa variável. Santos *et al.* (2019) observaram que o clone 'BRS 226' responde de forma diferente ao modo de aplicação do adubo foliar, apresentando aumento no diâmetro do caule, sem apresentar diferenças quanto ao número de folhas e altura da planta. O diâmetro do caule é um dos principais indicadores de qualidade de uma muda (BINOTTO *et al.*, 2020; ELOY *et al.*, 2013).

Com relação a variação no aumento do número de folhas, os adubos foliares não proporcionaram diferenças significativa. Estes resultados divergem dos obtidos por Santos *et al.* (2020), os quais observaram aumento no número de folhas com a aplicação de adubo de liberação controlada no substrato (3,70 kg m<sup>-3</sup>) para a produção do porta-enxerto e aplicação de adubo foliar 20-20-20 45 dias após a enxertia do 'BRS 226'. Santos *et al.* (2019) também não observaram melhorias no número de folhas com a aplicação do adubo foliar 20-20-20 em diversas fases do crescimento do clone 'BRS 226' após a enxertia. Quanto aos clones, eles se comportaram de maneiras distintas. Os clones 'BRS 189', 'BRS 226' e 'Embrapa 51' nos dois períodos de avaliação e o 'BRS 265' aos 30 DAA mostraram ser os clones com maior variação no aumento do número de folhas (Tabela 1).

Serrano *et al.* (2015b) não obtiveram aumento no número de folhas no clone 'BRS 226' ao fazerem uso do adubo de liberação lenta NPK 13-06-16. O 'Embrapa 51' foi um dos que se destacaram no aumento do número de folhas. No trabalho de Serrano *et al.* (2018) também foi constatado aumento do número de folhas para este clone. Segundo os autores, este fato pode ter ocorrido devido à uma característica genética deste clone, que é o surgimento precoce de ramificações laterais.

Observa-se que o adubo foliar Mega 10<sup>®</sup> promoveu maior variação na área foliar, enquanto o 'BRS 226' foi o clone com maior variação. Esta variável é muito importante para o desenvolvimento da planta, pois o aumento irá levar a uma maior área disponível para interceptação da radiação solar para a fotossíntese, que resultará em maior biomassa para as plantas.

## 6.2 Análise de crescimento

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) e área foliar específica (AFE) foram afetados pela interação entre os fatores adubo foliar e clones de cajueiro-anão, enquanto as taxas de crescimento relativo (TCR) e absoluto (TCA) foram influenciadas pelos fatores de forma isolada (Tabela 3). A AFE foi diferente para os clones e a razão de área foliar (RAF) foi influenciada pelos adubos.

As maiores taxas de crescimento relativo e absoluto aos 30 DAA foram obtidas com o Mega 10 e o Master. Quanto aos clones, o 'BRS 189' demonstrou ser superior nas duas taxas de crescimento e nos dois períodos de avaliações (30 e 60 DAA) (Tabela 3). As taxas de crescimento relativa e absoluta referem-se à variação do crescimento da altura da planta em um determinado período, permitindo uma melhor compreensão e determinação do padrão de crescimento e dos aspectos fisiológicos das plantas (FRANÇA *et al.*, 2014). Estas duas variáveis foram maiores durante a primeira fase de avaliação (30 DAA), evidenciando que as taxas de crescimento das mudas foram maiores nos primeiros dias de avaliação, tendendo a uma estabilidade de crescimento próximo ao fim da fase de produção de mudas. O comportamento semelhante foi observado por Echer *et al.* (2006), em que os autores observaram redução na taxa de crescimento das mudas de maracujazeiro ao longo do desenvolvimento das plantas.

Tabela 3 - Taxas de crescimento relativo (TCR) e absoluto (TCA) aos 30 e 60 DAA, área foliar específica (AFE) e razão de área foliar (RAF) de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.

Fatores	IQD	TCR 30	TCR 60	TCA 30	TCA 60	AFE	RAF
		-- cm cm <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> --		--- cm d <sup>-1</sup> ---		--- cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ---	
----- Adubos foliares -----							
Testemunha	0,81 a	0,0031 b	0,0016 a	0,065 b	0,042 a	150,60 a	31,70 b
Mega 10 <sup>®</sup>	0,73 a	0,0046 a	0,0028 a	0,099 a	0,062 a	159,56 a	36,99 a
FH Attivus <sup>®</sup>	0,77 a	0,0034 b	0,0025 a	0,072 b	0,053 a	157,92 a	34,53 a
Master <sup>®</sup>	0,73 a	0,0041 a	0,0025 a	0,089 a	0,054 a	149,20 a	32,33 b
----- Clones de cajueiro-anão -----							
'BRS 265'	0,85 a	0,0032 b	0,0028 c	0,072 b	0,037 b	148,10 b	30,67 a
'BRS 189'	0,73 a	0,0053 a	0,0032 a	0,116 a	0,073 a	157,00 a	34,03 a
'BRS 226'	0,76 a	0,0038 b	0,0026 b	0,086 b	0,053 b	163,35 a	36,67 a
'CCP 76'	0,67 a	0,0039 b	0,0025 b	0,082 b	0,053 b	162,90 a	35,39 a
'Embrapa 51'	0,78 a	0,0029 b	0,0022 c	0,062 b	0,048 b	140,25 b	32,68 a
----- Teste F -----							
Adubo (A)	0,63 <sup>ns</sup>	3,80 <sup>*</sup>	1,83 <sup>ns</sup>	3,77 <sup>*</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>ns</sup>	6,93 <sup>**</sup>
Clone (C)	1,94 <sup>ns</sup>	5,48 <sup>**</sup>	7,80 <sup>**</sup>	5,10 <sup>**</sup>	6,75 <sup>**</sup>	10,55 <sup>**</sup>	2,02 <sup>ns</sup>
A x C	2,00 <sup>*</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>	1,54 <sup>ns</sup>	2,69 <sup>**</sup>	1,08 <sup>ns</sup>
C.V. (%) A	32,99	47,09	53,76	50,28	57,75	11,43	13,46
C.V. (%) C	27,88	46,96	38,87	49,72	41,78	8,91	21,70

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

O aumento da taxa de crescimento das plantas em função do tempo é uma característica interessante do ponto de vista do produtor, pois visa a obtenção de mudas vigorosas em menor tempo, possibilitando rápida implantação do pomar e economia de insumos agrícolas. Além do mais, esta capacidade das plantas crescerem mais rápido é um importante mecanismo que elas têm de se adaptarem às condições adversas do ambiente. Os valores obtidos para as taxas de crescimento relativa foram superiores aos observados por Torres *et al.* (2014), ao avaliarem estresse salino em mudas de cajueiro-anão 'CCP 76'.

A aplicação dos adubos foliares não proporcionaram maiores valores de índice de qualidade de Dickson (IQD) para os clones. O maior valor de IQD foi observado no clone 'BRS 265' com a não utilização de adubo foliar. Os valores obtidos neste trabalho estão próximos dos observados por Suassuna *et al.* (2016), em que encontraram variação de 0,71 até 1,22 avaliando substratos e ambientes de cultivo. No trabalho desenvolvido por Serrano *et al.* (2019), as doses do adubo de liberação lenta utilizada no substrato propiciaram IQD variando entre 0,82 e 1,13.

Tabela 4 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares no Índice de Qualidade de Dickson.

