



UFC

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

ANA BEATRIZ PEREIRA BATISTA

**FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DE NUTRIENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS
ENXERTADAS DE CAJUEIRO-ANÃO POR SISTEMA FLOATING**

FORTALEZA

2023

ANA BEATRIZ PEREIRA BATISTA

FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DE NUTRIENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS
ENXERTADAS DE CAJUEIRO-ANÃO POR SISTEMA FLOATING

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Agronomia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof^ª. Dra. Rosilene Oliveira
Mesquita.

Coorientador: Prof^ª. Dra. Adriana Guirado
Artur.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B336f Batista, Ana Beatriz Pereira.
Frequência de aplicação de nutrientes na produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão por sistema floating / Ana Beatriz Pereira Batista. – 2023.
47 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Rosilene Oliveira Mesquita.
Coorientação: Profa. Dra. Adriana Guirado Artur.
1. Adubação foliar. 2. Anacardium occidentale L. 3. DFT - Deep film technique. I. Título.
CDD 630
-

ANA BEATRIZ PEREIRA BATISTA

FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO DE NUTRIENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS
ENXERTADAS DE CAJUEIRO-ANÃO POR SISTEMA FLOATING

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Agronomia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 05/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Rosilene Oliveira Mesquita (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ª. Dra. Adriana Guirado Artur (Coorientadora).
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

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

A Deus.

Aos meus pais, João Evangelista e Maria
Nenensinha.

Aos meus avós, José Isaías, Maria Moreira e
Maria José.

Aos meus tios(as), Maria Neta, Daniela Alves,
Maria do Socorro, Pedro e Geraldo Isaías.

Aos meus padrinhos, Francisco Iran e Isabela
Dayse.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por me capacitar a seguir seus ensinamentos.

Aos meus pais, Maria Nenensinha Pereira Batista e João Evangelista do Nascimento da Batista, que tanto amo, por estarem ao meu lado em todos os momentos, por serem amorosos, cuidadosos, por me criarem e me darem uma educação que levarei pro resto da minha vida pessoal e profissional, por acreditarem nos meus sonhos e por abraçar cada ideia que tive durante minha vida, e acima de tudo serem meu exemplo de luta, garra e determinação. Sem vocês, eu não seria nada.

Aos meus avós, José Isaias Filho e Maria Moreira dos Reis, por se dedicarem à agricultura familiar para criar seus filhos e por todos o exemplo de vida, humildade e força que carrego comigo. Por acreditarem em um dia ter um Engenheiro(a) Agrônomo(a) na família para continuar seu legado e passar seus ensinamentos adiante.

A minha tia e minha madrinha, Maria Neta Pereira Chaves e Isabela Dayse Pereira Chaves, por me ajudar e aconselhar a seguir meus sonhos, por todo o exemplo de vida e por serem guerreiras e irem atrás de seus objetivos.

Aos meus tios Geraldo, Pedro, Maria do Socorro e Daniela Alves, por serem exemplos de dedicação à família e por acreditarem que um dia eu conseguiria.

Ao meu padrinho, Francisco Iran, por ajudar e dar condições para que tivesse uma base de ensino de qualidade, por ser um excelente profissional e sempre buscar conhecimento, sendo um exemplo para que eu realizasse meus sonhos com dedicação e responsabilidade. Agradeço também por realizar outro sonho de meu avô que é ter um Advogado na família.

Agradeço ao meu namorado, Felipe Jader, por estar ao meu lado em todos os momentos, sejam eles ruins ou bons, por acreditar que conseguiria chegar até aqui, por ser amoroso e dedicado ao que estamos construindo, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos durante a graduação e por ser meu melhor amigo. Por se dedicar junto comigo para a realização deste trabalho, e por sempre acreditar que vai dar certo.

As minhas amigas, Késsia Vanessa e Maria Iza, pelas conversas, risos e conselhos, por tornar toda a graduação mais leve de se encarar, por abraçar cada ideia e dizer “vai dar tudo certo”, por me aguentarem em momentos onde só queria chorar e por fazerem a dor passar de forma simples, por me ajudarem na realização deste trabalho. Sou muito grata a amizade de vocês.

A professora Rosilene Mesquita, por ser minha maior inspiração dentro da universidade, por acreditar que conseguiria chegar a outros patamares e alçar voos mais altos, por ser uma excelente profissional e por se dedicar a todos como uma mãe, e por abraçar esse projeto sem pestanejar quando lhe fiz o convite para ser minha orientadora, e por acreditar em mim da forma que nem mesmo eu acreditava.

A Dra. Adriana Guirado, na qual tive o imenso prazer de conhecer e trabalhar junto nesse projeto, por ter abraçado a ideia e ter se dedicado ao mesmo, por me aconselhar em diversos momentos, sendo estes profissionais ou pessoais, por acreditar que eu conseguiria e por me ajudar em todos os aspectos. E ao Dr. Carlos Taniguchi, por ter ajudado na idealização deste projeto e por aconselhar em diversos momentos durante sua realização.

Ao professor Márcio Cleber, por ser como um pai para mim dentro da universidade, por me aconselhar e apontar o caminho certo, por ser ouvinte nos momentos que precisei, por me orientar a seguir meus sonhos e buscar sempre trabalhar com responsabilidade e franqueza.

Ao Programa de Educação Tutorial - PET Agronomia, por ser responsável no meu desenvolvimento profissional e pessoal, por abrir portas, pelos amigos e colegas de profissão, por desenvolver minha visão para aquilo que quero seguir, por me ajudar a desenvolver projetos que vão além da graduação e por todas as oportunidades de networking que o mesmo me proporcionou.

Aos demais amigos e colegas, meu muito obrigado por fazer da graduação um lugar mais acolhedor e por torná-la mais leve.

Deixo aqui meus agradecimentos a todos vocês.

“Todos os nossos sonhos podem se tornar realidade, se nós tivermos a coragem para segui-los”.

Walt Disney.

RESUMO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma das culturas mais disseminadas em todo o país, principalmente no Nordeste brasileiro, sendo consumido principalmente a castanha processada (torrada) e o pedúnculo. O uso de tecnologias na produção de mudas de frutíferas garantem uma boa qualidade das mudas e asseguram uma condução adequada do pomar. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar formas de fornecimento de nutrientes para a produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão 'CCP 76'. Para esse estudo foram utilizadas mudas de cajueiro 'CCP 76' enxertadas, acondicionadas em tubetes plásticos preenchidos com substrato de fibra de coco. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo composto por 6 tratamentos e 24 repetições, os tratamentos foram T0 - apenas água (testemunha), T1 - solução nutritiva 1x por semana, T2 - solução nutritiva 3x por semana, T3 - solução nutritiva 5x por semana, T4 - solução nutritiva 7x por semana e T5 - adubação foliar. As variáveis biométricas analisadas nas mudas foram: altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), massa secas das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR) e área foliar (AF). Já para a análise fisiológica os dados foram obtidos por meio do analisador de gás por infravermelho - IRGA, analisando a taxa de transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), fotossíntese ($A - \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática ($g_s - \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), razão entre concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a), eficiência instantânea de carboxilação (E_iC) e eficiência instantânea do uso da água (EUA inst.). A frequência de aplicação de nutrientes 5x por semana, via sistema floating favoreceu o crescimento inicial das mudas e o incremento de massa seca foliar.

Palavras-chave: Adubação foliar; *Anacardium occidentale* L.; DFT - Deep film technique.

ABSTRACT

The cashew tree (*Anacardium occidentale* L.) is one of the most widespread crops in the country, especially in the northeast of Brazil, and is mainly consumed for its processed nuts (roasted) and stalks. The use of technology in the production of fruit seedlings guarantees good seedling quality and ensures proper orchard management. The aim of this study was to evaluate ways of supplying nutrients for the production of grafted 'CCP 76' dwarf cashew seedlings. For this study, grafted 'CCP 76' cashew seedlings were used, placed in plastic tubes filled with coconut fiber substrate. The experimental design used was completely randomized (DIC), consisting of 6 treatments and 24 replications, the treatments were T0 - water only (control), T1 - nutrient solution 1x per week, T2 - nutrient solution 3x per week, T3 - nutrient solution 5x per week, T4 - nutrient solution 7x per week and T5 - foliar fertilization. The biometric variables analyzed in the seedlings were: plant height (ALT), number of leaves (NF), stem diameter (DC), leaf dry mass (MSF), stem dry mass (MSC), root dry mass (MSR) and leaf area (AF). For the physiological analysis, the data was obtained using an infrared gas analyzer (IRGA), analyzing the transpiration rate (E - $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), photosynthesis (A - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), stomatal conductance (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), ratio between internal and external CO_2 concentration (C_i/C_a), instantaneous carboxylation efficiency (E_iC) and instantaneous water use efficiency ($EUA \text{ inst.}$). The frequency of nutrient application 5 times a week via the floating system favored the initial growth of the seedlings and the increase in leaf dry mass.

Keywords: Foliar fertilization; *Anacardium occidentale* L.; DFT - Deep film technique.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Casa de vegetação onde o experimento estava localizado	22
Figura 2	– Mudanças dispostas sobre mesa de madeira com grade de arame para tubetes	23
Figura 3	– Mudanças colocadas em bandejas (A); Proveta com lâmina d'água de 1 L (B)	24
Figura 4	– Preparo da solução nutritiva em balde plástico (A); Proveta com 1 litro de solução nutritiva (B); Adição da solução nas bandejas de cada tratamento (C); Absorção da solução nutritiva pela capilaridade (D)	25
Figura 5	– Aplicação de adubo foliar no tratamento T5 (A); Adubo aplicado nas folhas de cajueiro (B)	26
Figura 6	– Lagarta saia justa (<i>Cicinnus callipius</i>) em folhas de cajueiro	26
Figura 7	– Clorose nas folhas de cajueiro	27
Figura 8	– Foto de todos os tratamentos (A); Foto do tratamento T3 (solução nutritiva 5x por semana) em comparação aos tratamentos T0 (testemunha) e T5 (adubação foliar) (B)	28
Figura 9	– Contabilização da AF (A); Lavagem do material vegetal (B); Distribuição do material vegetal em sacos de papel identificados por tratamento (C); Pesagem do material vegetal seco (D)	29
Figura 10	– Coleta de dados fisiológicos com a utilização do IRGA	30
Figura 11	– Número de folhas (NF), altura (ALT) e área foliar (AF) de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema 'floating'	32
Figura 12	– Massa de matéria seca de folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema 'floating'	34
Figura 13	– Assimilação líquida de CO ₂ (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E) de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema 'floating'	37
Figura 14	– Concentração interna e externa CO ₂ (ci/ca), eficiência instantânea do uso da água (A/E) e eficiência instantânea de carboxilação (A/ci) de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema 'floating'	39

