



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

RAFAEL SANTIAGO DA COSTA

**ADUBAÇÃO FOLIAR NO DESENVOLVIMENTO E NOS ASPECTOS
FISIOLÓGICOS, NUTRICIONAIS E PRODUTIVOS DO CAJUEIRO 'BRS 226'**

FORTALEZA

2024

RAFAEL SANTIAGO DA COSTA

ADUBAÇÃO FOLIAR NO DESENVOLVIMENTO E NOS ASPECTOS FISIOLÓGICOS,
NUTRICIONAIS E PRODUTIVOS DO CAJUEIRO 'BRS 226'

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agronomia/Fitotecnia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Rosilene Oliveira Mesquita.

Coorientador: Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi.

FORTALEZA

2024

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)

C875a Costa, Rafael Santiago da.
Adubação foliar no desenvolvimento e nos aspectos fisiológicos, nutricionais e produtivos do cajueiro 'BRS 226' / Rafael Santiago da Costa. – 2024.
66 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2024.
Orientação: Profa. Dra. Rosilene Oliveira Mesquita.
Coorientação: Prof. Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi .

1. Adubos foliares. 2. Anacardium occidentale. 3. Manejo nutricional. 4. Produtividade. I. Título.
CDD 630

RAFAEL SANTIAGO DA COSTA

ADUBAÇÃO FOLIAR NO DESENVOLVIMENTO E NOS ASPECTOS FISIOLÓGICOS,
NUTRICIONAIS E PRODUTIVOS DO CAJUEIRO 'BRS 226'

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Agronomia/Fitotecnia.

Aprovada em: 27/05/2024.

BANCA EXAMINADORA

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

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

Dr. Luiz Augusto Lopes Serrano
Embrapa Agroindústria Tropical

Dr^a Adriana Guirado Artur
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Aos meus pais e avós por sempre acreditarem em mim e apoiarem minhas escolhas.

A minha família, amigos e professores pelos ensinamentos, paciência e colaboração até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me ajudar a chegar até aqui, me dando sabedoria, saúde e paciência para que eu conquistasse meus objetivos pessoais e profissionais.

Aos meus pais, José Dilson e Iris Santiago, que me ensinaram os princípios necessários para alcançar meus sonhos: determinação, honestidade e humildade. Agradeço também a minha irmã Beatriz, e a minha esposa Deborah, por todo apoio, paciência e colaboração. À toda minha família e amigos pela compreensão e paciência durante minha caminhada.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, que contribuíram na minha formação, repassando seus conhecimentos, aconselhando e apoiando, especialmente a professora Rosilene Oliveira Mesquita que me acolheu, ensinou e orientou de forma exemplar.

Aos participantes da banca examinadora, professor William Natale e Dra. Adriana Guirado Artur, os quais tenho enorme admiração profissional, pelas contribuições na elaboração desse projeto.

A todos amigos e colegas que fiz durante o mestrado e doutorado e aos participantes do Grupo de Estudos em Ecofisiologia da Produção e Nutrição de Plantas (GEEPEN), especialmente a Letícia Kenia, Johny de Souza, Bruna Alves, Beatriz Abreu, Ana Janaína, Jenyffer Gomes, Francisco Linco, Wenner Vinícius, Júlia Queiros e muitos outros, que me ajudaram nessa caminhada.

Agradeço imensamente a Embrapa Agroindústria Tropical e ao laboratório de Solos que me permitiu realizar as análises laboratoriais, especialmente ao Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi e ao Dr. Luiz Augusto Lopes Serrano por acreditarem e viabilizarem a execução da pesquisa e as laboratoristas, Lilian Chayn e Vanderléia Bezerra pela pronta ajuda em laboratório.

À Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e a Gerência de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (GEPED), especialmente a gerente Cailiny Darley e a coordenadora de projetos Claudiane Quaresma pelo apoio e a flexibilidade para realização das atividades do doutorado.

À Universidade Federal do Ceará por todo apoio e disponibilização do espaço para pesquisa, aos docentes e discentes envolvidos na mesma.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), através da bolsa de doutorado.

“Viver é enfrentar um problema atrás do outro.
O modo como você o encara é que faz a
diferença”

Benjamin Franklin.

RESUMO

A adubação foliar é uma estratégia interessante para a complementação da nutrição de plantas perenes e, dentre as culturas perenes em destaque no Nordeste, temos o cajueiro. O clone de cajueiro anão BRS '226' é bastante utilizado pelos agricultores da região, porém, para que desempenhe seu potencial produtivo, ele apresenta exigências no manejo nutricional, sejam estes nutrientes fornecidos via solo ou via foliar. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito de adubos foliares no desenvolvimento, nos aspectos fisiológicos, nutricionais e produtivos de plantas adultas do clone de cajueiro-anão 'BRS 226'. O experimento foi conduzido por três anos consecutivos (ciclos) no Campo Experimental de Pacajus, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 6 tratamentos: cinco fontes de adubos foliares (Master®; Mega 10®; FH CaB®; Master® + FH CaB®; Spray Dunger®) e testemunha (sem adubo foliar) e oito repetições, totalizando 48 unidades experimentais, representadas por uma planta adulta de cajueiro-anão. Foram avaliadas as variáveis de crescimento: volume de copa e taxa de crescimento relativo; variáveis fisiológicas: trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a* e índice relativo de clorofila; variáveis nutricionais: macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Cu, Fe, Zn, Mn e B); variáveis produtivas: desenvolvimento dos maturis, porcentagem de frutos maduros e produtividade de castanhas de caju. O volume da copa (VC) não foi influenciado pela aplicação dos adubos foliares em nenhum dos ciclos avaliados. Plantas que receberam a adubação via foliar apresentaram maior taxa de crescimento relativo (TCR) ao longo dos ciclos, incrementando cerca de 113, 139 e 95%, quando comparado com o adubo foliar Master® + FH CaB® e tratamento controle. As trocas gasosas foram incrementadas cerca de 40% pela adubação foliar em todos os ciclos, enquanto o IRC incrementou cerca de 20% a 30%. A eficiência fotoquímica, os teores de macronutrientes e micronutrientes não foram influenciados pela adubação foliar. Os aspectos produtivos foram influenciados positivamente pela aplicação dos adubos foliares, especialmente pelo adubo foliar Master® + FH CaB®. O uso complementar de adubos foliares foi uma estratégia eficiente para incremento das trocas gasosas, IRC e dos aspectos produtivos. A análise multivariada demonstra que os aspectos biométricos, fisiológicos e nutricionais apresentam correlação nos três ciclos avaliados, sendo especialmente influenciados pelos adubos Master® + FH CaB® e FH CaB®.