Adubos foliares	Clones				
	'BRS 265'	'BRS 189'	'BRS 226'	'CCP 76'	'Embrapa 51'
Testemunha	1,12 aA	0,82 aB	0,82 aB	0,54 aB	0,73 aB
Mega 10 <sup>®</sup>	0,85 bA	0,72 aA	0,62 aA	0,68 aA	0,77 aA
FH Attivus <sup>®</sup>	0,76 bA	0,64 aA	0,95 aA	0,72 aA	0,79 aA
Master <sup>®</sup>	0,65 bA	0,75 aA	0,65 aA	0,73 aA	0,82 aA

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Entre as diversas formas de avaliar a qualidade das mudas, o IQD é considerado uma das medidas morfológicas mais eficientes, pois considera vários parâmetros, como robustez das plantas e equilíbrio da distribuição da fitomassa da parte aérea e raiz, considerados parâmetros importantes (ELOY *et al.*, 2013). Quanto maior o valor de IQD, melhor é a qualidade das mudas, pois geralmente implica em um maior diâmetro das mudas (CALDEIRA *et al.*, 2012). No entanto, os autores ressaltam que este fator de avaliação é variável com a espécie, manejo, substrato, recipiente e idade de avaliação das mudas.

A interação entre os adubos e os clones afetaram a área foliar específica (AFE) (Tabela 5), de modo que a resposta dos clones foi diferenciada para os adubos. A aplicação do Mega 10<sup>®</sup> e do FH Attivus<sup>®</sup> promoveu aumento na AFE nos clones 'BRS 265' e 'BRS 189', respectivamente, em relação aos demais adubos e ao tratamento testemunha. Para o clone 'BRS 226' o Mega 10<sup>®</sup> não diferiu do tratamento testemunha, mas apresentou valores de AFE superiores ao FH Attivus<sup>®</sup> e Master<sup>®</sup>. Quanto aos clones 'CCP 76' e 'Embrapa 51', não houve diferença quanto à aplicação

dos adubos foliares. Segundo Barreiro *et al.* (2006), a AFE é um índice fisiológico que representa a expansão foliar sem acúmulo de matéria seca. O aumento na área foliar específica é resultado do incremento em área foliar (ECHER *et al.*, 2006), como observado para o clone 'BRS 226' que obteve maior variação na área foliar e um dos maiores em área foliar específica.

Tabela 5 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na área foliar específica.

Adubos foliares	Clones				
	'BRS 265'	'BRS 189'	'BRS 226'	'CCP 76'	'Embrapa 51'
	----- cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> -----				
Testemunha	130,77 bB	148,34 bB	172,87 aA	161,34 aA	139,33 aB
Mega 10 <sup>®</sup>	165,70 aA	154,80 bB	174,33 aA	164,02 aA	138,94 aB
FH Attivus <sup>®</sup>	145,99 bB	172,68 aA	158,15 bA	171,74 aA	140,72 aB
Master <sup>®</sup>	149,66 bA	152,07 bA	148,01 bA	154,33 aA	141,55 aA

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Os adubos foliares proporcionaram maior razão de área foliar (RAF), com destaque para o Mega 10 e o FH Attivus, enquanto os clones demonstraram valores semelhantes (Tabela 3). A RAF expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo a unidade de área responsável para produzir uma unidade de massa seca. Esta variável representa a eficiência da área foliar da planta que é utilizada para assimilar carbono para a produção de matéria seca por meio da fotossíntese (FRANÇA *et al.*, 2014).

### 6.3 Produção de biomassa

Os adubos foliares utilizados não foram eficientes para proporcionar aumento na massa de matéria seca de folhas, caule e parte aérea das mudas de cajueiro-anão. Já para a massa de matéria seca de raízes e total (parte aérea + raízes) verificou-se interação entre os fatores tipos de clone e tipos de adubos (Tabela 6).

Tabela 6 - Massa de matéria seca das folhas (MSF), do caule (MSC), da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST) de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.

Fatores	MSF	MSC	MSPA	MSR	MST
----- g por planta -----					
----- Adubos foliares -----					
Testemunha	0,49 a	0,91 a	1,37 a	0,87 a	2,24 a
Mega 10 <sup>®</sup>	0,67 a	0,93 a	1,57 a	0,87 a	2,49 a
FH Attivus <sup>®</sup>	0,54 a	0,97 a	1,51 a	0,89 a	2,35 a
Master <sup>®</sup>	0,55 a	1,00 a	1,55 a	0,86 a	2,35 a
----- Clones de cajueiro-anão -----					
'BRS 265'	0,60 a	0,68 b	1,28 b	0,77 b	1,97 b
'BRS 189'	0,56 b	1,16 a	1,71 a	0,86 b	2,50 a
'BRS 226'	0,68 a	0,77 b	1,40 b	0,81 b	2,26 b
'CCP 76'	0,46 b	1,03 a	1,79 b	0,98 a	2,46 a
'Embrapa 51'	0,52 b	1,14 a	1,62 a	0,95 a	2,58 a
----- Teste F -----					
Adubo (A)	2,84 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>
Clone (C)	3,99 <sup>**</sup>	9,04 <sup>**</sup>	3,06 <sup>*</sup>	3,02 <sup>*</sup>	2,82 <sup>*</sup>
A x C	1,27 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>	1,93 <sup>*</sup>	2,01 <sup>*</sup>
C.V. (%) A	39,07	31,81	31,89	30,97	30,51
C.V. (%) C	32,76	33,96	29,59	26,88	27,44

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

<sup>ns</sup>; <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

No trabalho desenvolvido por Santos *et al.* (2019) também não foi observado aumento nas massas de matéria seca do caule e das raízes, ao testarem diversas formas de aplicação do adubo foliar 20-20-20 em mudas enxertadas de cajueiro-anão do clone 'BRS 226', em relação ao tratamento em que não houve adubação foliar.

Santos *et al.* (2020) também não observaram aumento na massa de matéria seca de folhas em relação ao tratamento testemunha quando o adubo foliar 20-20-20 foi aplicado 45 dias após a enxertia do 'BRS 226'. Por outro lado, a aplicação do adubo de liberação controlada no momento de enchimento dos tubetes ou a adubação foliar 30 dias após a semeadura, ambos associados a adubação foliar 45 dias após a enxertia, resultaram em aumento na massa de matéria seca de folhas, em relação ao tratamento testemunha.

A ocorrência de efeito significativo entre os clones e os adubos na massa de matéria seca da raiz e massa seca total (Tabela 7), sugere que os diversos clones respondem de maneira diferente aos adubos utilizados. Os clones 'CCP 76' e 'Embrapa 51' responderam positivamente a aplicação foliar do Mega 10 na massa de matéria seca de raízes. Já a aplicação do Master resultou em maior variação da massa de matéria seca de raízes e total para os clones 'BRS 189', 'CCP 76' e 'Embrapa 51'. Alguns autores têm relatado que a massa seca total é umas das variáveis mais importantes para indicar a qualidade de uma muda (BINOTTO *et al.*, 2020; ELOY *et al.*, 2013), sendo um ótimo indicativo da capacidade das mudas de resistir às adversidades ambientais (SANTOS *et al.*, 2019).