Figura 15 – Mudanças de cajueiro ‘CCP 76’ apresentando clorose em função a frequência de aplicação de solução nutritiva 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura (ALT) e área foliar (AF) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’.....	31
Tabela 2	– Massa de matéria seca de folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR) e total (MST) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’	32
Tabela 3	– Número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura (ALT) e área foliar (AF) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’ com o fornecimento de nutrientes por meio do sistema ‘floating’ e adubação foliar ¹	33
Tabela 4	– Massa de matéria seca de folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR) e total (MST) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’ com o fornecimento de nutrientes por meio do sistema ‘floating’ e adubação foliar ¹	36
Tabela 5	– Assimilação líquida de CO ₂ (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’	36
Tabela 6	– Concentração interna e externa CO ₂ (ci/ca), eficiência instantânea do uso da água (A/E) e eficiência instantânea de carboxilação (A/ci) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Área foliar
ALT	Altura das plantas
BNB	Banco do Nordeste Brasileiro
Ci/Ca	Razão entre concentração interna e externa de CO ₂
CR	Comprimento da raiz
DAS	Dias após a semeadura
DC	Diâmetro do caule
DFT	Deep Film Technique
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
EiC	Eficiência instantânea de carboxilação
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETENE	Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste
EUA inst.	Eficiência instantânea do uso da água
Fe	Ferro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IRGA	Analisador de gás infravermelho
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
MIP	Manejo Integrado de pragas
MSC	Massa seca do caule
MSF	Massa seca de folhas
MSR	Massa seca da raiz
MST	Massa seca total
NF	Número de folhas
NFT	Nutrient film technique
UFC	Universidade Federal do Ceará

LISTA DE SÍMBOLOS

\$	Porcentagem
<i>A</i>	Taxa fotossintética líquida
cm	Centímetros
CO ₂	Gás carbônico
<i>E</i>	Taxa de transpiração
g	Gramas
g _s	Condutância estomática
ha	Hectares
kg	Quilogramas
L	Litro
®	Marca registrada
m	Metro
mg	Miligrama
mm	Milímetro
mmol	Milimol
mmolc	Milimol de carga
s	Segundos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	HIPÓTESE	16
3	OBJETIVOS	16
3.1	Geral	16
3.2	Específicos	16
4	REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1	A cultura do cajueiro	17
4.2	Importância econômica da cultura do cajueiro	18
4.3	Produção de mudas do clone ‘CCP 76’	18
4.4	Sistema Floating (DFT - Deep Film Technique)	19
4.5	Adubação foliar	20
5	MATERIAL E MÉTODOS	22
5.1	Localização e caracterização da área experimental	22
5.2	Delineamento experimental e tratamentos	22
5.3	Condução do experimento	23
5.4	Análise biométrica	27
5.5	Análise fisiológica	29
5.6	Análise estatística	30
6	RESULTADOS	31
7	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma das culturas mais disseminadas em todo o país, principalmente no Nordeste brasileiro (LIMA et al., 2023). Sendo os tipos de cajueiro cultivados o cajueiro gigante (comum) e o cajueiro anão, na qual é plantado principalmente por agricultores familiares (SERRANO; PESSOA, 2016). Segundo Sousa et al. (2016), a agricultura familiar responde por sete de cada 10 empregos no campo e por 40% da produção agrícola.

Além disso, é importante destacar que essa cultura possui uma alta capacidade de adaptação em regiões de clima seco, de altas temperaturas e que apresentam baixa fertilidade do solo. Vale ressaltar, que o caju produz em pleno período de estiagem, tornando-se importante para a geração de empregos no campo e no setor industrial (SERRANO; PESSOA, 2016).

Segundo o Instituto de Geografia e Estatística - IBGE, no ano de 2022 o Brasil teve uma produção de 146.603 toneladas de castanha de caju, em comparação a safra de 2021 no qual foi apenas 110.570 toneladas, na qual pode se observar um aumento de 33% no período de um ano. Atualmente, os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte são responsáveis por 92% da cadeia produtiva de castanha de caju no Brasil. Acredita-se que esse aumento se deve a boa distribuição pluviométrica ocorrida no ano de 2022, como também está relacionada com a menor ocorrência de problemas fitossanitários (IBGE, 2022).

Apesar desse fato, é possível observar que ainda existem áreas que não possuem sequer uma tecnologia mínima (sistemas de irrigação, controle de adubações e tecnologias no controle de pragas) para melhorar a cadeia produtiva do caju, refletindo em baixas produtividades. Desse modo, para que haja uma produção elevada, o produtor precisa investir em conhecimento técnico e novas tecnologias que o auxiliam na cadeia produtiva da cajucultura (PINHO, 2018).

No panorama atual da agricultura existem diversos tipos de tecnologias que podem ser tomadas para que haja a melhoria da produção, sendo elas o uso de fertilização, cobertura morta, calagem, uso de sistemas de irrigação, podas, aplicação do manejo integrado de pragas (MIP), além de utilizar formas de propagação e de clones produtivos para a formação de mudas (BRASIL, 2008).

Dessa maneira, a utilização de mudas de boa qualidade é imprescindível para a condução adequada do pomar, no qual um dos fatores limitantes que deve ser levado em consideração é nutrição dessas plantas e como este é utilizado (SERRANO; PESSOA, 2016).

Atualmente existem sistemas de hidroponia que auxiliam no desenvolvimento de mudas de frutíferas. O principal deles é o sistema floating ou DFT (Deep Film Technique), no qual induz um o crescimento mais rápido das mudas por meio de uma técnica de condicionamento nutricional (TORCHELSEN, 2013). Além desse método, outro que também é bastante utilizado é a adubação foliar, na qual complementa a adubação via solo, onde favorece uma maior absorção de macro e micronutrientes pelas plantas (PATIL; CHETAN, 2018).

2 HIPÓTESE

A frequência de aplicação de nutrientes no sistema floating influencia no desenvolvimento do cajueiro-anão ‘CCP 76’ e possibilita a obtenção de mudas enxertadas de alta qualidade.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar formas de fornecimento de nutrientes para a produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘CCP 76’.

3.2 Específicos

- Avaliar a frequência de aplicação de nutritiva nos parâmetros biométricos e fisiológicos de mudas enxertadas de cajueiro-anão.
- Comparar o desenvolvimento de mudas enxertadas de cajueiro-anão produzidas em sistema floating e adubação foliar.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A cultura do cajueiro

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta originária das Américas do Sul e Central, pertencente à família Anacardiaceae, sendo composta por 70 gêneros. O cajueiro pertence ao gênero *Anacardium*, na qual apresenta 22 espécies, em que apenas a espécie *Anacardium occidentale* L., é explorada comercialmente (SERRANO; PESSOA, 2016).

Atualmente, o cajueiro é explorado em pomares de pequenas e médias propriedades, sendo cultivados dois tipos: cajueiro gigante (comum) e cajueiro-anão. O cajueiro gigante é o mais encontrado em pomares antigos, na qual estas plantas podem atingir até 20 metros de altura. Já o cajueiro-anão, foi desenvolvido pelo programa de melhoramento genético da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) visando a substituição do cajueiro gigante, pois esse apresenta um menor tamanho podendo chegar até 5 metros de altura e possui uma alta produtividade de frutos (SERRANO; PESSOA, 2016).

O cajueiro apresenta um sistema radicular pivotante bifurcado, possuindo raízes laterais bem distribuídas. Em relação as suas folhas, possui folhas simples, alternadas e inteiras, chegando a medir de 10 a 20 centímetros de comprimento e 12 centímetros de largura, possuindo aspecto ovadas com cores roxo-avermelhada quando novas e verde-amarelada quando madura (VIDAL NETO et al., 2013).

A inflorescência do cajueiro é do tipo paniculada, na qual surge no ápice dos ramos, sendo caracterizada por apresentar um cacho terminal com ramificações possuindo um formato piramidal. Em relação às suas flores, o cajueiro é uma planta andrônômica, na qual apresenta flores hermafroditas e masculinas, possuindo 5 sépalas e 5 pétalas (SERRANO; PESSOA, 2016).

Desse modo, é a partir das flores que surge o fruto e o pseudofruto do cajueiro. O fruto é a castanha, na qual é composta pelo pericarpo e a amêndoa, sendo a parte com maior valor agregado. Já o pseudofruto, apresenta cores variadas, que vão desde o amarelo ao vermelho. Devido a este ser maior e mais carnudo, ele é confundido por maioria dos consumidores que acreditam que o mesmo seja o fruto verdadeiro do cajueiro (PINHO, 2018).

4.2 Importância econômica da cultura do cajueiro

O cajueiro é uma cultura de grande importância econômica e cultural, no qual tem origem no Nordeste brasileiro. Essa planta foi interiorizada por índios, mas sua propagação para o mundo ocorreu graças aos portugueses nos séculos XV e XVI. Constituído pelo pedúnculo floral e o fruto, sendo respectivamente, a parte carnosa e a castanha, o caju é uma das plantas mais cultivadas no mundo (SOUSA et al., 2021).

Segundo o ETENE/BNB (Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste/ Banco do Nordeste do Brasil), no ano de 2020, o cajueiro era cultivado, em nível mundial, em 7,1 milhões de hectares, principalmente na Costa do Marfim (28,6%), Índia (15,7%) e Tanzânia (11,5%) e com alta na expansão nas áreas de cultivos de 6,3%, 1,0% e 7,8% ao ano, respectivamente. Também no ano de 2020, o Brasil ficou com a 11ª colocação na produção mundial de castanhas com 139,9 mil toneladas, em uma área de 426,1 mil hectares.

Ressalta-se que no ano de 2012 o Brasil era o 3º maior produtor de castanha de caju do mundo, com uma participação de 13,6% da área mundial plantada. Entre o período de 2012 a 2020, o Brasil perdeu cerca de 330,7 mil hectares de área plantada, devido principalmente aos períodos de estiagem da Região Nordeste, na qual se concentra a produção nacional, levando à morte um grande número de plantas (BRAINER, 2022).

Atualmente, o Brasil tem uma produção de 147.137 toneladas, sendo que os principais estados produtores de castanha de caju são Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Pernambuco, em que representam, respectivamente, 65%, 14,7%, 12,4% e 1,9% da produção do país. No estado do Ceará, o valor de produção foi de 389 milhões reais no ano de 2022, com área plantada de 272.286 hectares, na qual teve como maior produtor o município de Bela Cruz apresentando um rendimento médio de 352 kg de castanha por hectare (IBGE, 2022).