Palavras-Chave: adubos foliares; *Anacardium occidentale*; manejo nutricional; produtividade.

ABSTRACT

Foliar fertilization is an interesting strategy for supplementing the nutrition of perennial plants and among the perennial crops highlighted in the Northeast, we have cashew. The dwarf cashew clone BRS '226' is widely used by farmers in the region, however, for this perform to its productive potential, it presents requirements in nutritional management, whether nutrients supplied via soil or foliar. In this sense, the present project aims to evaluate the effect of foliar fertilizers on the development, in the physiological, nutritional and productive aspects of adult plants of the dwarf cashew tree clone 'BRS 226'. The experiment was conducted for three consecutive years (cycles) in the Experimental Field of Pacajus, belonging to Embrapa Agroindústria Tropical. The design will be in randomized blocks with 5 treatments: four sources of foliar fertilizers (Master®; Mega 10®; FH CaB®; Master® + FH CaB®; Spray Dunger®) and control (without foliar fertilizer) and eight replications, totaling 40 experimental units, represented by an adult dwarf cashew tree. The growth variables were evaluated: plant height and crown diameter; physiological variables: gas exchange, chlorophyll a fluorescence and relative chlorophyll content; nutritional variables: macronutrients (N, P, K, Ca, Mg and S) and micronutrients (Cu, Fe, Zn, Mn and B); productive variables: development of maturis, percentage of ripe fruits and productivity of cashew nuts. The canopy volume (CV) was not influenced by the application of foliar fertilizers in any of the cycles evaluated. Plantas que receberam a adubação via foliar apresentaram maior taxa de crescimento relativo (TCR) ao longo dos ciclos, incrementando cerca de 113, 139 e 95%, quando comparado com o adubo foliar Master® + FH CaB® e tratamento controle. Gas exchange were increased by around 40% by foliar fertilization in all cycles, while the RCI increased by around 20% to 30%. Photochemical efficiency and macronutrient and micronutrient content were not influenced by foliar fertilization. The productive aspects were positively influenced by the application of foliar fertilizers, especially by the foliar fertilizer Master® + FH CaB®. The complementary use of foliar fertilizers was an efficient strategy to increase gas exchange, IRC and productive aspects. The multivariate analysis demonstrates that the biometric, physiological and nutritional aspects present a high correlation in the three cycles evaluated, being especially influenced by the Master® + FH CaB® and FH CaB® fertilizers.

Keywords: foliar fertilizers; *Anacardium occidentale*; nutritional management; productivity.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	HIPÓTESE	14
3	OBJETIVOS	14
3.1	Geral	14
3.2	Específicos	14
4	REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1	Aspectos gerais do cajueiro	15
4.2	Importância socioeconômica da cajucultura	16
4.3	Características do clone de cajueiro-anão ‘BRS 226’	18
4.4	Adubação foliar	21
4.4.1	<i>Importância da adubação e absorção foliar em culturas perenes</i>	21
4.4.2	<i>Respostas do cajueiro à adubação foliar</i>	23
5	MATERIAL E MÉTODOS	27
5.1	Descrição da área experimental	27
5.2	Delineamento experimental e tratamentos	28
5.3	Tratos culturais	30
5.4	Variáveis	31
5.4.1	<i>Variáveis biométricas</i>	31
5.4.2	<i>Variáveis fisiológicas (trocas gasosas, fluorescência da clorofila a e SPAD)</i>	32
5.4.3	<i>Análises químicas</i>	33
5.4.4	<i>Variáveis produtivas</i>	34
5.5	Análises estatísticas	35
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
6.1	Desenvolvimento das plantas	36
6.2	Fisiológicas	37
6.2.1	<i>Trocas gasosas</i>	37
6.2.2	<i>Eficiência fotoquímica</i>	41
6.3	Nutricionais	43
6.3.1	<i>Macronutrientes</i>	43
6.3.2	<i>Micronutrientes</i>	46
6.4	Aspectos produtivos	49

6.5	Análise de Componentes Principais (ACP).....	51
6.5.1	<i>Fisiológicos x Crescimento x Produtividade.....</i>	51
6.5.2	<i>Nutricionais x Crescimento x Produtividade.....</i>	54
7	CONCLUSÕES.....	59
	REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie perene, arbórea, originário do Brasil, que pertence à família Anacardiaceae e é amplamente disseminado em todo mundo (GUISSONI et al., 2013; ADEIGBE et al., 2015). A cultura apresenta grande importância econômica e social, e por ser uma espécie nativa do Nordeste brasileiro, exibe boa adaptabilidade e tolerância a estresses abióticos, o que a torna uma excelente opção de cultivo e umas das principais fontes geradoras de renda para os produtores dessa região (AMORIM et al., 2010; SERRANO et al., 2013).