Na pesquisa realizada por Santos *et al.* (2019), com a aplicação do adubo foliar 20-20-20 em diferentes taxas e épocas de aplicação em mudas de cajueiro-anão 'BRS 226', foi verificado que a aplicação aos 45 e 60 dias após a enxertia na dose recomendada de 50%; 60 ou 80 dias após a enxertia na dose 100% resultaram em maior massa de matéria seca de folhas em relação ao tratamento testemunha. Os autores também verificaram aumento nas massas de matéria seca da raiz com a aplicação do adubo foliar aos 45 e 60 dias após a enxertia na dose recomendada de 50% ou aplicação única aos 80 dias após a enxertia, em comparação ao tratamento controle.

Tabela 7 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na massa de matéria seca de raízes e total.

Adubo	'BRS 265'	'BRS 189'	'BRS 226'	'CCP 76'	'Embrapa 51'
----- g por planta -----					
----- Massa de matéria seca das raízes -----					
Testemunha	1,00 aA	0,90 aA	0,85 aA	0,77 aA	0,84 aA
Mega 10 <sup>®</sup>	0,72 aB	0,82 aB	0,56 aB	1,06 aA	1,04 aA
FH Attivus <sup>®</sup>	0,74 aA	0,66 aA	1,01 aA	0,99 aA	0,90 aA
Master <sup>®</sup>	0,34 aB	0,88 aA	0,66 aB	1,09 aA	1,04 aA
----- Massa de matéria seca total -----					
Testemunha	2,32 aA	2,66 aA	2,19 aA	1,93 aA	2,09 aA
Mega 10	1,97 aA	2,72 aA	1,78 aA	2,84 aA	2,67 aA
FH Attivus	2,13 aA	2,00 aA	2,78 aA	2,37 aA	2,45 aA
Master	1,47 aB	2,61 aA	1,87 aB	2,72 aA	3,08 aA

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

A única variável que respondeu a aplicação dos adubos foliares foi a razão de massa foliar, enquanto os clones de cajueiro-anão foram semelhantes para todas as variáveis. O adubo foliar Mega 10<sup>®</sup> proporcionou maior razão de massa foliar em relação aos demais adubos foliares e ao tratamento testemunha. A razão da massa foliar é um índice fisiológico utilizado para avaliar a eficiência da translocação de fotoassimilados. Assim, segundo Magalhães (1979), a razão da massa foliar refere-se à quantidade de matéria seca que não foi exportada das folhas para as outras partes da planta. Dessa forma, pode-se presumir que as folhas que se desenvolveram com a aplicação do adubo foliar Mega 10<sup>®</sup> exportaram menos fotoassimilados do que as que receberam outros adubos foliares. Este maior valor obtido para razão de massa foliar pode ser devido à maior área foliar obtida com a aplicação do mesmo produto foliar (Tabela 8).

Tabela 8 - Razões de massa da relação raiz/parte aérea (RMRPA), de folhas (RMF), do caule (RMC) e da raiz (RMR) de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.

Fatores	RMRPA	RMF	RMC	RMR
----- g g <sup>-1</sup> -----				
----- Adubos foliares -----				
Testemunha	0,40 a	0,21 b	0,50 a	0,29 a
Mega 10 <sup>®</sup>	0,38 a	0,23 a	0,51 a	0,27 a
FH Attivus <sup>®</sup>	0,39 a	0,22 b	0,51 a	0,28 a
Master <sup>®</sup>	0,37 a	0,22 b	0,52 a	0,27 a
----- Clones de cajueiro-anão -----				
'BRS 265'	0,40 a	0,21 a	0,52 a	0,29 a
'BRS 189'	0,39 a	0,21 a	0,52 a	0,28 a
'BRS 226'	0,37 a	0,22 a	0,52 a	0,27 a
'CCP 76'	0,39 a	0,22 a	0,51 a	0,28 a
'Embrapa 51'	0,38 a	0,23 a	0,50 a	0,27 a
----- Teste F -----				
Adubo (A)	1,05 <sup>ns</sup>	3,60 <sup>*</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>
Clone (C)	0,70 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	2,11 <sup>ns</sup>
A x C	1,99 <sup>**</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>
C.V. (%) A	11,43	10,36	11,43	10,70
C.V. (%) C	8,91	16,10	8,00	8,35

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

<sup>ns</sup>; <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

A razão de massa entre raiz e parte aérea (RMRPA) foi influenciada pela interação entre os cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares (Tabela 9). A testemunha exerceu menor influência na RMRPA para os clones 'BRS 189', 'BRS 226', 'CCP 76' e 'Embrapa 51', tendo as outras fontes de adubos influenciado semelhantemente os clones (Tabela 9). Dentre os clones de cajueiro-anão, o 'BRS 265' foi o único que apresentou diferenças na RMRPA. Os menores valores de

RMRPA com a aplicação dos adubos foliares em relação ao tratamento testemunha pode ser explicados pelo aumento da massa de parte aérea promovidos pelos adubos.

A RMRPA é considerada um importante fator de qualidade das mudas, principalmente quando se refere ao pegamento após o transplante no campo (ECHER *et al.*, 2006), pois quanto maior este valor, maior será a translocação de fotoassimilados para as raízes, o que poderá ajudar na estabilização da planta no solo.

Tabela 9 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na razão de massa da raiz e parte aérea.

Adubo	Clones				
	'BRS 265'	'BRS 189'	'BRS 226'	'CCP 76'	'Embrapa 51'
	----- g g <sup>-1</sup> -----				
Testemunha	0,47 aA	0,40 aB	0,39 aB	0,36 aB	0,38 aB
Mega 10 <sup>®</sup>	0,40 bA	0,37 aA	0,27 aA	0,38 aA	0,39 aA
FH Attivus <sup>®</sup>	0,39 bA	0,32 aA	0,39 aA	0,40 aA	0,37 aA
Master <sup>®</sup>	0,30 cA	0,40 aA	0,36 aA	0,40 aA	0,36 aA

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

#### 6.4 Índice SPAD e teores de pigmentos

Os adubos foliares influenciaram somente o índice SPAD aos 60 DAA e a clorofila total, enquanto os clones foram diferentes para todas as variáveis, exceto para o SPAD aos 60 DAA (Tabela 10).

Os valores de índice SPAD foram significativos somente na segunda avaliação, sendo que os tratamentos que receberam adubação foliar tiveram maiores valores em relação ao tratamento testemunha (Tabela 10). Os resultados obtidos estão de acordo com os observados na literatura, em que diversos trabalhos relataram aumento do índice SPAD com doses de adubos (LEONARDO *et al.*, 2013; MIYAKE *et al.*, 2017).