4.3 Produção de mudas do clone ‘CCP 76’

Para ter uma planta adulta saudável, é necessário estar atento ao período da produção de mudas, pois essa é a etapa mais importante visto que ela influencia no desenvolvimento da planta. Para que isso ocorra, é necessário que as mudas tenham sanidade do material, boa genética e ótimas qualidades morfológicas (SERRANO et al., 2013). Atualmente, no Brasil existem 14 cultivares/clones de cajueiro registrados no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), desse modo quando o agricultor decide escolher qual cultivar/clone utilizar é necessário levar em consideração os aspectos da

região, como por exemplo o desempenho da planta, às condições edafoclimáticas, o tipo de sistema de produção, a finalidade do produto comercial, se será para castanha e pedúnculo, e ao setor de beneficiamento (SERRANO et al., 2016).

De acordo com Melo, Vidal Neto e Barros (2016), as características desejadas atualmente para o cajueiro são plantas de porte baixo, apresentando até 4 metros de altura, as castanhas devem ter massa de aproximadamente 7 gramas e produzir pelo menos 1.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e possuir fácil descastanhamento e despeliculagem da amêndoa. Já em relação às características desejáveis do pedúnculo, ele deve pesar aproximadamente 80 gramas, apresentar boa firmeza e baixo teor de tanino.

Atualmente o clone mais plantado é o ‘CCP 76’, visto a sua alta adaptabilidade a diversos ambientes e características desejáveis em relação ao pedúnculo e a castanha. Esse clone apresenta porte baixo chegando a até 2,7 metros de altura e diâmetro da copa até 5 metros. Em relação ao pedúnculo desse clone, ele apresenta massa média de 100 g, com alto teor de sólidos solúveis e baixo teor de tanino. Já no quesito da castanha, ela apresenta massa de 8 a 9 gramas, com amêndoa pesando cerca de 1,8 gramas (VIDAL NETO et al., 2013).

Para a produção de mudas de cajueiro, as castanhas são semeadas em recipientes como sacos de polietileno ou tubetes preenchidos com substrato comercial ou fibra de coco. Após 60 dias, quando as plantas atingirem 0,45 cm de diâmetro do caule, elas estão prontas para que seja realizada a enxertia, onde serão utilizados garfos obtidos de ramos vegetativos pertencentes a um jardim clonal, na qual devem ter consistência herbácea ou semilenhosa apresentando gema apical (SERRANO; JUNIOR, 2016).

Após a escolha do garfo, é feita uma incisão no porta enxerto onde será alocado o garfo. Ressalta-se que o ramo deve ter aproximadamente o mesmo diâmetro do porta enxerto para que se obtenha uma maior taxa de sucesso da enxertia. Em seguida, é feito o amarrão com uma fita plástica no local da enxertia, visando que fique firme e as duas partes unidas. Por fim, as plantas são acondicionadas em viveiro onde ficam por mais 30 dias até que ocorra o pegamento do enxerto e elas estejam aptas para ir a campo (SERRANO; JUNIOR, 2016).

4.4 Sistema floating (DFT - Deep Film Technique)

A hidroponia é uma técnica em que o solo é substituído por uma solução aquosa, na qual é composta apenas por elementos minerais essenciais para as plantas. É importante ressaltar que esse tipo de cultivo apresenta diversas vantagens agrônômicas, sendo elas a padronização da cultura cultivada e de seu sistema radicular, redução no uso de água, maior

eficiência no uso de fertilizantes e maior produção, qualidade e precocidade das plantas (FURLANI et al., 2009).

Atualmente, no Brasil existem três tipos de sistemas hidropônicos, que são mais utilizados, sendo eles o sistema NFT (Nutrient Film Technique), o sistema DFT (Deep Film Technique) e o sistema com uso de substratos, este último mais utilizado para a produção de hortaliças frutíferas, flores e culturas que têm sistema radicular e parte aérea mais desenvolvidos. A técnica de fluxo laminar ou sistema NFT, refere-se a um sistema composto por um tanque de solução nutritiva, na qual esta é bombeada para os canais de cultivo formando uma lâmina d'água que irriga as raízes das plantas, e por fim retorna para o tanque (FURLANI et al., 2009).

Já no sistema DFT, também conhecido como floating, a solução nutritiva forma uma lâmina entre 5 a 20 cm, no qual as raízes ficam submersas e absorvem a solução por capilaridade, sendo que podem ficar submersa durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura ou apenas por algumas horas durante o dia (FURLANI et al., 2009). De acordo com Torchelsen (2013), esse sistema é uma técnica de condicionamento nutricional, na qual pode ser usada com o propósito de induzir um o crescimento mais rápido das mudas.

Segundo Menegaes et al. (2021), o sistema DFT é o mais utilizado para a formação de plantas, pois permite que o substrato permaneça umedecido proporcionando um maior controle na irrigação das mesmas. Outro fator importante que faz com que o sistema DFT seja o mais utilizado, é a preservação da qualidade dessas mudas, visto que a irrigação ocorre no substrato sem molhamento foliar da parte aérea, evitando assim a ocorrência de pragas e doenças relacionadas à alta umidade do ar.

4.5 Adubação foliar do cajueiro

Devido o cajueiro ser uma planta resistente a diversos intempéries, muitos produtores não efetuam a adubação no mesmo. Isso ocorre, principalmente, devido à falta de acompanhamento técnico, visto que muitos pomares pertencem à agricultura familiar. Nessa perspectiva, a adubação foliar torna-se uma alternativa para fornecimento dos nutrientes necessários ao desenvolvimento das mudas, seja na fase de viveiro ou em campo (SANTOS et al., 2020).

A adubação foliar favorece maior absorção de macro e micronutrientes pelas plantas, visto que a aplicação é realizada diretamente nas folhas. Além disso, esse tipo de adubação favorece menores taxas de aplicação, no qual proporciona respostas imediatas nas

plantas, facilitando assim correções de possíveis deficiências nutricionais (PATIL; CHETAN, 2018). Ressalta-se que a adubação foliar é realizada de acordo com as necessidades específicas de cada fase de desenvolvimento da cultura, além de estimular o sistema radicular a absorver nutrientes presentes no solo (SANTOS et al., 2020).

Outro fator que a adubação foliar pode proporcionar é a correção de deficiência de ferro em solos com reação neutra ou alcalina, isso ocorre devido a precipitação deste micronutriente com os carbonatos. Vale ressaltar que, em comparação da adubação via solo de micronutrientes, a adubação foliar é a forma mais eficiente para a disponibilização do mesmo para as plantas. Em diversas culturas, a adubação foliar realiza a correção da clorose causada pela deficiência de micronutrientes, desse modo favorecendo a regeneração dos cloroplastos e elevando a taxa de fotossíntese das plantas (SANTOS, 2017).

Segundo estudos realizados por Santos et al. (2020), para a produção de mudas de cajueiro-anão as doses recomendadas de adubo foliar são aplicadas aos 45 e 60 dias após a enxertia, com $1,25 \text{ g L}^{-1}$ do produto à base de NPK 20-20-20; ou aplicação em dose única de $2,5 \text{ g L}^{-1}$ aos 80 dias após a enxertia, para o clone 'BRS 226'. É importante ressaltar que a aplicação em dose única apresenta uma vantagem, pois a adubação foliar será realizada apenas uma vez em todo o processo de produção das mudas, demonstrando assim uma economia no número de aplicações.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido durante os meses de agosto e setembro de 2023, em casa de vegetação localizada no setor de Agricultura (Figura 1), pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará localizado em Fortaleza-CE. As coordenadas geográficas da área são: 03° 44' 26.0" S, 38° 34' 29.3" O, e altitude de média de 21 m acima do nível do mar. O clima de Fortaleza é classificado como do tipo Aw^{''} (tropical chuvoso), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 26,5 °C (PEEL et al., 2007).

Figura 1 - Casa de vegetação onde o experimento foi conduzido.



Fonte: Autora (2023).

5.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo composto por 6 tratamentos e 24 repetições (cada muda representa uma repetição). Os tratamentos foram dispostos por meio do número de vezes de aplicação da solução nutritiva durante a semana, sendo: T0 - apenas água (testemunha), T1 - solução nutritiva 1x por semana, T2 - solução nutritiva 3x por semana, T3 - solução nutritiva 5x por semana, T4 - solução nutritiva 7x por semana e T5 - adubação foliar.

5.3 Condução do experimento

Para esse estudo foram utilizadas mudas de cajueiro (*Anacardium occidentale* L) ‘CCP 76’ enxertadas, acondicionadas em tubetes plásticos (volume de 288 cm³) preenchidos com substrato de fibra de coco. As mudas foram semeadas no dia 10 de maio de 2023 na Embrapa Agroindústria Tropical - Campo Experimental de Pacajus, utilizando sementes do cajueiro anão-precoce ‘CCP 06’ para a produção de porta-enxertos. Já os enxertos foram provenientes de ramos vegetativos de cajueiro-anão ‘CCP 76’, oriundo do jardim clonal do Campo Experimental de Pacajus.

As mudas foram levadas para a UFC no dia 28 de julho de 2023, sendo que as mesmas estavam com 78 dias após a semeadura (DAS). Na UFC, as mudas foram distribuídas em mesas de madeira com grade de arame, própria para receber tubetes, sendo mantidas durante 3 dias para adaptação ao local antes do início dos tratamentos.

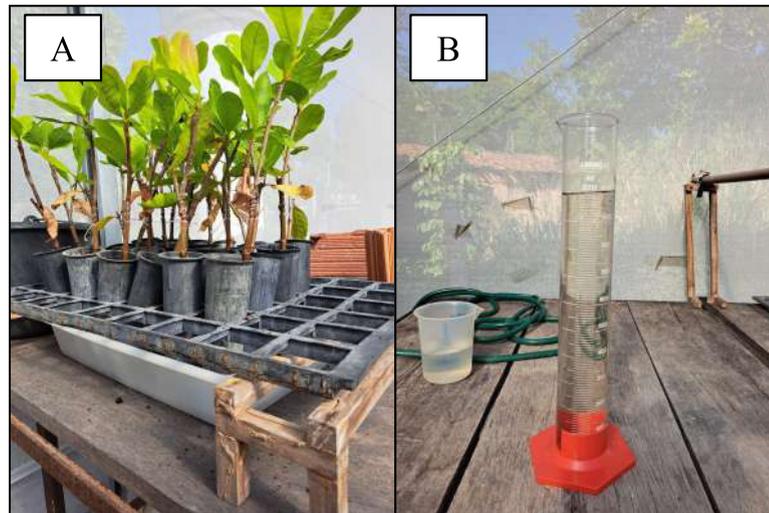
Figura 2 - Mudas dispostas sobre mesa de madeira com grade de arame para tubetes.