Apesar das características agronômicas positivas, o cajueiro comum (ou gigante) apresenta grande heterogeneidade, o que dificulta o manejo da cultura (BARROS, 1991). Na década de 80 foram iniciadas pesquisas buscando lançar clones de cajueiro-anão com características favoráveis para o cultivo. Dentre esses clones, destaca-se o ‘BRS 226’, ou Planalto, que apresenta pequeno porte, tolerância ao déficit hídrico, padronização das castanhas e dos pseudofrutos, aptidão para a produção de castanha e boa produtividade, sendo um dos clones mais recomendados e cultivados no Ceará (ANDRADE et al., 2018; VIDAL NETO et al., 2018).

Para que o clone ‘BRS 226’ desempenhe todo seu potencial produtivo, ele requer atenção em relação à adubação fornecida em seu cultivo e a adubação foliar mostra-se uma estratégia interessante para a complementação da nutrição de plantas perenes. A cultura apresenta exigências em relação à adubação, pois remove uma quantidade considerável de nutrientes do solo, e, quando essa remoção de nutrientes não é compensada pela aplicação de adubos e fertilizantes, sejam estes fornecidos via solo ou via foliar, os aspectos fisiológicos, os teores de nutrientes, a produtividade e a qualidade dos produtos são afetadas (FIGUEIRÊDO et al., 2016; MANGALASSERY et al., 2020).

A adubação foliar surge como uma opção para o fornecimento de nutrientes necessários nas fases de maior demanda de nutrientes (correspondendo ao florescimento e a frutificação). A aplicação de taxas mais baixas de adubos diretamente nas folhas, favorece maior absorção de macro e micronutrientes pelas plantas, promovendo respostas imediatas e facilitando correções de possíveis carências nutricionais do solo (SANTOS et al., 2019), além de auxiliar no desenvolvimento do sistema radicular e estimular a absorção dos nutrientes da solução do solo (HAYTOVA, 2013).

Como resposta, a planta devidamente nutrida, deve apresentar teores adequados de nutrientes, boas respostas fisiológicas, o que por sua vez, refletirá em um melhor

desenvolvimento e produtividade dos pomares. Nesse sentido, Barroso (2022) avaliando o efeito de adubos foliares no desenvolvimento de mudas de cajueiro-anão, observou que os adubos foliares (Mega 10®, FH Attivus® e Master®) promoveram incrementos significativos na fotossíntese, condutância estomática e transpiração no clone de cajueiro-anão ‘BRS 226’, em comparação às plantas não adubadas (testemunhas), associando esses resultados à nutrição das plantas e a importância dos nutrientes para os aspectos fisiológicos da cultura.

Diante do exposto este presente o presente projeto foi desenvolvido com o intuito de complementar informações já existentes referentes à demanda nutricional e a recomendação de adubação para o clone de cajueiro-anão ‘BRS 226’. O projeto surge da própria demanda dos cajucultores por recomendações científicas de fontes de adubos foliares para os pomares, haja vista que a aplicação dos produtos se dá por meio de observações empíricas e recomendações realizadas por vendedores de produtos agrícolas.

2 HIPÓTESE

A aplicação foliar como complemento da adubação via solo, aumenta o desempenho fisiológico, nutricional e produtivo de plantas adultas de cajueiro-anão do clone ‘BRS 226’.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

- Avaliar o efeito da aplicação de adubos foliares, de forma complementar à adubação via solo, no desenvolvimento e nos aspectos fisiológicos, nutricionais e produtivos de plantas adultas do cajueiro-anão ‘BRS 226’.

3.2 Específicos

- Verificar se os adubos foliares melhoram o desenvolvimento e os aspectos nutricionais da cultura;
- Avaliar as respostas fisiológicas e determinar o teor de nutrientes foliares do cajueiro ‘BRS 226’ nos anos agrícolas 2020, 2021 e 2022, em função dos tratamentos aplicados;
- Verificar se a aplicação dos adubos foliares melhora os aspectos produtivos do cajueiro-anão ‘BRS 226’.
- Determinar qual(is) fonte(s) de adubos foliares são indicadas para pomares de cajueiro-anão ‘BRS 226’.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Aspectos gerais do cajueiro

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie frutífera, perene, dicotiledônea, que pertence à família Anacardiaceae, sendo originária do Brasil e amplamente disseminada em todo o mundo, devido a sua adaptabilidade e produção (BARROS et al., 1993). No Brasil, o destaque produtivo é da região Nordeste, que responde pela grande maioria da área plantada com a cultura e da produção nacional de castanha de caju, principalmente nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (OLIVEIRA, 2008; BOMTEMPO & SILVA, 2018).

A planta apresenta arquitetura tortuosa com até 20 m de altura. Tem folhas simples, medindo de 10 a 20 cm de comprimento por 6 a 12 cm de largura, com estômatos concentrados na face inferior ou abaxial (hipoestomáticas). Seu sistema radicular é bem desenvolvido e pode atingir mais de 10 m de profundidade, porém, as raízes laterais se concentram predominantemente até 15-30 cm de profundidade. Essas características conferem a planta boa adaptabilidade às condições semiáridas e auxilia numa efetiva absorção de nutrientes. Vale ressaltar que, a diversidade de plantas do cajueiro tem sido classificada em dois tipos: o comum e o anão (KONAN, 2006; BARROS, 2011).