Tabela 10 - Índice SPAD e teores de clorofila a, b e total e de carotenoides de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares

Fatores	SPAD 30	SPAD 60	Clor a	Clor b	Clor total	Carotenóides
----- mg g <sup>-1</sup> MS -----						
----- Adubos foliares -----						
Testemunha	26,72 a	26,95 b	1,90 a	1,24 a	3,04 b	1,23 a
Mega 10 <sup>®</sup>	28,30 a	29,20 a	1,86 a	1,29 a	3,13 b	1,23 a
FH Attivus <sup>®</sup>	26,65 a	29,82 a	2,13 a	1,50 a	3,56 a	1,39 a
Master <sup>®</sup>	27,58 a	28,82 a	2,13 a	1,43 a	3,49 a	1,35 a
----- Clones de cajueiro-anão -----						
'BRS 265'	26,41 b	29,04 a	2,28 a	1,59 a	3,40 a	1,52 a
'BRS 189'	28,81 a	29,98 a	2,03 a	1,48 a	3,44 a	1,52 a
'BRS 226'	29,36 a	29,36 a	2,10 a	1,41 a	3,45 a	1,35 a
'CCP 76'	25,29 b	27,88 a	2,06 a	1,34 a	3,45 a	1,27 a
'Embrapa 51'	26,14 b	27,24 a	1,54 b	0,99 b	2,50 b	0,99 b
----- Teste F -----						
Adubo (A)	1,21 <sup>ns</sup>	2,94 <sup>**</sup>	2,40 <sup>ns</sup>	1,79 <sup>ns</sup>	2,71 <sup>**</sup>	1,41 <sup>ns</sup>
Clone (C)	3,15 <sup>*</sup>	1,15 <sup>ns</sup>	4,45 <sup>**</sup>	3,86 <sup>**</sup>	4,73 <sup>**</sup>	5,29 <sup>**</sup>
A x C	0,92 <sup>ns</sup>	1,39 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>
C.V. (%) A	15,30	12,55	23,80	33,15	23,59	26,83
C.V. (%) C	16,46	16,25	29,09	38,02	30,24	28,60

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Há diversos trabalhos (Amarante *et al.*, 2008; Leonardo *et al.*, 2013; Pôrto *et al.*, 2014; Maia Junior *et al.*, 2017) na literatura indicando a correlação do índice SPAD com o teor de clorofila total e o teor de N. Devida essa alta correlação, essa técnica possibilita a avaliação indireta do teor de clorofila total, bem como a caracterização do estado nutricional de nitrogênio nas plantas (LEONARDO *et al.*, 2013; PÔRTO *et al.*, 2014), permitindo o diagnóstico rápido e simples, sem

comprometer a estrutura foliar das plantas, sendo feita diretamente no campo (AMARANTE *et al.*, 2008).

Quanto aos teores de pigmentos, somente a clorofila total foi influenciada pelos adubos foliares, sendo maiores para o FH Attivus e o Master (Tabela 10). Esta elevação nos teores de clorofila irá refletir em maiores áreas para absorção de luz para o processo fotossintético, o que poderá resultar em aumento na produção de matéria. Já os clones de cajueiro-anão apresentaram diferenças entre si quanto aos pigmentos avaliados (clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenóides).

Em trabalhos para outras culturas (LEONARDO *et al.*, 2013; Elli *et al.*, 2013) também foram observados aumento nos teores de clorofila com a utilização de adubos. O teor de clorofila nas folhas tem alta correlação com a produtividade das culturas (SILVA *et al.*, 2012). Assim, o aumento nos teores de clorofila na fase de muda pode vir a refletir em maiores teores de clorofila, levando a maior desenvolvimento da planta em plantas adultas

## 6.5 Trocas gasosas

A aplicação dos adubos foliares afetou todas as variáveis de trocas gasosas (Tabela 11). Os clones também demonstraram valores diferentes, exceto na taxa de fotossíntese líquida (*A*) e na condutância estomática (*gs*) aos 60 DAA. Houve significância entre os fatores para todas as variáveis, exceto para *gs* aos 60 DAA. Na literatura são escassos trabalhos referentes as respostas fisiológicas da cultura do cajueiro e adubação, especialmente na fase de produção de mudas.

Tabela 11 - Taxa de taxa fotossintética líquida (*A*), condutância estomática (*gs*) e taxa de transpiração foliar (*E*) aos 30 e 60 DAA de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de fontes de adubos foliares.

Fatores	A30	A60	<i>gs</i> 30	<i>gs</i> 60	E30	E60
	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$		$\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	
	----- Adubos foliares -----					
Testemunha	2,46 c	2,63 b	0,030 d	0,21 b	1,22 d	1,22 d
Mega 10 <sup>®</sup>	6,36 b	7,24 a	0,058 c	0,26 a	2,17 c	2,17 c
FH Attivus <sup>®</sup>	7,33 a	8,01 a	0,081 b	0,27 a	2,84 b	2,84 b
Master <sup>®</sup>	7,94 a	8,40 a	0,093 a	0,28 a	3,23 a	3,23 a

----- Clones de cajueiro-anão -----						
'BRS 265'	5,54 b	6,77 a	0,060 b	0,25 a	2,30 b	2,30 b
'BRS 189'	6,50 a	6,62 a	0,080 a	0,26 a	2,82 a	2,82 b
'BRS 226'	5,99 b	5,84 a	0,056 b	0,25 a	2,25 b	2,30 b
'CCP 76'	5,33 b	7,11 a	0,060 b	0,27 a	2,10 b	2,10 b
'Embrapa 51'	6,75 a	6,52 a	0,068 b	0,23 a	2,36 b	2,35 a
----- Teste F -----						
Adubo (A)	81,11 **	23,79 **	97,35 **	5,17 *	115,35 **	115,35 **
Clone (C)	3,72 *	1,18 ns	3,66 *	1,16 ns	4,87 **	4,87 **
A x C	5,06 **	1,99 *	7,78 **	1,00 ns	9,60 **	9,60 **
C.V. (%) A	20,31	37,26	19,18	22,72	15,43	15,43
C.V. (%) C	20,91	26,14	28,44	21,50	20,69	20,70

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

ns; \*\* e \*: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Para todos os clones de cajueiro-anão observou-se menores valores de taxa fotossintética líquida nos tratamentos que não receberam adubação (Tabela 12). Por outro lado, os fertilizantes Master® e FH Attivus® se destacaram nos dois períodos de avaliação para quase todos os clones. Com os resultados obtidos sugere-se que as mudas de cajueiro-anão que não receberam adubação foliar sofreram estresse nutricional, o que pode ter limitado o desempenho fisiológico das plantas, prejudicando nas trocas gasosas. Assim, a aplicação de adubos foliares resultou em melhoria no processo fotossintético, implicando em maior fixação de CO<sub>2</sub>, o que pode vir a ser utilizado para maior produção de biomassa pela planta.

Tabela 12 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na taxa fotossintética líquida aos 30 e 60 DAA.

Adubo	Clones				
	'BRS 265'	'BRS 189'	'BRS 226'	'CCP 76'	'Embrapa 51'
----- $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ -----					
----- Fotossíntese líquida aos 30 DAA -----					
Testemunha	2,17 bA	2,36 cA	2,31 bA	2,07 cA	3,39 dA
Mega 10 <sup>®</sup>	7,77 aA	6,66 bA	6,93 aA	5,13 bB	5,29 cB
FH Attivus <sup>®</sup>	5,69 aB	6,48 bB	7,56 aB	6,38 bB	10,54 aA
Master <sup>®</sup>	6,52 aB	10,51 aA	7,14 aB	7,74 aB	7,81 bB
----- Fotossíntese líquida aos 60 DAA -----					
Testemunha	3,65 bA	1,39 bA	2,71 bA	2,30 cA	3,11 cA
Mega 10	7,39 aA	8,64 aA	6,59 aA	7,71 bA	5,87 bA
FH Attivus	7,23 aB	7,16 aB	6,63 aB	10,78 aA	8,25 aB
Master	8,82 aA	9,29 aA	7,43 aA	7,63 bA	8,85 aA

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Analisando o comportamento da condutância estomática aos 60 DAA, verifica-se que os clones não diferiram entre si (Tabela 13). Porém, quanto ao uso de adubos foliares, foram observados menores valores nas plantas que não receberam adubação foliar. Aos 30 DAA verificou-se efeito da interação entre os fatores, sendo que o adubo foliar Master se destacou em todos os clones, com exceção do 'BRS 265'. O adubo foliar FH Attivus para os clones 'BRS 265', 'BRS 226' e 'Embrapa 51' foi responsável por maiores valores condutância estomática.