Fonte: Autora (2023).

O experimento teve início no dia 01 de agosto de 2023, quando as mudas que estavam nos tubetes foram distribuídas em grades contendo 24 tubetes cada. Desse modo, as grades foram alocadas dentro de bandejas brancas com capacidade para 12,5 litros. Diariamente as mudas foram irrigadas por meio do sistema *floating* (DFT), com uma lâmina d'água de 2 litros por bandeja (Figura 3), na qual, a depender do tratamento e dos dias, continham solução nutritiva ou apenas água.

Figura 3 - Mudas colocadas em bandejas (A); Proveta com lâmina d'água de 1 litro (B).

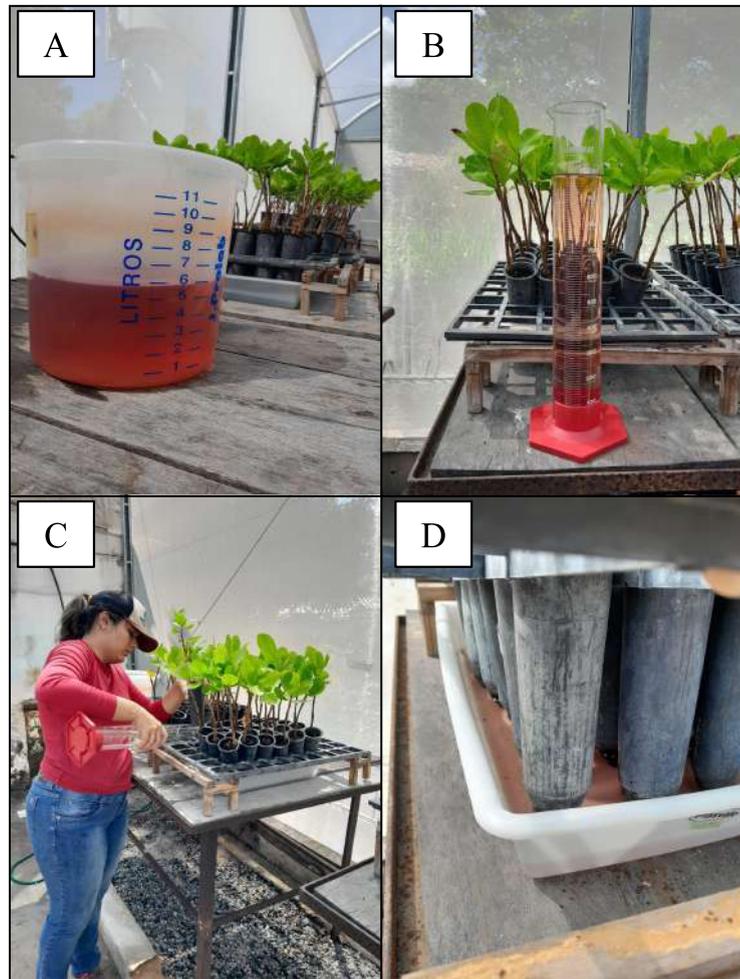


Fonte: Autora (2023).

Para o preparo das soluções estoque, foram utilizadas a recomendação de Furlani et al. (1998), sendo as seguintes concentrações para g 1000 L⁻¹ de água para macronutrientes: 750 de nitrato de cálcio (Ca(NO₃)₂); 500 de nitrato de potássio (KNO₃); 150 de fosfato monoamônico (NH₄H₂PO₄); e 400 de sulfato de magnésio (MgSO₄). Já para micronutrientes, as concentrações utilizadas em g 1000 L⁻¹ de água foram: 0,15 de sulfato de cobre (CuSO₄); 0,15 de sulfato de zinco (ZnSO₄); 1,50 de sulfato de manganês (MnSO₄); 1,50 de ácido bórico (H₃BO₃); 0,15 de molibdato de sódio (Na₂MoO₄) e 15 de FeEDDHMA (6% de Fe).

Das soluções estoque (solução nutritiva de Furlani e al., 1998) retiraram-se 10 mL da solução de macro e 10 mL da solução de micronutrientes, respectivamente, os quais foram diluídos em 2 litros de água por tratamento. Após o preparo da solução nutritiva, esses 2 L de solução eram colocados na bandeja com as mudas para que a solução fosse absorvida por meio capilaridade (Figura 4).

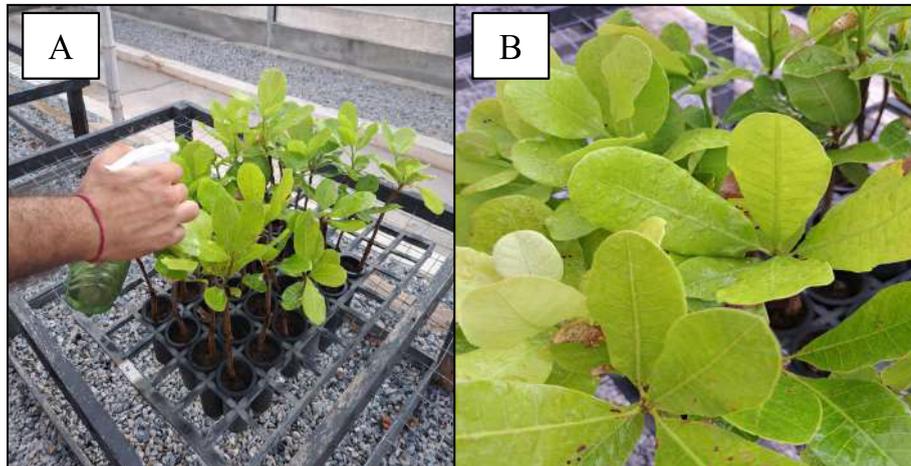
Figura 4 - Preparo da solução nutritiva em balde plástico (A); Proveta com 1 litro de solução nutritiva (B); Adição da solução nas bandejas de cada tratamento (C); Saturação do substrato com solução nutritiva (D).



Fonte: Autora (2023).

Para o tratamento T5, no qual foi aplicado adubação foliar, as plantas foram retiradas da bandeja e acondicionadas na mesa de madeira para que não ocorresse deriva e atingisse os tratamentos vizinhos. As plantas foram adubadas com o produto comercial Master®, utilizado na dose recomendada para frutíferas, 2 L ha^{-1} , com as seguintes garantias fornecidas pelo fabricante: 10% N, 10% P_2O_5 e 10% K_2O , em que a dose recomendada foi diluída em volume de calda equivalente a 140 L de água. A aplicação do adubo foi realizada com o auxílio de um borrifador de 500 ml, apenas uma vez por semana. O adubo foi aplicado até que a solução molhasse todas as folhas do cajueiro.

Figura 5 - Aplicação de adubo foliar no tratamento T5 (A); Adubo aplicado nas folhas de cajueiro (B).



Fonte: Autora (2023).

Decorridos 10 dias após o início da aplicação dos tratamentos, foram retirados os ramos laterais do porta enxerto e as fitas da enxertia, podendo ser observado o pegamento do enxerto. Durante o período de realização do experimento, ocorreu o surgimento da lagarta saia justa (*Cicinnus callipius*) conhecida por ser a lagarta desfolhante do cajueiro, a mesma estava presente em boa parte das mudas.

Figura 6 - Lagarta saia justa (*Cicinnus callipius*) em folhas de cajueiro.



Fonte: Autora (2023).

Com 30 dias após o início do experimento, algumas plantas dos tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram uma clorose nas folhas novas e velhas, demonstrando sintomas semelhantes à deficiência de ferro. Vale ressaltar que o ferro estava presente na solução nutritiva disponibilizada para as plantas.

Figura 7 - Clorose nas folhas do cajueiro.



Fonte: Autora (2023).

Após os 60 dias do experimento, quando as plantas atingiram o ponto de ser levadas para campo, as mudas foram analisadas quanto às características biométricas e fisiológicas e em seguida, acondicionadas em sacos de papel devidamente identificadas e levadas para a Embrapa.

5.4 Análise biométrica

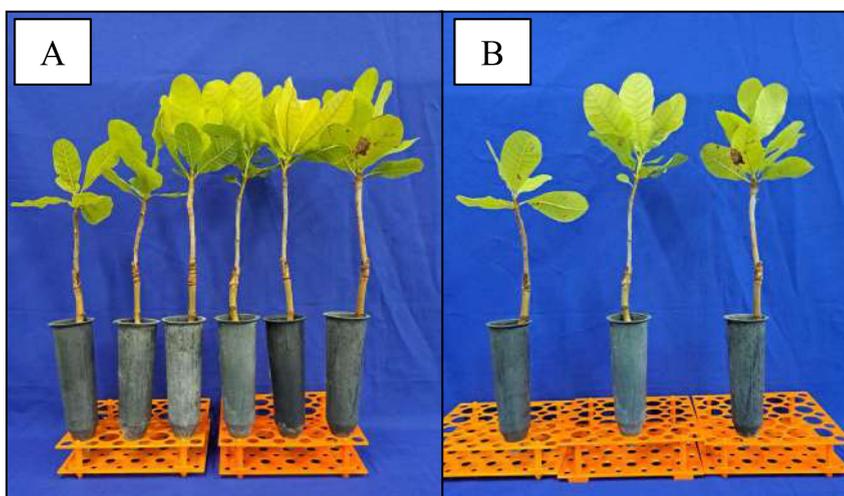
As variáveis biométricas analisadas nas mudas foram: altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), massa secas das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), e área foliar (AF).

Para a ALT, NF e DC, a avaliação ocorreu no último dia de experimento, e as medidas foram feitas em todas as plantas de cada tratamento (24 repetições). A altura foi medida com auxílio de uma régua graduada em centímetros (cm). O número de folhas foi contabilizado por meio da contagem de folhas verdes maiores que 3,0 cm de comprimento. O diâmetro do caule foi contabilizado com o auxílio de um paquímetro digital, apresentando unidade em milímetros (mm).

Antes das plantas serem seccionadas, foram feitos registros de imagens para comparar o desenvolvimento dos tratamentos. As plantas foram colocadas sobre uma superfície de plástico com um fundo azul, e tiradas fotos de todos os tratamentos lado a lado.