Não obstante casos em que atingem alturas extremas, as plantas do tipo comum têm altura média de 5 a 8 m, enquanto as plantas do tipo anão mantêm altura média em torno de 2,5 a 4 m (BARROS, 2011). Segundo Serrano et al. (2013), outra diferença entre os dois tipos está relacionada com a grande variabilidade genética do cajueiro comum, cujos pomares foram formados, em sua maioria, com plantas propagadas por sementes, o que causa despadrãoização do pomar quanto às características morfológicas, nutricionais e produtivas e, principalmente, quanto à tolerância aos estresses bióticos e abióticos, o que causa falhas no estande, com conseqüente queda da produtividade.

O cajueiro, tanto o comum quanto o anão, é uma planta andromonoica, ou seja, apresenta flores masculinas (estaminadas) e hermafroditas (perfeitas), estas, apresentam tamanho diminuto, são polígamas, agrupadas em panículas terminais, pedunculadas e apresentam variação de coloração entre branco e vermelho (CRISÓSTOMO et al., 2009). O florescimento do cajueiro varia em função do tipo cultivado, o anão (em boas condições) floresce no primeiro ano de cultivo, enquanto o comum inicia a floração apenas a partir do segundo ou terceiro ano (BARROS et al., 1993).

A floração ocorre após um período de desenvolvimento vegetativo, geralmente, no

final da estação chuvosa, sendo a inflorescência produzida na extremidade terminal dos brotos recém-desenvolvidos. Embora o período de floração possa se estender por quatro meses ou mais, o pico de floração não costuma durar mais de seis semanas (MALHOTRA et al., 2017). A polinização das flores acontece pela ação de vários insetos polinizadores, com evidência para a ordem Hymenoptera, em especial para a abelha *Apis melífera*, a principal responsável pela polinização das flores do cajueiro (VANITHA & RAVIPRASAD, 2019).

O fruto é um aquênio (castanha), que apresenta cor e tamanho variável, rico em vitaminas, proteínas e ácidos graxos não saturados, pendente de um pedúnculo carnoso (caju), também denominado como pseudofruto, rico em vitamina C, açúcares, fibras e minerais (cálcio, ferro e fósforo), de cor e tamanho variados. O pedúnculo é aproveitado para o consumo *in natura*, produção de doces, compotas, polpas, sucos, cajuínas e outras bebidas, ao passo que, do processamento da castanha, resulta o líquido da castanha do caju (LCC) e a amêndoa, que pode ser beneficiada, agregando-se valor e sendo comercializada cozida, assada, caramelizada, de forma inteira ou em pedaços (CRISÓSTOMO et al., 2009; FIGUEIREDO et al., 2010).

Além desses produtos, outros órgãos da planta podem ser utilizados com fins lucrativos, por exemplo, a partir da seiva é possível fazer tinta; do tronco é retirada uma resina amarela que tem função nas indústrias farmacêuticas e de papel; os galhos podados são aproveitados na indústria para geração de energias (queima); as raízes têm propriedades purgativas, sendo utilizadas na medicina popular (SERRANO & PESSOA, 2016). Por todos esses motivos, a cajucultura tem se tornado cada vez mais expressiva e de relevância socioeconômica, tanto para o Brasil quanto para o mundo.

4.2 Importância socioeconômica da cajucultura

A cajucultura tem grande importância socioeconômica no mundo, tanto pelo grande número de pessoas envolvidas na produção agrícola e processamento industrial quanto pela receita gerada para os países produtores, em função dos produtos obtidos nessa cadeia: castanha do caju (*in natura*), amêndoa, pseudofruto (caju), líquido da casca da castanha de caju (LCC) e madeira (OLIVEIRA et al., 2019). Apesar dos diversos produtos obtidos por meio da cajucultura e suas utilizações em diversas áreas de interesse econômico, a castanha de caju ainda continua sendo o principal produto da cadeia produtiva.

Segundo Ogunsina & Bamgboye (2014), a castanha de caju é rica em gordura (46%), proteína (21,2%) e carboidratos (22,3%), além de ser fonte de minerais como ferro, fósforo, magnésio, cálcio, potássio e selênio, e de vitaminas E, K, B6 e C (VADIVEL et al.,

2012). Por esses benefícios, a castanha de caju apresenta alto valor de comercialização e demanda crescente do mercado consumidor, o que tem alavancado, cada vez mais, seu cultivo (ADEMOLA et al., 2021).

A área mundial colhida de castanha de caju é de 6,81 milhões de hectares, com maior concentração na Costa do Marfim, Índia e Tanzânia (BRAINER, 2021). No Brasil, a cajucultura desempenha papel fundamental na geração de emprego e renda, especialmente na região Nordeste, que apresenta maior área plantada e produção (ALCÂNTARA et al., 2012). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021), o Brasil produziu cerca de 120.000 toneladas de castanha de caju em 2021, das quais 56,4% da quantidade foi exportada para Estados Unidos (38,7%), Canadá (10,2%) e Holanda (7,5%), sendo o Ceará o principal estado produtor, seguido dos estados do Piauí e Rio Grande do Norte.

Além da castanha do caju, o pseudofruto (ou pedúnculo) vem sendo amplamente utilizado na produção de sucos, refrigerantes, doces e polpas, tornando-se de interesse para muitas cadeias produtivas (FIGUEIRÊDO et al., 2016). No entanto, grande parte dos pedúnculos são desperdiçados em campo (cerca de 90%), fazendo com que ele seja o subproduto com menor segmento industrial (FIGUEIREDO et al., 2010).