Os valores obtidos de condutância estomática foram abaixo dos observados por outros autores (AMORIM *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2010). Os dados na primeira avaliação foram muito inferiores aos obtidos na segunda avaliação, indicando que nesse período as plantas estavam passando por algum estresse. Cavalcanti *et al.* (2008) verificaram que o clone 'CCP 76' teve a resistência estomática afetada pelo estresse hídrico.

Tabela 13 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na condutância estomática aos 30 DAA.

Adubo	Clones				
	'BRS 265'	'BRS 189'	'BRS 226'	'CCP 76'	'Embrapa 51'
	----- mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> -----				
Testemunha	0,04 bA	0,02 dA	0,04 cA	0,02 cA	0,03 bA
Mega 10 <sup>®</sup>	0,08 aA	0,06 cB	0,05 bB	0,06 bB	0,04 bB
FH Attivus <sup>®</sup>	0,07 aB	0,08 bB	0,08 aB	0,06 bB	0,11 aA
Master <sup>®</sup>	0,05 bC	0,15 aA	0,06 aC	0,10 aB	0,10 aB

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Quando estão sob algum estresse abiótico, as plantas utilizam mecanismos de fechamento dos estômatos para reduzir as perdas de água, aumentando a resistência estomática e diminuindo a condutância estomática. Assim, ocorre menor influxo de CO<sub>2</sub> para a parte interna das folhas, resultando em redução do substrato para a atividade da Rubisco, com consequente diminuição da taxa fotossintética líquida. Dessa maneira, as plantas que não receberam adubação foliar tiveram menores valores de condutância estomática, o que diminuiu a taxa de fotossíntese líquida (Tabela 12). Amorim (2019) observou diminuição da condutância estomática com baixas doses de Fe em mudas de cajueiro-anão cultivadas em solução nutritiva.

Quanto à taxa de transpiração foliar, os clones responderam de maneira diferente aos adubos foliares. A não aplicação de um adubo foliar proporcionou menores taxa de transpiração foliar para todos os clones avaliados, ao passo que os adubos FH Attivus<sup>®</sup> e o Master<sup>®</sup> foram os produtos que proporcionaram maiores valores de transpiração (Tabela 14).

A exemplo do que houve para a fotossíntese líquida e condutância estomática, os valores da taxa transpiratória foram inferiores quando as plantas não receberam adubação foliar, fato observado para todos os clones. Com esses resultados, observa-se que o estresse nutricional causou desordens fisiológicas nas plantas, assim como pode ser causada por outros tipos de estresse, como o hídrico (LIMA *et al.*, 2010; CAVALCANTI *et al.*, 2008) e salino. Os baixos valores de taxa de transpiração foliar reduzem o fluxo de água no xilema, levando à maiores dificuldades

para o transporte de água e solutos ao longo da planta, podendo prejudicar seu desenvolvimento.

Tabela 14 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares na taxa de transpiração foliar aos 30 e 60 DAA.

Adubo	Clones				
	'BRS 265'	'BRS 189'	'BRS 226'	'CCP 76'	'Embrapa 51'
----- mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> -----					
----- taxa de transpiração foliar 30 DAA -----					
Testemunha	1,72 bA	1,06 cB	1,52 bA	0,85 cB	0,97 bB
Mega 10 <sup>®</sup>	2,98 aA	2,29 bC	2,03 bC	2,06 bC	1,49 bC
FH Attivus <sup>®</sup>	2,55 aB	2,94 aA	3,04 aA	2,22 bB	3,44 aA
Master <sup>®</sup>	1,95 bC	4,98 aA	2,41 aC	3,28 aB	3,52 aB
----- taxa de transpiração foliar 60 DAA -----					
Testemunha	1,72 bA	1,06 cB	1,52 bA	0,85 cB	0,97 bB
Mega 10	2,98 aA	2,29 bB	2,03 bB	2,06 bB	1,49 bB
FH Attivus	2,55 aB	2,94 bA	3,04 aA	2,22 bB	3,44 aA
Master	1,95 bC	4,98 aA	2,41 aC	3,28 aB	3,52 aB

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

## 6.6 Estado nutricional das plantas

Observa-se que para os macronutrientes e o sódio, os adubos foliares avaliados não promoveram diferenças nos seus teores (Tabela 15). Quanto aos clones, com exceção do nitrogênio, todos os nutrientes mostraram ter diferentes teores. Os teores foliares dos macronutrientes para os 5 clones avaliados seguiram a ordem decrescente: N > K > Ca > Mg > P > S. Nas pesquisas desenvolvidas por Cavalcante JR *et al.* (2019) e Taniguchi *et al.* (2017), foi observado que os clones de cajueiro-anão possuem a seguinte ordem decrescente de acúmulo nutricional: N > K > P > Mg > Ca > S.

Com os resultados obtidos para os macronutrientes, observa-se a resposta diferenciada dos clones à adubação foliar, semelhante aos observados por (SANTOS *et al.*, 2019). De fato, como demonstrado por Cavalcante Jr *et al.* (2019), os clones de

cajueiro possuem demandas nutricionais diferentes. Além do mais, como foi utilizada dose semelhante de adubos para todos os clones, isso pode ter feito com que algum clone não tenha recebido a sua nutrição adequada, visto que os clones possuem características diferentes de porte e eficiências nutricionais, portanto, exigências diferentes. Assim, Santos *et al.* (2019) sugerem que para melhorar a eficiência e uso dos adubos foliares em mudas de cajueiro-anão, é necessário avaliar os fatores que possam interferir na absorção, translocação e utilização dos nutrientes pelas plantas.

Nas pesquisas desenvolvidas por Santos *et al.* (2019) e Santos *et al.* (2020) com adubação foliar na produção de mudas enxertadas do clone 'BRS 226' também não observaram aumento nos teores de macronutrientes com a utilização do adubo foliar, em relação ao tratamento controle.

Tabela 15 - Teores de macronutrientes e de sódio nas folhas de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de adubos foliares.

Fatores	N	P	K	Ca	Mg	S	Na
----- g kg <sup>-1</sup> -----							
----- Adubos foliares -----							
Testemunha	11,99 a	0,91 a	9,29 a	3,69 a	2,75 a	0,87 a	4,45 a
Mega 10 <sup>®</sup>	11,89 a	1,00 a	9,87 a	3,74 a	2,74 a	0,90 a	4,37 a
FH Attivus <sup>®</sup>	11,57 a	0,97 a	9,38 a	3,78 a	2,81 a	0,86 a	4,41 a
Master <sup>®</sup>	12,21 a	0,96 a	9,51 a	3,65 a	2,68 a	0,89 a	4,25 a
----- Clones de cajueiro-anão -----							
'BRS 265'	12,08 a	0,88 b	8,86 d	3,15 c	2,56 b	0,88 a	4,35 b
'BRS 189'	11,71 a	0,93 b	8,72 d	3,29 c	2,68 b	0,90 a	4,18 b
'BRS 226'	12,36 a	1,07 a	10,99 a	4,18 a	2,98 a	0,96 a	4,34 b
'CCP 76'	12,12 a	0,98 b	9,97 b	4,41 a	2,93 a	0,83 b	4,38 b
'Embrapa 51'	11,31 a	0,96 b	9,33 c	3,55 b	2,58 b	0,83 b	4,68 a
----- Teste F -----							
Adubo (A)	0,22 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>
Clone (C)	1,41 <sup>ns</sup>	4,20 <sup>**</sup>	19,23 <sup>**</sup>	25,26 <sup>**</sup>	7,84 <sup>**</sup>	5,19 <sup>**</sup>	3,12 <sup>*</sup>
A x C	2,10 <sup>*</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>
C.V. (%) A	18,38	17,81	11,20	12,52	12,55	11,55	11,64
C.V. (%) C	10,06	12,54	8,28	10,24	9,00	9,36	8,18