Além disso, foram feitas fotos comparando cada tratamento com os tratamentos T0 (testemunha) e o T5 (adubação foliar).

Figura 8 - Foto de todos os tratamentos (A); Foto do tratamento T3 (solução nutritiva 5x por semana) em comparação aos tratamentos T0 (testemunha) e T5 (adubação foliar) (B).

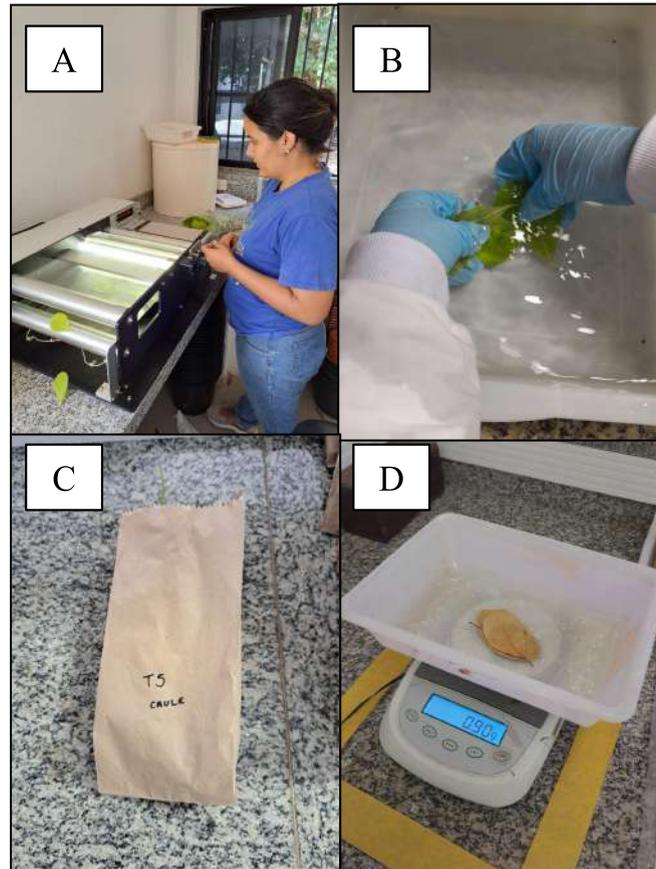


Fonte: Autora (2023).

A área foliar foi medida com o auxílio de um integrador de área foliar (LI-3100C, LI-COR) com resultado expresso em cm^2 . As folhas foram separadas do caule e passadas individualmente no aparelho, sendo que o valor do somatório da área individual de cada folha corresponde à área foliar da planta inteira.

A planta após separada em folhas, caule e raízes foram lavadas em água corrente, detergente neutro, passada em solução de ácido clorídrico a 3%, passada por duas bandejas contendo água destilada e por fim foi retirado o excesso de água com o auxílio de uma centrífuga manual. Em seguida, o material (folhas, caule e raízes) foi identificado em sacos de papel, e levado para a estufa de circulação forçada a $65\text{ }^\circ\text{C}$ até apresentarem massa constante. Posteriormente, o material foi pesado, desconsiderando o peso da embalagem de papel para a obtenção da massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR).

Figura 9 - Contabilização da AF (A); Lavagem do material vegetal (B); Distribuição do material vegetal em sacos de papel identificados por tratamento (C); Pesagem do material vegetal seco (D).



Fonte: Autora (2023).

5.5 Análise Fisiológica

Para a análise fisiológica os dados foram obtidos por meio do analisador de gás infravermelho - IRGA (modelo portátil LI-6400XT, Li-Cor® 24 Biosciences Inc., Lincoln, Nebraska, USA), apresentando radiação fotossinteticamente ativa (PAR) constante ($1500 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração constante de CO_2 (400 ppm) e temperatura e umidade ambiente, sendo imprescind\u00edvel para projetar o perfil fisiol\u00f3gico da planta. As vari\u00e1veis analisadas com o IRGA foram: a taxa de transpira\u00e7\u00e3o ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), fotoss\u00edntese ($A - \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condut\u00e2ncia estom\u00e1tica ($g_s - \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), raz\u00e3o entre concentra\u00e7\u00e3o interna e externa de CO_2 (C_i/C_a), efici\u00eancia instant\u00e2nea de carboxila\u00e7\u00e3o (E_iC) e efici\u00eancia instant\u00e2nea do uso da \u00e1gua ($EUA \text{ inst.}$), com a coleta dos dados feita de 09:00 \u00e0s 11:00 horas

na terceira folha completamente expandida a contar do ápice (SINCLAIR; TANNER; BENNETT, 1984).

Figura 10 - Coleta de dados fisiológicos com a utilização do IRGA.



Fonte: Autora (2023).

5.6 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e quando significativos, a frequência de aplicação da solução nutritiva foi ajustada aos modelos de primeiro e segundo grau, utilizando o programa Agroestat (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2015).

6 RESULTADOS

A frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema *floating* para mudas de cajueiro teve efeito significativo para as variáveis número de folhas (NF), altura (ALT) e área foliar (AF), não sendo verificado efeito para diâmetro do caule (DC) (TABELA 1).

Tabela 1. Número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura (ALT) e área foliar (AF) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’.

Frequência	NF	DC	ALT	AF
Vezes por semana		---- mm ----	---- cm ----	---- cm ² ----
0	6,0	10,1	21,6	116,7
1	6,1	9,7	20,9	123,7
3	8,8	9,4	22,6	189,1
5	9,5	9,4	25,6	217,7
7	7,4	9,2	23,1	179,1
----- Teste F ¹ -----				
Tratamentos	5,81**	2,49 ^{ns}	6,43**	13,45**
C.V. (%)	21,05	5,59	7,62	17,62

¹ ^{ns} e ** Não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente.

A frequência de aplicação teve efeito positivo em relação a NF, ALT e AF, no qual pode-se observar um maior desenvolvimento das plantas em relação ao número de vezes de aplicação da solução nutritiva. Desse modo a regressão que apresentou melhor ajuste para os dados foi a quadrática para NF e AF e linear crescente para ALT, com R² (coeficiente de determinação) de 0,86, 0,91 e 0,47 (Figura 11A, 11B e 11C), respectivamente, evidenciando o maior desenvolvimento das plantas em relação ao número de aplicações de solução nutritiva.

A variável NF apresentou um ponto máxima de 4,27 no número de frequência de aplicações via *floating*, onde foi possível observar um maior número de folhas, obtendo como média 9 folhas por planta. Já a AF, demonstrou que a frequência de aplicações teve ponto de máxima de 4,83, com média de 205,19 cm². Enquanto para a variável ALT, a frequência de aplicação 7x obteve uma altura de 24,39 cm, em comparação com frequência de 0x que teve altura de 21,39 cm, considerando um ganho de 12%.

Nas figuras 11A e 11C é possível observar que as aplicações de 3 e 5 vezes semanais apresentaram o maior desempenho em relação ao número de folhas e área foliar.

Além disso, conforme as figuras, a partir da frequência de 7 vezes por semana, houve um decréscimo para as variáveis NF e AF, enquanto para a ALT ocorreu um aumento.

Segundo Steiner et al. (2009), Sardare e Admane (2013) e Roupheal et al. (2018), o desenvolvimento das plantas via sistema hidropônico, pode ser relacionado à maior disponibilidade de água e nutrientes do sistema floating. Outro fator importante, é que no sistema hidropônico a solução nutritiva utilizada apresenta altas concentrações de macro e micronutrientes, acelerando o crescimento vegetal. Vale ressaltar, que atualmente as soluções nutritivas apresentam altas concentrações de nutrientes sem a ocorrência de toxicidade ou estresses salinos, desse modo refletindo em maior crescimento (TAIZ et al., 2017).

Os dados apresentados na tabela 1 corroboram com os dados apresentados por Costa et al, (2012) na qual salienta o incremento na constituição da área foliar, devido às condições favoráveis de água e nutrientes disponibilizados para as mudas, favorecendo maior taxa fotossintética.

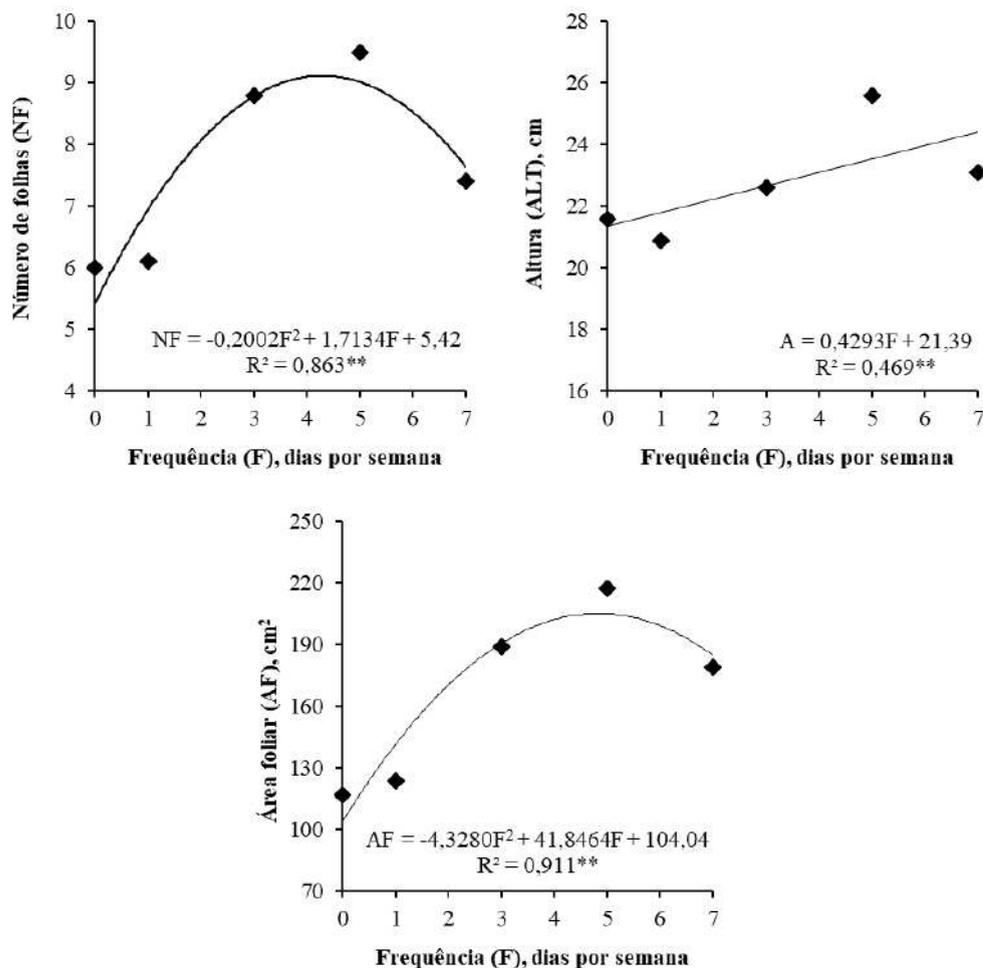


Figura 11 - Número de folhas (NF), altura (ALT) e área foliar (AF) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’. **Significativo a 1% de probabilidade.