Outro subproduto com importância econômica é o líquido da casca da castanha de caju (LCC), obtido do mesocarpo da castanha, que é um óleo escuro, quase preto, cáustico e inflamável, rico em cardanol, lipídeos fenólicos não isoprenoides de origem natural, muito utilizado em indústrias químicas e de lubrificantes, que apresenta também ação inseticida, antibacteriana, antifúngica e repelente (MAZZETTO & LOMONACO, 2009). Por ser inflamável, o LCC juntamente com a casca, os restos de podas e madeiras, provenientes dos tratamentos culturais do cajueiro, são utilizados na geração de energia para o beneficiamento da amêndoa (castanha), especialmente na etapa de cozimento (PAIVA et al., 2006).

Mesmo com toda importância apresentada, na última década, a baixa produtividade dos pomares provocou redução de cerca de 37% da produção nacional, estando essa queda ligada, principalmente, aos seguintes fatores: não utilização de técnicas agrícolas produtivas como a poda, a adubação, a irrigação e o uso de defensivos contra doenças e pragas; elevada heterogeneidade das plantas na maior parte dos pomares comerciais, constituídos por cajueiros comuns propagados por sementes e que estão em fase de declínio natural (BRAINER, 2021).

Pensando nisso, clones de cajueiro do tipo anão foram desenvolvidos com o objetivo de padronizar os pomares com plantas de menor porte, tanto nos aspectos morfológicos quanto produtivos. Dentre esses clones, podemos citar como destaque para a

região Nordeste o ‘BRS 226’, que apresenta tolerância a estresses abióticos e elevada produtividade, fazendo com que seja um dos clones mais cultivados.

4.3 Características do clone de cajueiro-anão ‘BRS 226’

O ‘BRS 226’ é um clone oriundo do Programa de Melhoramento Genético do Cajueiro da Embrapa Agroindústria Tropical, desenvolvido especialmente para a região semiárida, devido a sua adaptabilidade morfológica e fisiológica. Foi lançado em 2002, tendo sua origem resultante da seleção fenotípica da planta matriz de cajueiro-anão número 42 (MAP 42), na Fazenda Caucaia Agroindustrial S/A CAPISA, localizada no Estado do Piauí, seguida de avaliação clonal dos genótipos selecionados na própria região (PAIVA & BARROS, 2004).

Por causa das suas características adaptativas, o ‘BRS 226’ pode ser cultivado em regime sequeiro ou irrigado, sua produção de castanha é voltada para a comercialização no mercado de amêndoa e seu fruto destinado para consumo *in natura* ou beneficiamento. Um pomar de três anos (com um hectare) pode atingir produtividade acima de 450 kg de castanha por ano, obtendo bom retorno financeiro pouco tempo após o plantio (PAIVA et al., 2002). O espaçamento recomendado para o plantio é de 8 x 6 m, em sistema retangular, com 208 plantas ha⁻¹, 7 x 7 m, em sistema quadrado, com 204 plantas ha⁻¹ (PAIVA & BARROS, 2004) ou ou 8 x 8 m, conforme recomendação de Yokomizo et al. (2021), os quais favorecem boa interceptação luminosa, e conseqüentemente, bom desempenho fisiológico da cultura.

A planta apresenta pequeno porte, com altura média de 2,5 m, característica de grande importância, uma vez que facilita a colheita, o manejo nutricional e fitossanitário da planta e o aumento da produtividade, devido à maior densidade de plantas por hectare. Essa característica também possibilita a realização da colheita manual, reduzindo as perdas por queda do pedúnculo e permitindo a comercialização do mesmo para a produção de subprodutos, como sucos, refrigerantes, bolos, cajuínas, doces e outros, que podem ampliar a renda do produtor (FUCK JÚNIOR et al., 2020).

Por esses motivos, o clone ‘BRS 226’ vem sendo amplamente utilizado como copa na produção de mudas de cajueiro-anão no Brasil. Apresenta pedúnculo de cor alaranjada com peso médio de 102 g e boa aceitação pelo mercado consumidor, castanha de coloração cinza com peso médio de 9,75 g e amêndoa com peso médio de 2,7 g e coloração dentro dos padrões internacionais, o que facilita a exportação do produto para diversos países consumidores. Vale ressaltar ainda, que o clone apresenta resistência à resinose (*Lasiodiplodia theobromae*), doença comum na fase de produção de mudas, o que o torna ainda mais

recomendável (VIDAL NETO et al., 2013; SANTOS, 2017).

Em relação à adubação e nutrição do clone 'BRS 226', estudos sobre essas temáticas em pomares comerciais são cada vez mais necessários para complementar e atualizar a última recomendação, que foi feita por Oliveira et al. (2002) e Crisóstomo et al. (2003). Os autores recomendam, no primeiro ano, aplicar o calcário, fósforo e micronutrientes na cova de plantio e os fertilizantes N e K em cobertura, ao redor da planta, 60 dias após o transplante, em três parcelas iguais (cultivo em sequeiro), ou parcelamento mensal (cultivo irrigado). Do segundo ao quarto ano, a adubação deverá seguir o mesmo sistema de manejo do primeiro, entretanto, o fósforo deverá ser aplicado em uma única parcela, tanto para o cultivo de sequeiro, como para o irrigado.

Segundo estes autores, para a adubação de produção (a partir do quinto ano), os adubos poderão ser aplicados em faixa circular de 40 a 50 cm de largura ao redor de cada planta, no terço externo da projeção da copa. Em grandes pomares, para reduzir os custos operacionais, podem-se aplicar os fertilizantes em faixa contínua, em um ou dois lados da linha de plantio com 1,0 a 1,5 m de largura, também no terço externo de projeção da copa. Vale ressaltar que nessa fase, espera-se uma produção superior a 1.000 kg ha⁻¹. A recomendação deverá ser feita a partir da análise do solo, e as quantidades dos adubos utilizadas podem ser observadas na Tabela 1, adaptada de Oliveira et al. (2002) e Crisóstomo et al. (2003):

Tabela 1 - Recomendação de adubação para o cajueiro-anão sob irrigação e sequeiro, nas fases de plantio, formação e produção.