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

ns; \*\* e \*: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Os teores de P, K e Mg determinados neste trabalho foram inferiores aos observados por Santos *et al.* (2019, 2020) em folhas de mudas de cajueiro anão do clone 'BRS 226'. Quanto ao Ca e S, os resultados obtidos com o mesmo clone neste trabalho (4,18 g kg<sup>-1</sup> para Ca e 0,96 g kg<sup>-1</sup> para S) foram superiores aos observados por Santos *et al.* (2019, 2020), em que os autores obtiveram variação entre 3,3 g kg<sup>-1</sup> e 3,9 g kg<sup>-1</sup> para Ca e entre 9,5 g kg<sup>-1</sup> e 0,8 g kg<sup>-1</sup> para S.

O nitrogênio foi o único nutriente em que houve significância entre os fatores analisados (Tabela 16). Verificou-se que com a aplicação do adubo foliar Mega 10<sup>®</sup>, os clones apresentaram teores de nitrogênio diferenciados. Dessa maneira, o conteúdo de N foi menor para o Mega 10 quando foi utilizado os clones 'BRS 189', 'CCP 76' e 'Embrapa 51'. Os valores obtidos foram superiores aos observados em outros trabalhos para o clone 'BRS 226' (SANTOS *et al.*, 2019; 2020).

Tabela 16 - Interação entre os clones de cajueiro-anão e as fontes de adubos foliares no teor de nitrogênio das folhas.

Adubo	'BRS 265'	'BRS 189'	'BRS 226'	'CCP 76'	'Embrapa 51'
	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
Testemunha	11,3 aA	11,2 aA	12,7 aA	12,4 aA	12,3 aA
Mega 10 <sup>®</sup>	12,9 aA	11,1 aB	13,8 aA	11,0 aB	10,6 aB
FH Attivus <sup>®</sup>	11,0 aA	11,7 aA	12,0 aA	12,5 aA	10,6 aA
Master <sup>®</sup>	13,1 aA	12,7 aA	10,9 aA	12,5 aA	11,8 aA

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

O clone 'BRS 226' apresentou o maior teor de nutrientes, sendo superior aos demais nos teores de P e K. Quanto ao Ca e Mg, o clone 'BRS 226' e 'CCP 76' apresentam valores maiores e semelhantes. Com relação ao S, foram identificados que os clones 'BRS 265', BRS '189' e 'BRS 226' apresentaram maior teor. Os clones "BRS 265' e 'BRS 189' mostraram os menores teores de P, K, Ca e Mg, enquanto o

S foi menor para 'CCP 76' e 'Embrapa 51'. Os clones 'BRS 265' e 'BRS 189' foram inferiores aos outros clones para os macronutrientes, com exceção do S (Tabela 15).

O fato de o clone 'BRS 226' ter se destacado nos teores de nutrientes nas folhas pode ser devido à produção de matéria seca das folhas ter sido maior para este clone. O oposto foi observado para os clones 'BRS 265' e 'BRS 189', que obtiveram menores teores de macronutrientes e massa seca das folhas. Cavalcante Jr *et al.* (2019) observaram que os clones que acumularam maior quantidade de nutrientes foram os que obtiveram maior produção de matéria seca da parte aérea e das raízes.

Com relação aos micronutrientes, exceto o B, todos os micronutrientes responderam à aplicação dos adubos foliares (Tabela 17), enquanto para os clones, somente o manganês obteve teor diferente. As sequências que mais predominaram no teor de nutrientes foram Fe > B ou Mn > Cu ou Zn. No trabalho desenvolvido por Cavalcante Jr *et al.* (2019) com 12 clones de cajueiro, foi observado que a quase totalidade dos clones obedeceram à seguinte ordem de teor de micronutrientes: Fe > Mn > Cu > B > Zn.

Tabela 17 - Teores de micronutrientes nas folhas de mudas de clones de cajueiro-anão em função da aplicação de adubos foliares.

Fatores	Cu	Fe	Zn	Mn	B
----- mg kg <sup>-1</sup> -----					
----- Adubos foliares -----					
Testemunha	16,13 a	38,67 b	12,33 b	17,07 b	18,13 a
Mega 10 <sup>®</sup>	9,27 c	38,87 b	12,07 b	15,73 b	19,67 a
FH Attivus <sup>®</sup>	17,40 a	41,00 b	13,47 b	19,53 b	20,60 a
Master <sup>®</sup>	13,53 b	55,13 a	22,60 a	16,07 a	19,20 a
----- Clones de cajueiro-anão -----					
'BRS 265'	15,33 a	50,83 a	25,67 a	28,83 a	24,00 a
'BRS 189'	14,00 a	40,08 a	15,17 a	17,50 b	17,83 a
'BRS 226'	15,33 a	43,83 a	14,08 a	16,33 b	20,00 a
'CCP 76'	11,92 a	41,83 a	15,75 a	18,58 b	17,25 a
'Embrapa 51'	15,17 a	40,50 a	14,92 a	16,75 b	17,92 a
----- Teste F -----					

Adubo (A)	42,53 **	23,12 **	45,65 **	18,68 **	0,82 ns
Clone (C)	0,76 ns	1,95 ns	0,59 ns	17,08 **	2,19 ns
A x C	0,61 ns	1,15 ns	1,50 ns	0,74 ns	0,36 ns
C.V. (%) A	15,15	14,62	19,06	20,98	22,63
C.V. (%) C	38,61	25,11	20,01	22,37	33,50

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

ns; \*\* e \*: Não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Observa-se que o adubo foliar Master<sup>®</sup> proporcionou maiores teores de Zn, Fe e Mn. Por outro lado, o adubo foliar Mega 10<sup>®</sup> foi o que levou aos menores teores de todos os micronutrientes. O FH Attivus<sup>®</sup> e a testemunha apresentaram-se de maneira semelhante. Quanto aos clones, somente o manganês foi diferente entre eles, sendo superior para no 'BRS 265' (Tabela 17).

Segundo Esashika; Oliveira e Moreira (2011), a adubação foliar é uma importante técnica utilizada para o suprimento de micronutrientes, pois a adubação via solo somente uma parte dos elementos alcançam o sistema radicular. Assim, esta técnica pode ser considerada para suprir as exigências nutricionais das plantas, visto que a aplicação do adubo foliar Master foi mais eficiente para todos os micronutrientes.