A ausência de efeitos significativos para os tratamentos no diâmetro do caule pode estar associada à diminuição da alocação dos fotoassimilados para o mesmo, dando prioridade à parte aérea e as raízes, em função da baixa necessidade de desenvolvimento do mesmo em meios com alto suprimento de nutrientes (TAIZ et al., 2017).

Para as variáveis matéria seca de folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR), observaram-se efeitos de frequência de aplicação de solução, enquanto para a variável matéria seca total (MST) não foi verificado efeito significativo (TABELA 2).

Tabela 2. Massa de matéria seca de folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR) e total (MST) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’.

Frequência	MSF	MSC	MSR	MST
Vezes por semana	----- g por planta -----			
0	1,00	3,64	1,75	6,39
1	1,12	3,63	2,08	6,83
3	1,51	3,31	1,64	6,46
5	1,71	3,30	1,47	6,48
7	1,42	3,13	1,46	6,01
----- Teste F ¹ -----				
Tratamentos	7,94**	4,74**	6,75**	2,56 ^{ns}
C.V. (%)	18,52	7,44	14,31	7,04

¹ ^{ns} e **: Não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente.

A frequência de aplicação que apresentou os melhores resultados para a MSF foi a de 5x por semana, e para as variáveis MSC e MSR o melhor resultado foi apresentado na frequência de 1x por semana (TABELA 2).

A regressão que apresentou melhor ajuste para as variáveis foi a quadrática para MSF e linear decrescente para MSC e MSR, com R² (coeficiente de determinação) de 0,94, 0,91 e 0,62 (Figura 12A, 12B e 12C), respectivamente, evidenciando o maior acúmulo de massa seca das plantas em relação ao número de aplicações de solução nutritiva.

A variável MSF demonstrou um ponto máximo de 4,65 no número de frequência de aplicações via floating, verificando-se a maior média de massa seca como 1,63g. Já para

as variáveis MSC e MSR, a frequência de aplicação 7x atingiu as menores médias, sendo respectivamente 3,63 e 1,41 g, considerando uma redução de 14,56% para MSC e 25,79% para MSR em comparação com a frequência de aplicação 0x.

Conforme a figura 12B e 12C, relacionada a MSC e MSR, respectivamente, é possível notar que ocorreu um decréscimo linear nas variáveis quando as mudas receberam a solução nutritiva entre 3 a 7 vezes por semana, assim apresentando menores valores de massa seca.

Em um estudo realizado por Toyosumi et al, (2020), com aclimatização de mudas de bananeira em sistema floating, ela observa efeitos significativos nos parâmetros de massa seca de folhas, pseudocaule e raiz, demonstrando que as taxas de crescimento foi maior para as mudas cultivadas no sistema hidropônico em comparação ao sistema convencional.

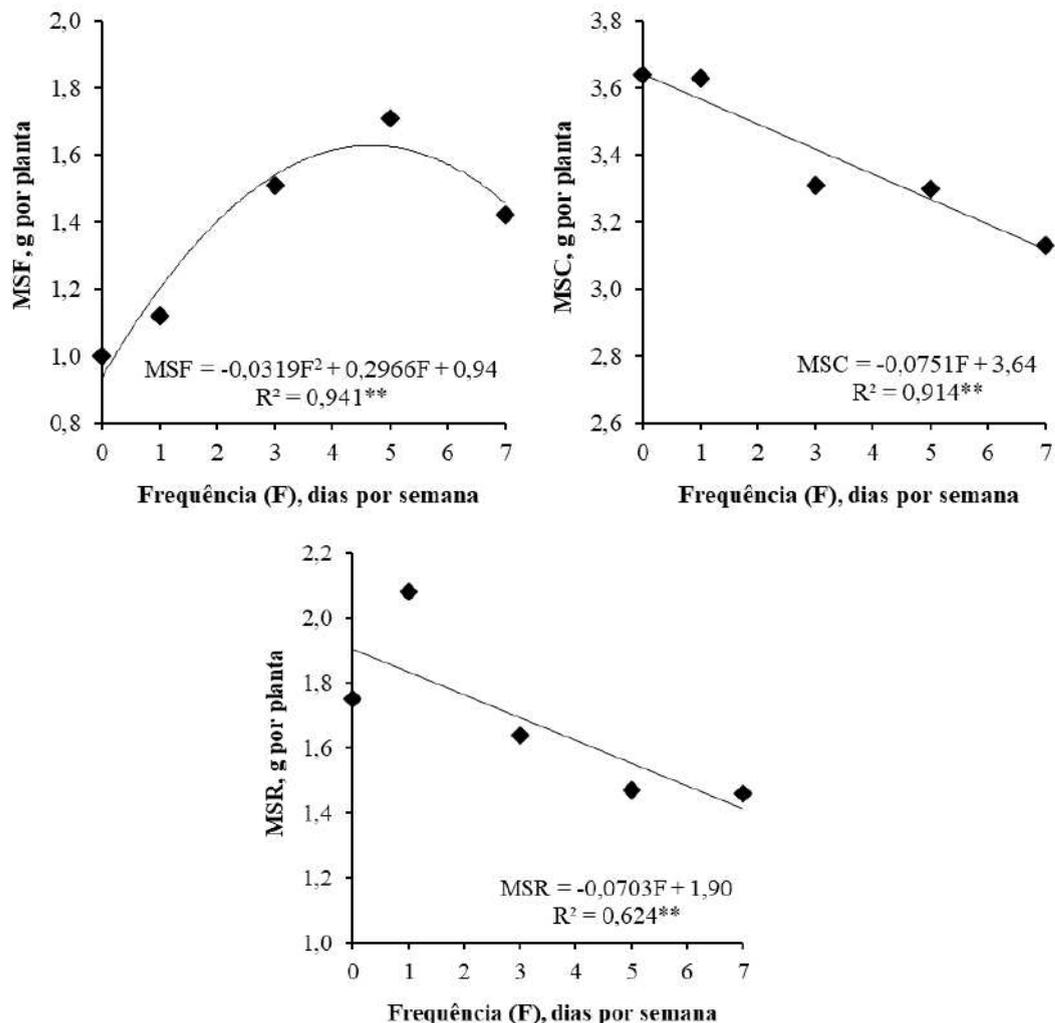


Figura 12 - Massa de matéria seca de folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) de mudas de cajueiro-anão 'CCP 76', em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema 'floating'. **: Significativo a 1% de probabilidade.

De acordo com Sá et al., (2013), em um estudo realizado com plantas de mamoeiro em cultivo hidropônico, algumas plantas utilizam um mecanismo de defesa contra os estresses abióticos limitando seu crescimento em relação ao sistema radicular para reduzir a absorção de água e nutrientes, corroborando com as médias apresentadas na figura 12 C para a variável de massa seca da raiz.

Na tabela 3, foi realizada uma comparação entre o tratamento que a solução nutritiva era aplicada 5x por semana e a adubação foliar para as variáveis NF, DC, ALT e AF, no qual apresentou resultados não significativos a para as variáveis, assim não diferindo estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura (ALT) e área foliar (AF) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’ com o fornecimento de nutrientes por meio do sistema ‘floating’ e adubação foliar¹.

Tratamentos	NF	DC	ALT	AF
		---- mm ----	---- cm ----	---- cm ² ----
Floating 5x	9,5 a	9,4 a	25,6 a	217,7 a
Foliar	8,1 a	9,2 a	24,0 a	179,6 a
----- Teste F ² -----				
Tratamentos	1,63 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,12 ^{ns}	3,36 ^{ns}
C.V. (%)	21,29	6,16	10,29	18,12

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste t a 5% de probabilidade.

² ^{ns}: Não significativo.

No estudo realizado por Santos (2017), com adubação foliar para mudas enxertadas de cajueiro, também foi apontado que não houve diferença significativa para as variáveis apresentadas na tabela 3. Isso pode estar relacionado a absorção mais rápida de nutrientes via foliar, principalmente para micronutrientes (NACHTIGALL e NAVA, 2010).

Na comparação entre o fornecimento de nutrientes por meio do sistema floating e adubação foliar, apenas a variável MSR apresentou dados significativos a 5% de probabilidade no teste de t, no qual a adubação foliar apresentou média de massa seca de 1,89 g por planta e o Floating 5 vezes semanais apresentou média de 1,47 gramas por planta, considerando um aumento de 21,16% para MSR em comparação o sistema Floating 5 vezes semanais (Tabela 4).

Tabela 4. Massa de matéria seca de folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR) e total (MST) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’ com o fornecimento de nutrientes por meio do sistema ‘floating’ e adubação foliar¹.

Tratamentos	MSF	MSC	MSR	MST
----- g por planta -----				
Floating 5x	1,71 a	3,30 a	1,47 b	6,48 a
Foliar	1,50 a	3,35 a	1,89 a	6,74 a
----- Teste F ² -----				
Tratamentos	1,07 ^{ns}	0,23 ^{ns}	17,87**	0,90 ^{ns}
C.V. (%)	20,80	4,67	10,28	7,27

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste t a 5% de probabilidade.

² ^{ns} e **: Não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente.

Esse fato entra em concordância com o experimento realizado por Santos (2017) em mudas de cajueiro, demonstrando que a massa seca das raízes aumentou com a aplicação do fertilizante foliar. Isso pode ser explicado devido a adubação foliar estimular a capacidade do sistema radicular de absorver nutrientes, favorecendo maior desenvolvimento.

No estudo realizado por Toyosumi et al, (2020), ele observou que a solução nutritiva disponibilizada via sistema hidropônico na aclimatização de mudas de bananeira, favorece aumento na massa seca do sistema radicular das mudas. Sugerindo que esse aumento se deve ao fato da maior disponibilidade de água e nutrientes no sistema hidropônico, também sendo relatado por Roupheal et al. (2018), Sardare e Admane (2013).