Adubação	Ano	N g planta ⁻¹	P-resina (mg dm ⁻³)			K (mmolc dm ⁻³)		
			0-12 P ₂ O ₅ (g planta ⁻¹)	12-30	>30	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
Plantio		0	200 (180) ⁽¹⁾	150 (140)	100 (90)	0	0	0
Crescimento	0 - 1º	60 (45)	0	0	0	60 (50)	40 (30)	20 (20)
	1º - 2º	80 (70)	200 (160)	150 (140)	100 (90)	100 (90)	60 (50)	40 (30)
	2º - 3º	150 (120)	250 (220)	200 (180)	120 (110)	140 (120)	100 (90)	60 (50)
	3º - 4º	200 (150)	300 (290)	250 (230)	150 (140)	180 (170)	140 (130)	80 (70)
	4º - 5º	300 (220)	300 (290)	250 (230)	150 (140)	180 (170)	140 (130)	80 (70)
Produção								
Rendimento esperado (kg ha ⁻¹)								
	<1.200	400 (300)	200 (160)	100 (80)	100 (80)	150 (120)	100 (80)	80 (80)
	1.200 – 3.000	700 (520)	300 (240)	200 (160)	150 (120)	300 (240)	200 (160)	150 (120)
	>3.000	1.000	400	300	200	450	300	200

⁽¹⁾ Valores entre parêntesis referem-se a cultura sob sequeiro.

Aplicar 50 g de F.T.E. BR-12 planta⁻¹ ano⁻¹ do ano 2º ao 4º e 100 g a partir do 5º ano.

No que diz respeito a necessidade nutricional da cultura, a mesma apresenta alta demanda, especialmente nas etapas de florescimento e frutificação, sendo os estádios críticos de necessidade de fornecimento de nutrientes. A diminuição do conteúdo foliar de nutrientes durante essas etapas pode acontecer devido à remobilização de nutrientes para a produção de órgãos reprodutivos, por isso é crucial a complementação da adubação nessas etapas (MAILLARD et al. 2015). Nesse mesmo sentido, Mangalaserri et al. (2021), delineando as restrições nutricionais e desenvolvendo normas nutricionais para o cajueiro, verificaram que a correção da acidez do solo e a disponibilização de cálcio, magnésio e micronutrientes, como zinco, cobre e manganês mostram-se de crucial importância para a produtividade da cultura.

As boas características adaptativas do clone 'BRS 226' podem estar associadas às alterações fisiológicas, nutricionais e bioquímicas, especialmente ligadas às suas características morfológicas (folhas e raízes), bem como associadas à abundância relativa das proteínas, uma vez que estas estão diretamente relacionadas a homeostase celular e com as respostas das plantas aos estresses bióticos e abióticos (CIPRIANO et al., 2015). No entanto, é importante salientar que essa capacidade das plantas de se adaptarem à diversas condições do meio e de se defenderem contra pragas e doenças está associada a uma série de fatores fisiológicos, nutricionais e bioquímicos complexos que precisam ser elucidados (AFROZ et al., 2011).

Por isso, estudos na área de adubação, fisiologia e nutrição do cajueiro, especificamente, aqueles capazes de demonstrar os efeitos dos nutrientes para melhorias agrônomicas no clone 'BRS 226', são necessários para atualizar as informações já existentes. Nesse sentido, Barroso (2022), ao avaliar o desenvolvimento de mudas do clone 'BRS 226', verificou que a aplicação de adubos foliares favoreceu as trocas gasosas da cultura, associando esses resultados à nutrição das plantas e à importância dos nutrientes para os aspectos fisiológicos, uma vez que estes são cruciais para produção de pigmentos, controle estomático, desenvolvimento de novas folhas e expansão das raízes (TAIZ et al., 2017).

Santos (2017), ao estudar o efeito de adubos de liberação controlada e foliar no desenvolvimento de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226', verificaram respostas positivas das plantas em função do adubo foliar aplicado (antes e após a enxertia), auxiliando no desenvolvimento das folhas e no acúmulo de massa seca das plantas, podendo esses resultados estarem relacionados com o melhor desenvolvimento da parte aérea e maior exigência de nutrientes nessa época, o que permitiu melhor aproveitamento dos nutrientes fornecidos. Da mesma forma, Serrano et al. (2015) também observaram incremento nas variáveis de desenvolvimento das mudas de cajueiro 'BRS 226' em função do adubo de

liberação controlada (N:P:K - 13-06-16) até a dose de 5,93 kg m⁻³.

Apesar desses estudos acima citados, ainda pouco se sabe sobre as especificidades nutricionais do clone 'BRS 226', sobretudo, no que tange a utilização da adubação foliar em pomares estabelecidos, com o intuito de complementar a adubação via solo e auxiliar na maximização da produtividade da cultura.

4.4 Adubação foliar

4.4.1 Importância da adubação e absorção foliar em culturas perenes

A adubação foliar é uma técnica agrícola voltada ao fornecimento de nutrientes para as plantas, envolvendo a absorção e assimilação por meio das folhas, de forma a auxiliar e complementar a adubação convencional via solo (que envolve a absorção e assimilação dos nutrientes pelas raízes). Ela tem como objetivo potencializar os resultados da adubação e obter melhor retorno produtivo das culturas, especialmente as perenes. Sua utilização pode ocorrer em períodos de demanda específica, como por exemplo, durante o crescimento, na pré-floração, na formação de frutos, ou em casos em que a adubação via solo seja dificultada (NACHTIGALL & NAVA, 2010).