Devido à baixa mobilidade de redistribuição dos micronutrientes nas plantas, os teores foliares dependem do modo como os adubos foliares são aplicados, sendo influenciado por vários fatores, como o parcelamento da dose recomendada e do período de desenvolvimento da planta no momento da aplicação. Por exemplo, Santos *et al.* (2019) verificaram que a aplicação do adubo foliar 20-20-20 aos 45 e 60 dias após a enxertia com 100% da dose recomendada, bem como a aplicação de 100 % da dose recomendada aos 80 dias após a enxertia, proporcionaram maiores teores de B em mudas de cajueiro-anão do clone 'BRS 226'. Por outro lado, a aplicação do produto aos 45 e 60 dias após a enxertia na dose de 50% da recomendação levou a menores valores para Zn e Mn. No trabalho desenvolvido por Santos *et al.* (2020) para o clone 'BRS 226', foi verificado que as formulações dos adubos foliares aplicados não influenciaram em maiores conteúdos de micronutrientes, sendo que algumas formas resultaram em menores teores.

Comparando os valores obtidos para o clone 'BRS 226' com aqueles observados por outros autores (SANTOS *et al.*, 2019; 2020), os resultados obtidos neste trabalho foram inferiores, com exceção do B. Segundo Santos et al. (2019), uma das possíveis causas da baixa absorção de nutrientes pelas folhas de cajueiro-anão, é o fato de a cutícula foliar ser muito espessa para evitar perdas de água; fazendo com que parte dos nutrientes fiquem retidos e não sejam absorvidos pelas folhas. No entanto, vale salientar que somente o produto foliar Mega 10<sup>®</sup> e o FH Attivus<sup>®</sup> eram compostos por micronutrientes em sua formulação.

## 7 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, observa-se que os clones possuem características diferentes entre si, sendo que os clones 'BRS 189' e 'BRS 226' mostraram melhores desenvolvimento nessa fase de crescimento. Quanto aos adubos foliares aplicados, o Mega 10<sup>®</sup> e do Master<sup>®</sup> demonstraram serem os mais promissores para melhorar o desenvolvimento das mudas de cajueiro-anão.

Diante das condições em que foi executado o experimento, recomenda-se a utilização do adubo foliar Master<sup>®</sup> para os clones 'BRS 189' e 'CCP 76', os adubos foliar Fh Attivus<sup>®</sup> e Master<sup>®</sup> para os clones 'BRS 265' e 'Embrapa 51' e o adubo foliar Mega 10<sup>®</sup> para o 'BRS 265'. Desse modo, a aplicação destes adubos foliares nestes clones de cajueiro-anão pode proporcionar melhores desenvolvimento na fase de produção de mudas, o que poderá melhorar a estabilidade e o crescimento delas após o transplântio.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. H. F. de; CORDEIRO, S. A.; PEREIRA, R. S.; COUTO, L. C.; LACERDA, K. W. de S. Viabilidade econômica da produção de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Nativa**. Sinop. v. 5, n.1, p. 9-15, jan./fev. 2017.
- AKINHANMI, T. F.; AKINTOKUN, P. O. Chemical Composition and Physicochemical Properties of Cashew nut (*Anacardium occidentale*) Oil and Cashew nut Shell Liquid. **Journal of Agricultural, Food, Environment and Sciences**, v. 2, n. 1, p.1-10. 2008.
- AMARANTE, C. V. T.; BISOGNIN, D. A.; STEFFENS, C. A.; ZANARDI, O. Z.; ALVES, E. de O. Quantificação não destrutiva de clorofilas em folhas através de método colorimétrico. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 471-475, out./dez. 2008.
- AMORIM, F. F. V. R. **Doses de ferro no crescimento, trocas gasosas e eficiência nutricional de mudas enxertadas de cajueiro-anão**. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- AMORIM, A. V.; FILHO, E. G.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. de. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 113-121, jan./mar. 2010.
- BARREIRO, A. P.; ZUCARELI, V.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento de plantas de manjerição tratadas com reguladores vegetais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 563-567. 2006.
- BEENA, B.; ABDUL SALAM, M.; WAHID, P. A. Root activity of cashew (*Anacardium occidentale* L.) varieties in relation to phenological phases. **Journal of Plantation Crops**, v. 23, n.1, p. 35-39, 1995.
- BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F. de; PRISCO, J. T.; FILHO, E. G. Crescimento e fotossíntese de plantas jovens de cajueiro anão precoce sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 9, p. 90-94, 2005.
- BINOTTO, A. F.; LÚCIO, A. D.; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 4, p. 457-464, out./dez. 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa. Nº 17. de 21 de maio de 2007. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos e revoga a Instrução Normativa nº 46. de 12 de setembro de 2006. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**. Brasília. DF. n. 99. 24 maio 2007. Seção I. p. 8.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. de O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *tectona grandis*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 77 - 84, jan./mar. 2012.

- CAVALCANTE Jr, L. F.; SOARES, I.; TANIGUCHI, C. A. K.; SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S. Nutrient accumulation and nutritional efficiencies of cashew genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 42, n. 4, p. 1-7, jan. 2019.
- CAVALCANTI, M. L. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; JÚNIOR, G. B. Fisiologia do Cajueiro Anão precoce submetido à estresse hídrico em fases fenológicas. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 8, n. 1, p. 42-53. 2008.
- CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. Mudanças: padrões e exigências agronômicas. In: OLIVEIRA, V. H.; COSTA, V. S. O. (org.). **Manual de produção integrada de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2005. p.111-120.
- CLIMATE-DATA. ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**. 2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: jun. 2021.
- CRISÓSTOMO, J. R.; GADELHA, J. W. R.; ARAÚJO, J. P. P.; BARROS, L. M. **Consequências do plantio de sementes oriundas de plantas enxertadas (“clones”) ou de plantas de “pé-franco” de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa do Caju. 1992. 4 p. (Comunicado técnico).
- DIAS, M. J. T.; SOUZA, H. A.; NATALE, W.; MODESTO, V. C.; ROZANE, D. E. Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2837-2848, dez. 2012.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry**, Chronicle, v. 36, p. 10-13, 1960.
- ECHER, M. M.; GUIMARÃES, V. F.; KRIESER, C. R.; ABUCARMA, V. M.; KLEIN, J.; SANTOS, L.; DALLABRIDA, W. R. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Semina: Ciência Agrária**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 351-360, jul./set. 2006.
- ELLI, E. F.; CARON, B. O.; MONTEIRO, G. C.; PAVAN, M. A.; PEDRASSANI, M.; CANTARELLI, E. B.; ELOY, E. Osmocote® no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pitangueira. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 4, n. 4, p. 377-384, out./dez. 2013.
- 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**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 373-384, jul./set. 2013.
- ESASHIKA, T.; OLIVEIRA, L. A.; MOREIRA, F. W. Teores foliares de nutrientes em plantas de camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) submetidas a adubações orgânica, mineral e foliar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 391-400, jul./set. 2011.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; MOREIRA, A.; GUIMARAES, C. M. Foliar Fertilization of Crop Plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 32, p. 1044-1064, mai. 2009.
- FRANÇA, A. C.; CARVALHO, F. P.; FRANCO, M. H. R.; AVELAR, M. de; SOUZA, B. P.; STÜRMER, S. L. Crescimento de mudas de cafeeiro inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 4, p.506-511, 2014.