A partir dos dados analisados, observa-se na tabela 5 efeitos significativo ao nível de 1% de probabilidade para as variáveis assimilação líquida de CO₂ (*A*), condutância estomática (*gs*) e transpiração (*E*), em função da frequência de aplicação de solução nutritiva por meio do sistema floating.

Tabela 5. Assimilação líquida de CO₂ (*A*), condutância estomática (*gs*) e transpiração (*E*) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’.

Frequência	<i>A</i>	<i>gs</i>	<i>E</i>
Vezes por semana	$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
0	11,20	0,1064	4,82
1	12,15	0,1268	5,67
3	7,97	0,0799	3,62

5	4,40	0,0580	3,17
7	1,75	0,0363	1,73

Teste F ¹			
Tratamentos	55,92**	12,27**	7,92**
C.V. (%)	17,63	28,43	31,76

¹ **: Significativo a 1% de probabilidade.

As variáveis de assimilação líquida de CO₂ (*A*) e condutância estomática (*gs*) se ajustaram a equação linear decrescente, apresentando coeficientes de determinação (*R*²) de 0,95 e 0,89. Nas variáveis mencionadas observou-se que a frequência de aplicação 7x na semana apresentou as menores médias, respectivamente 1,75 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ e 0,0358 mol m⁻² s⁻¹, evidenciando redução com o maior número de aplicação de solução nutritiva de 85,82% para *A* e 29,88% para *gs* (Figura 13A e 13B).

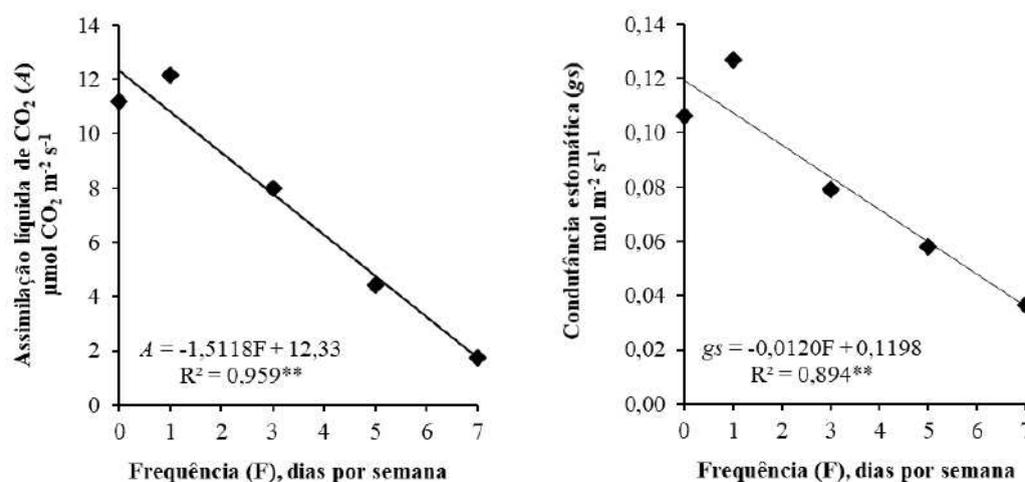


Figura 13 - Assimilação líquida de CO₂ (*A*) e condutância estomática (*gs*) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’.

** Significativo a 1% de probabilidade.

O decréscimo apresentado pela assimilação líquida de CO₂ e condutância estomática das mudas (Figuras 13 A e 13 B) pode estar relacionado ao estresse causado pela exposição à solução nutritiva, diminuindo assim a transpiração em decorrência ao estresse salino induzido devido ao aumento das aplicações de solução nutritiva (VIANA, 2015). Vale

ressaltar que essas duas variáveis possuem relação direta uma com a outra, visto que quanto maior a condutância estomática maior é a taxa de fotossíntese (ANDRADE, 2019).

Segundo Aguiar (2022), a diminuição da taxa fotossintética está associada à condutância estomática foliar em plantas submetidas a condições de estresse salino. No presente estudo, um dos fatores que pode ter ocorrido é que devido ao aumento da frequência da solução nutritiva em alguns tratamentos as plantas podem ter sofrido um estresse salino, demonstrando a atribuição do declínio apresentado por A e g_s .

Esses dados corroboram com uma pesquisa realizada por Guimarães et al. (2019), sugerindo que a diminuição da assimilação de CO_2 e da condutância estomática pode ser provocada pelo excesso de íons presentes na solução, na qual foi detectado que os efeitos iniciais de salinidade estavam relacionados com a diminuição da condutância estomática e a taxa fotossintética líquida.

Na tabela 6, pode-se observar que as variáveis de concentração interna e externa CO_2 (C_i/C_a), eficiência instantânea do uso da água e eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) foram significativas a 1% de probabilidade no teste f .

Tabela 6. Concentração interna e externa CO_2 , eficiência instantânea do uso da água (EUA; A/E) e eficiência instantânea de carboxilação (E_iC ; A/C_i) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’.

Frequência	C_i/C_a	EUA	E_iC
Vezes por semana		$\mu\text{mol } CO_2 \text{ mol}^{-1} H_2O$	
0	0,5190	2,39	0,0546
1	0,5447	2,33	0,0562
3	0,6488	2,37	0,0311
5	0,7689	1,41	0,0149
7	0,6970	1,00	0,0071

Teste F^1			
Tratamentos	6,35**	5,50**	37,83**
C.V. (%)	14,57	32,57	24,84

¹ **: Significativo a 1% de probabilidade.

Na figura 14 A, é possível observar que a variável de concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a), se ajustou a equação linear crescente, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,76, no qual a C_i/C_a fica mais evidente na aplicação de solução

nutritiva de 5 vezes por semana. Já as figuras 14B e 14C, se ajustaram a equação linear decrescente, apresentando o coeficiente de determinação (R^2) de 0,85 e 0,95, respectivamente.

Na variável C_i/C_a , é possível observar que a frequência de aplicação de 7x apresentou a maior média máxima, sendo 0,75, considerando um aumento de 29,33% em comparação a frequência de aplicação 0x. Entretanto, as variáveis EUA e EiC apresentaram as menores médias na frequência de aplicação 7x na semana, respectivamente $1,10 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ e 0,0068, demonstrando redução em relação ao número de aplicação de solução nutritiva de 57,19% para A/E e 86,66% para A/Ci.

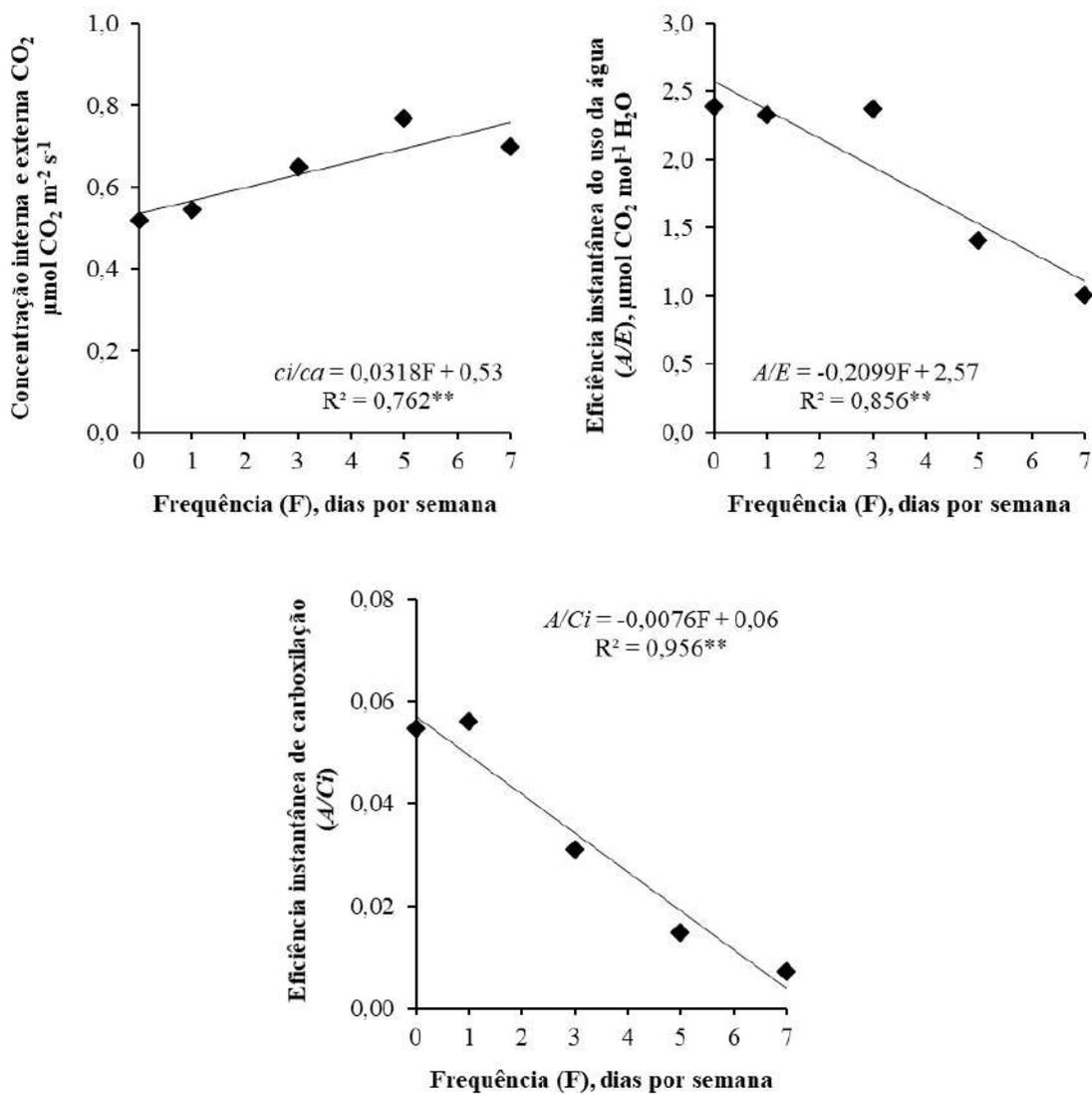


Figura 14 - Concentração interna e externa CO_2 , eficiência instantânea do uso da água (A/E) e eficiência instantânea de carboxilação (A/ci) de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’, em função da frequência de aplicação de solução nutritiva em sistema ‘floating’.

** Significativo a 1% de probabilidade.

De acordo com estudo realizado por Amorim (2019) em mudas de cajueiro-anão do clone 'BRS 226', demonstra que as doses de Fe influenciaram entre as concentrações interna e externa de CO_2 , na qual as plantas deficientes de ferro apresentaram maiores valores de Ci em plantas severamente cloróticas. Larbi et al. (2006), também observou essa interação para beterraba sacarina, demonstrando um aumento na concentração de Ci em plantas com deficiência de Fe.