O fornecimento de nutrientes para as culturas perenes por meio da adubação foliar favorece a absorção dos mesmos pelas folhas e distribuição para os órgãos que o requerem. Isto faz com que as respostas nutricionais à adubação sejam rápidas, de forma a estimular o sistema radicular a absorver nutrientes da solução do solo e facilitar as correções das carências nutricionais (HAYTOVA, 2013). Além disso, é uma alternativa economicamente viável e ambientalmente mais sustentável, visto que permite a aplicação dos adubos em menores quantidades e em momentos ideais, reduzindo os impactos ambientais causados pela lixiviação dos fertilizantes e, reduzindo os gastos com aquisição de insumos relacionados à adubação (NIU et al., 2021).

É importante destacar que, os aspectos fisiológicos (relação solo-água-plantas) relacionados à absorção e translocação de nutrientes absorvidos pelas folhas em resposta à adubação foliar podem ser afetados por diversos fatores, tanto intrínsecos às plantas quanto a fatores externos, os quais podem reduzir sua eficiência nutricional, podendo ser necessário a realização de várias pulverizações foliares, uma vez que os nutrientes fornecidos estão propensos à lavagem pela precipitação natural da chuva (FAGERIA et al., 2009; FERNÁNDEZ & EICHERT, 2009).

Nesse sentido, Mudo et al. (2020), ao avaliarem as trocas gasosas e o florescimento da mangueira cv. Tommy Atkins utilizando combinações do bioestimulante

Bulk (Alltech®), composto por K solúvel em água (12% de KCl), carbono orgânico (9,87%), aminoácidos (20%), surfactantes aniônicos e extrato de levedura + potássio (KCl, K₂O e K₂SO₄) como adubo foliar, constataram que há um efeito positivo do bioestimulante sobre variáveis fisiológicas e reprodutivas durante a fase de maturação dos ramos da manga e que três aplicações foliares do bioestimulante + K₂SO₄ (3%) auxilia nas trocas gasosas da cultura, incrementando a transpiração, a concentração interna de CO₂ e a eficiência no uso da água durante a fase de pré-floração.

Por sua vez, Sousa et al. (2016), ao analisarem o efeito da adubação foliar com 1 g L⁻¹ do produto comercial Albatroz® (N - 7%; P₂O₅ - 17%; K₂O - 35%; MgO - 3%; Ca - 0,10%; B - 0,02%; Cu - 0,02%) + adubação de N no solo (100 e 200% da recomendação) na redução dos efeitos deletérios da salinidade sob as trocas gasosas e a produção de citros, verificaram que a aplicação conjunta da adubação foliar + adubação de N (200% da recomendação) incrementaram a fotossíntese, a condutância estomática e a taxa de transpiração, o que se refletiu positivamente na massa média dos frutos.

Em complemento, ressalta-se que o processo de absorção dos nutrientes pelas folhas está diretamente relacionado com a abertura estomática (que forma uma corrente transpiratória, puxando os nutrientes pulverizados na superfície da folha para o interior por meio de uma pressão de vapor negativa), com a idade e tamanho da folha, espessura da cutícula, luminosidade, umidade e temperatura do ambiente (TAIZ et al., 2017). Dessa forma, fica claro que espécies, sob condições climáticas distintas e em estádios de desenvolvimento específicos tendem a apresentar respostas diversas em função da aplicação dos adubos foliares.

Segundo Dinh et al. (2021), a aplicação dos adubos foliares no momento adequado de demanda nutricional da cultura, em horários com insolação amena (para evitar queima das folhas) e com menor ação do vento (para reduzir as perdas por evaporação) é de suma importância para o sucesso da adubação foliar. Adicionalmente, a utilização de equipamentos e ou maquinários que garantam a aplicação do adubo o mais uniformemente possível e uma maior taxa de absorção dos mesmos têm importância equivalente, podendo ainda contribuir para a redução de estresses abióticos por meio da ativação dos sistemas antioxidantes de defesa.

Em concordância com a afirmação acima, Khoshbakht et al. (2018) avaliando a influência da aplicação foliar do adubo Floral Mixed fertilizer® (macro e micronutrientes) + poliaminas no crescimento, nas trocas gasosas e na fluorescência da clorofila em citros de Bakraii em condições salinas, observaram que a aplicação do adubo foliar + poliaminas apresentaram-se como um excelente sistema de ação contra o estresse salino, aumentando as

atividades das enzimas Superóxido Dismutase (SOD) e Catalase (CAT), reduzindo a absorção do Na^+ tóxico e Cl^- , eliminando as espécies reativas de oxigênio (EROs), melhorando assim os parâmetros de crescimento, fisiológicos e bioquímicos da cultura.

Quando as plantas de cajueiro não estão devidamente podadas dificultam o manejo da adubação via solo do pomar estabelecido, podendo causar possíveis danos ao sistema radicular e efeitos negativos sobre as propriedades e características do solo, provocados pela incorporação direta dos adubos no solo (SERRANO, 2016). Além disso, as repostas das frutíferas à adubação foliar ocorre de forma rápida, o que auxilia nas correções das deficiências nutricionais e favorece a produção das culturas (ESASHIKA et al., 2011).