- GAVIT, S.; DODAKE, S. B.; KHOBRAGADE, N. H. Effect of Different Levels of NPK along with Soil and Foliar Application of Zinc and Boron on Yield, Quality and Nutrient Content of Cashew Nut (*Anacardium occidentale* L.) in Lateritic Soil of Konkan. **Trends in Biosciences**, v. 10, n. 37, p. 7770-7774, 2017.
- GONDIM, R. S.; SERRANO, L. A. L.; MAIA, A. de H. N.; TANIGUCHI, C. A. K.; VIDAL NETO, F. das C.; BARROS, L. de M.; SILVA, J. P. da; ARAÚJO, T. A. **Uso do biocarvão como fator de sobrevivência e desenvolvimento de plantas enxertadas de cajueiro-anão no primeiro ano de implantação do pomar**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2019. 22p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- IBGE - PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL 2019**. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: jun. 2021.
- LAKSHMIPATHI, J.; ADIGA, D.; KALAIVANAN, D.; MOHANA, G. S.; MEENA, R. K. Effect of Foliar Application of Micronutrients on Reproductive Growth of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Under South West Coast Region of Karnataka. **Trends in Biosciences**, v. 8, n. 2, p. 447-449, 2015.
- LEONARDO, F. A. P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. M.; COSTA, J. P. Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 337-383, jun. 2013.
- LIMA, M. de A.; BEZERRA, M. A.; GOMES FILHO, E.; PINTO, C. de M.; ENÉAS FILHO, J. Trocas gasosas em folhas de sol e sombreadas de cajueiro anão em diferentes regimes hídricos. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 654-663, out./dez. 2010.
- MAIA JÚNIOR, S. O.; ANDRADE, J. R.; FERREIRA, R. S.; ARAÚJO, D. L.; GUERRA, H. O. C.; SILVA, F. G. Teores de pigmentos, fluorescência da clorofila a e índice SPAD em cultivares de girassol sob regimes hídricos. **Revista Agrarian**, Dourados, v.10, n. 36, p. 105-112, 2017.
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal**. EPU/EDUSP, São Paulo. 1979. v. 1, p. 331-350.
- MELO, D. S.; VIDAL NETO, F. das C.; BARROS, L. de M. Cultivares recomendadas de cajueiro. In: Luiz Augusto Lopes Serrano. (org.). **Sistema de Produção do Caju**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2016. p. 33-43.
- MIYAKE, R. T. M.; CRESTE, J. E.; NARITA, N.; GUERRA, W. E. X. Substrato e adubação nitrogenada na produção de mudas de maracujazeiro amarelo em condições protegidas. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. 1, p. 57-65, jan./abr. 2017.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S. do.; MELO, W. J. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. de (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília. DF: Embrapa informação Tecnológica. 2009. p. 191-234.

- NATALE, W.; LIMA NETO, A. J. de; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; CORRÊA, M. C. de M. Mineral nutrition evolution in the formation of fruit tree rootstocks and seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 6, p. 1-15. 2018.
- NAYAK, M. G.; MURALIDHARA, B.; PREETHI, P. Recent technologies for cashew production. **Indian Farming**, v. 68, n. 10, p. 52–55, oct. 2018.
- O'FARRELL, P. J.; ARMOUR, J. D.; REID, D. J. Nitrogen use for high productivity and sustainability in cashew. **Scientia Horticulturae**, v. 124, p. 19–28, 2010.
- PÔRTO, M. L. A.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura do pepino japonês em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 292-296, jul./set. 2014.
- RAJAMANICKAM, C.; RATHINASAMY, A.; INDIRANI, R.; ANBARASU, M. Effect of Soil Application of Micronutrients in Cashew (*Anacardium occidentale* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 9, n. 3, p. 2661-2666. 2020.
- RUPA, T. T. **Nutrient Management in Cashew**. In: Saroj, P. L. *Advances in: Cashew production technology*. Puttur: ICAR-Directorate of Cashew Research. 73-77 p. 2015.
- SANTOS, R. M. dos; SERRANO, L. A. L.; TANIGUCHI, C. A. K.; ARTUR, A. G.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. de M. Foliar fertilization on the production of grafted dwarf cashew seedlings. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 43, e028119. 2019.
- SANTOS, R. M. dos; NATALE, W.; TANIGUCHI, C. A. K.; CORRÊA, M. C. de M.; SERRANO, L. A. L. ARTUR, A. G. Association of controlled-release and foliar fertilizers in the production of grafted dwarf cashew seedlings. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43. n. 7, p. 1048-1056, 2020.
- SERRANO, L. A. L.; HAWERROTH, F. J.; TANIGUCHI, C. A. K.; MELO, D. S. **Substratos comerciais e adubo de liberação lenta (NPK 14-14-14) na produção de porta-enxerto de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2013a (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; VIDAL NETO, D. das C.; CAVALCANTE JÚNIOR, L. F. Porta-enxertos para a produção de mudas de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 9, p. 1237-1245, set. 2013b.
- 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. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; HAWERROTH, F. J.; TANIGUCHI, C. A. K.; MARTINS, T. S.; FEITOSA, M. M. **Recipientes, substratos e adubo de liberação controlada na produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão 'CCP 76'**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2019. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

- SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; MARTINS, T. da S.; TANIGUCHI, C. A. K.; HAWERROTH, 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. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; HAWERROTH, F. J.; MARTINS, T. S. **Substratos comerciais e adubo de liberação controlada (NPK 15-09-12) na produção de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76'**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2018. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- 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 Mudanças de Clones de Cajueiro-anão em Citrovasos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2017. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- SERRANO, L. A. L.; PESSOA, P. F. A. P. Aspectos econômicos da cultura do cajueiro. *In*: SERRANO, L. A. L. (org.). **Sistema de Produção do Caju**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2016a. p. 2-10.
- SERRANO, L. A. L.; PESSOA, P. F. A. P. Aspectos botânicos do cajueiro. *In*: SERRANO, L. A. L. (org.). **Sistema de Produção do Caju**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2016b. p. 10-23.
- SILVA, M. A. G. da; MANNIGEL, A. R.; MUNIZ, A. S.; PORTO, S. M. A.; MARCHETTI, M. E.; NOLLA, A.; BERTANI, R. M. de A. Ammonium sulphate on maize crops under no tillage. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 1, p. 90-97, 2012.
- SOUZA, L. de P.; NOBRE, R. G.; FATIMA, R. T.; PIMENTA, T. A.; DINIZ, G. L.; BARBOSA, J. L. Morfofisiologia e qualidade de porta-enxerto de cajueiro sob peróxido de hidrogênio e estresse salino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 3477-3486, mai./jun. 2019.
- SUASSUNA, C. F.; FERREIRA, N. M.; SÁ, F. V. da S.; BERTINO, A. M. P.; MESQUITA, E. F. de; PAIVA, E. P. de; JESUS, P. L. M.; BERTINO, A. M. P. Produção de mudas de cajueiro anão precoce cultivado em diferentes substratos e ambientes. **Agrarian**, Dourados, v. 9, n. 33, p.197-209, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed. 2017. 888 p.
- TANIGUCHI, C. A. K.; SERRANO, L. A. L.; FEITOSA, M. M.; MARTINS, T. S. **Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em porta-enxerto e em mudas enxertadas de cajueiro-anão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2017 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- TORRES, E. C. de M.; FREIRE, J. L. de O.; OLIVEIRA, J. L.de; BANDEIRA, L. B.; MELO, D. A. de; SILVA, A. L. da; Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, Sinop, v. 2, n. 2, p. 71-78, abr./jun. 2014.
- VIDAL NETO, F. C.; BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; MELO, D. S. Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. *In*: ARAÚJO, J. P. P. de. (org.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília. DF: Embrapa. p. 481-508. 2013.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*. as well as total carotenoids. using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v. 144, n. 3, p. 307–313. 1994.

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) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 1995.