Por mais que o presente trabalho tenha usado doses de Fe na solução nutritiva recomendadas por Furlani et al. (1998), as plantas que receberam as maiores frequências de aplicação apresentaram clorose nas folhas mais jovens (Figura 15).

Figura 15 - Mudas de cajueiro 'CCP 76' apresentando clorose em função da frequência de aplicação de solução nutritiva.



Fonte: Autora (2023).

Os altos valores de Ci/Ca para plantas deficientes em Fe, podem sugerir que a fotossíntese foi limitada por fatores não estomáticos (bioquímicos), no qual também pode ser verificado um aumento na Ci nas mudas de cajueiro sob deficiência de Fe, a despeito da diminuição de gs. Para Amorim (2019), a limitação estomática não foi a principal causa das menores taxas fotossintéticas, demonstrando que os aumentos em Ci/Ca levaram a fotossíntese ainda baixa em relação às plantas controle. No qual, corrobora que o decréscimo na concentração de Fe altera, principalmente, o metabolismo fotossintético da folha.

Em relação a eficiência instantânea de carboxilação (EiC) (Figura 14 C), a redução pode estar relacionada também à deficiência de Fe, visto que plantas deficientes em Fe apresentam baixa eficiência de carboxilação apresentando ligação a atividade ineficiente da Rubisco (AMORIM, 2019). Outro fator que pode estar relacionado a redução na eficiência instantânea de carboxilação é a presença de estresse salino devido a redução da taxa fotossintética, que pode estar sendo causado pela maior frequência de aplicação de nutrientes via solução nutritiva, resultando numa baixa disponibilidade de ATP e NADPH e do substrato para a Rubisco (SILVA et al., 2022).

Já para a variável eficiência instantânea do uso da água (EUA) (Figura 14B), também foi observado uma redução. Amorim (2019) relata que folhas severamente cloróticas apresentaram menor eficiência de uso da água devido a deficiência de Fe influenciando no mesmo. Resultado similar foi apresentado por Cimen et al. (2014) que verificou em porta-enxerto de citrus, deficientes em Fe, maior perda de água em relação às plantas controle. Segundo Fernández et al. (2008), folhas cloróticas perdem água mais rápido que as folhas normais.

Desse modo, mais água foi transpirada por unidade de carbono ganho, em resposta a deficiência de Fe. Isso ocorre porque a deficiência de Fe causa maiores decréscimos nas taxas fotossintéticas (A), ocasionando uma baixa eficiência no uso da água.

Os sintomas de deficiência do micronutriente ferro (Fe) nos tratamentos com maior frequência de aplicação observados no estudo, podem ser explicados pela maior necessidade de Fe durante o desenvolvimento inicial do cajueiro-anão 'CCP 76' ou por questões fisiológicas, sendo necessário outros estudos que comprovem tais hipóteses.

7 CONCLUSÃO

O sistema floating influenciou no desenvolvimento do cajueiro-anão 'CCP 76', tendo a frequência de aplicação de solução nutritiva 5x na semana proporcionando um maior crescimento inicial das mudas e influenciando no incremento de massa seca foliar.

Os tratamentos com maior frequência de aplicação de nutrientes provocaram redução nas taxas de assimilação do CO₂ e conseqüentemente na diminuição da fotossíntese.

As mudas do tratamento na qual foi realizada adubação foliar não apresentaram diferenças significativas em comparação ao tratamento com frequência de aplicação de solução nutritiva 5x.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Karine Alexia Teixeira. **Desempenho de alface sob diferentes níveis de salinidade em sistema semi-hidropônico. 2022.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
- AMORIM, Francisca Frenna Verezza Rodrigues de. **Doses de ferro no crescimento, trocas gasosas e eficiência nutricional de mudas enxertadas de cajueiro-anão. 2019.** Tese (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- ANDRADE, Ricardo Rodrigues de. **Efeito da concentração da solução nutritiva em cultivares de alface em sistema hidropônico tipo NFT, em clima semiárido. 2019.** 93 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- BARBOSA, JC; MALDONADO, JUNIOR, W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos.** Jaboticabal, FCAV/UNESP. 396p, 2015.
- BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. Caderno Setorial ETENE: agropecuária: cajucultura. **Agropecuária: Cajucultura. 2022.** Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1328/1/2022_CDS_230.pdf. Acesso em: 31 out. 2023.
- BRASIL. IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (org.). Produção de Castanha-de-caju. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/castanha-de-caju-cultivo/br>. Acesso em: 31 out. 2023.
- BRASIL. Vitor Hugo de Oliveira. Embrapa Agroindústria Tropical. Cultivo do Cajueiro-Anão Precoce. 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/421404/1/Sp012aed.pdf>. Acesso em: 30 out. 2023.
- CIMEN, B., et al. Growth and photosynthetic response of young ‘Navelina’ trees budded on to eight citrus rootstocks in response to iron deficiency." **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, New Zealand, v. 42, n. 3, p. 170-182, 2014.
- COSTA, Lucas R. et al. Crescimento de mudas de cajueiro anão precoce irrigado com efluente doméstico tratado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 3, p. 421-426, 2012.
- DE SOUSA, Maria José Duarte; CAJÚ, Maria Andreza Duarte; OLIVEIRA, Cícera Patrícia Alves. A importância da produção agrícola orgânica na agricultura familiar. **ID on line. Revista de Psicologia**, v. 10, n. 31, p. 82-100, 2016.

FERNANDÉZ, V. Leaf structural changes associated with iron deficiency chlorosis in fieldgrown pear and peach: physiological implications. **Plant Soil**, Netherlands, v. 311, p. 161–172, 2008.

FURLANI, P.R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia – NFT**. Campinas : Instituto Agronômico, 1998. 30p. (Documentos IAC, 168).

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 1 - Conjunto hidráulico**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/hidroponiap1/index.htm>. Acesso em: 02/11/2023.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2 - Solução Nutritiva**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/hidroponiap2/index.htm>. Acesso em: 02/11/2023.

GUIMARÃES, R. F. B.; MAIA JÚNIOR, S. de O.; NASCIMENTO, R. do; MELO, D. F. de; RAMOS, J. G.; ANDRADE, J. R. de. Trocas gasosas em cultivares de alface crespa em cultivo hidropônico com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 4, p.3599- 3609, 2019.

LARBI, A. et al. Down corregulation of light absorption, photochemistry, and carboxylation in Fe-deficient plants growing in different environments. **Photosynthesis Research**, [s. l.], v. 89, p. 113–126, 2006.

LIMA, Antônio Calixto et al. Qualidade industrial e estimativa de receita de castanhas de cajueiro submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita. **Editora Licuri**, p. 60-72, 2023.

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.

MENEGAES, Janine Farias; FIORIN, Tatiana Taschetto; RODRIGUES, Andrielle Magrini. Emergência de plântulas e produção de mudas de brócolis em diferentes substratos e regime de irrigação. **Acta Iguazu**, v. 10, n. 2, p. 67-76, 2021.

NACHTIGALL, Gilmar R.; NAVA, Gilberto. Adubação foliar: fatos e mitos. 2010.

PATIL, B.; CHETAN, H.T. Foliar fertilization of nutrients. **Marumegh**, v.3, n.(1), p:49-53, 2018.

PELL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. (2007) Updated world map of the KöppenGeiger. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 4, n.2, p. 439-473.

PINHO, Beatriz Moreira. **Uso de diferentes substratos para a produção de mudas de cajueiro (Anacardium occidentale L.)**. 2018.Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação

em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

ROUPHAEL, Youssef; COLLA, Giuseppe. Synergistic biostimulatory action: Designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. **Frontiers in plant science**, v. 9, p. 1655, 2018.

SÁ, Francisco V. da S. et al. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1047-1054, 2013.

SANTOS, Ricardo Miranda dos et al. Foliar fertilization on the production of grafted dwarf cashew seedlings. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, 2020.

SANTOS, Ricardo Miranda dos. Adubos de liberação controlada e foliar na produção de mudas de cajueiro-anão" BRS 226". 2017. Tese (Mestrado em Ciência do Solo) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SARDARE, M. D.; ADMANE, S. V. A review on plant without soil-hydroponics. **International Journal of Research in Engineering and Technology**, v.2, n.3, p. 299-304, 2013.

SERRANO, L. A. L.; CAVALCANTI JUNIOR, A. T. Produção de mudas de cajueiro. **Sistema de Produção do Caju. 2ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica**, v. 1, p. 43-54, 2016.

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, 2013.

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. 2016. p. 10-23.

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. 2016. p. 2-10.

SILVA, B.A.D.; CASTRO, C.S.D.; SILVA, J.D.S.; COSTA, R.S.D.; CARDOSO, F.B.; MESQUITA, R.O. A Biostimulant Based on Algae Extract and Fulvic Acids Is Able to Improve Photosynthetic Performance and Mitigate the Effects of Salinity in Soybean. **Biology and Life Sciences Forum 2022**, 11, 92. <https://doi.org/10.3390/IECPS2021-12041>

SINCLAIR, Thomas R.; TANNER, C. B.; BENNETT, J. M. Water-use efficiency in crop production. **Bioscience**, v. 34, n. 1, p. 36-40, 1984.

SOUSA, T. L. T. L. .; SHINOHARA, N. K. S. .; LIMA, G. S. de .; FURTADO, A. F. T. de L. .; MARQUES, M. de F. F. .; ANDRADE, S. A. C. . Cashew nutritional aspects and economic

overview of cashew cultivation. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e229101119435, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19435. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19435>. Acesso em: 2 nov. 2023

STEINER, F.; ZOZ, T.; JUNIOR, A. S. P. Crescimento e produtividade de alface crespa cultivada em sistema hidropônico e convencional. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.4, p.42-48, 2009.

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre : Artmed, 2017, 888p.

TORCHELSEN, Marcela de Melo. **Produção de mudas por estaquia e cultivo protegido de maracujazeiro-amarelo**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

TOYOSUMI, I. da S. et al. Frequência de recirculação da solução nutritiva no crescimento da parte aérea de mudas de bananeiras sob hidroponia. 2020.

VIANA, G. D. M. **Metabolismo fisiológico e bioquímico em plantas jovens de Euterpe Oleracea submetidas ao déficit hídrico**. Orientador: Allan Klynger da Silva Lobato. 2015. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas, PA, 2015.

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.