Nesse sentido, Esashika et al. (2013), verificando as repostas da aceroleira à adubação orgânica, química e foliar num Latossolo, observaram que as plantas que receberam os tratamentos com adubação foliar (0,16 g de N; 0,18 g de P_2O_5 ; 0,18 g de K_2O ; 0,02 g de Ca; 0,02 g de Cl; 0,02 g de S; 0,02 g de Fe; 0,01 g de Cu; 0,01 g de Zn; 0,004 g de Mn; 0,0001 g de Co e 0,0001 g de Mo) apresentaram maiores teores de ferro, manganês e zinco, comprovando o favorecimento na absorção de micronutrientes por meio da adubação foliar. Em complemento, Ribeiro et al. (2011), avaliando a qualidade do fruto de coqueiro-anão em resposta à adubação potássica via solo e foliar (KCl), verificaram que a adubação na axila foliar não difere da adubação no solo, embora a quantidade aplicada na axila tenha sido a metade daquela aplicada no solo, causando redução dos custos de produção.

4.4.2 Respostas do cajueiro à adubação foliar

O cajueiro apresenta um sistema radicular bastante desenvolvido e extenso, o qual permite que as plantas explorem uma grande área em busca de nutrientes, contribuindo para seu desenvolvimento e cultivo em regiões de baixa fertilidade do solo (BARROSO, 2022). Apesar dessa característica adaptativa, ainda necessita de cuidados relacionados ao suprimento adequado de nutrientes, com intuito de maximizar a produtividade da cultura, e devido às problemáticas ocasionadas pela dificuldade no manejo de adubação em sistema via solo em pomares estabelecidos de cajueiro (especialmente relacionadas aos danos causados no sistema radicular pela ação dos maquinários agrícolas) a adubação foliar vem se tornando cada vez mais presente (SERRANO, 2016).

É importante ressaltar que para evitar a perda de água, o cajueiro possui uma cutícula foliar espessa, o que pode contribuir para a retenção dos elementos quando o fertilizante for aplicado via foliar (RAMOS et al., 2016). Mesmo assim, a adubação foliar continua sendo uma excelente alternativa para a nutrição complementar do cajueiro adulto,

pois o contato direto dos nutrientes com as folhas, auxilia em maior taxa de absorção de nutrientes, especialmente dos micronutrientes, sendo viável para a correção de deficiências.

Em consonância com a afirmação acima, Ganeshamurthy et al. (2015) relatam que um momento apropriado para considerar adubação foliar seria quando a falta de um nutriente é evidente, conforme indicado pela análise de tecido ou sintomas visuais em campo, podendo assim o problema ser corrigido de forma mais rápida e eficaz. Manjunatha (2001) verificou que a aplicação foliar do fertilizante a base de NPK (150:20:100, ppm) para porta-enxertos e enxertos de cajueiro em uma recomendação de 100 mL planta⁻¹ semana⁻¹ resultou em maior altura das plantas, circunferência do caule e número de folhas.

Em relação ao emprego de adubos foliares no desenvolvimento de mudas de cajueiro, Santos et al. (2019) relatam que essa técnica tem se destacado pela resposta rápida da frutífera e pela facilidade de uso, podendo contribuir para a produção de mudas de cajueiro de alta qualidade e vigor. Nesse sentido, Bezerra & Dutra (1999) analisando o efeito do porta-enxerto na formação de mudas de cajueiro-anão cultivadas em tubetes e submetidas a diferentes doses (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 mL L⁻¹ de água) do adubo foliar Kempri® (10% N; 8% P₂O₅; 7% K₂O; 0,10% Ca; 0,20% Mg; 0,50% B e Mn; 0,05% Cu, Mo e Zn; 0,20% Fe), verificaram que a matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e o diâmetro do caule das mudas foram incrementadas com a aplicação do adubo foliar em relação ao tratamento testemunha, especialmente na dose de 10 mL L⁻¹.

Nessa mesma perspectiva, Santos et al. (2020) verificando a associação de fertilizantes de liberação controlada e a aplicação de adubos foliares no desenvolvimento de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226', concluíram que a associação desses fertilizantes promoveu o aumento da matéria seca total das mudas. Em complemento, Santos et al. (2019), estudando a adubação foliar com o adubo Greenleaf® (20% N; 20% P₂O₅; 20% K₂O; 0,1% B; 0,05% Cu; 0,2% Fe; 0,1% Zn e 1,32% EDTA) em mudas de cajueiro-anão, verificaram que sua aplicação após a enxertia incrementou a matéria seca das folhas e auxiliou no maior desenvolvimento do diâmetro do caule, aspectos positivos para a sobrevivência em campo.

No que diz respeito às respostas do cajueiro à adubação foliar nos aspectos fisiológicos, Fatima et al. (2022), avaliando a eficiência fotoquímica de porta-enxertos de cajueiro sob estresse salino e aplicação foliar de silicato de potássio verificaram que a concentração de silicato de potássio de 250 mg L⁻¹ incrementou o rendimento quântico do cajueiro sob condições de estresse salino e induziu a taxa de transporte de elétrons, o que pode estar relacionado com a manutenção do aparato fotossintético proporcionado pela dupla camada de silício nas folhas e a atividade metabólica do potássio, possivelmente porque esses

nutrientes contribuem para o armazenamento de energia, ativação de enzimas e aumento da capacidade fotossintética (TAIZ et al., 2017).

Em complemento, Ferreira et al. (2022), avaliando a produção de porta-enxertos de caju ('Faga' e 'CCP 76') utilizando biomassa de *Spirulina platensis* como fonte de nutrientes via foliar, verificaram que genótipo 'CCP 76' apresentou melhores parâmetros fisiológicos (fotossíntese, condutância estomática, transpiração, eficiência instantânea de carboxilação e eficiência do uso da água) com as concentrações de 0,04% e 0,08% de *Spirulina platensis* e que aplicação foliar nessas concentrações proporcionou incrementos no diâmetro do caule, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca total. Os autores associam esses resultados positivos ao fornecimento de nutrientes, aminoácidos, lipídios e proteínas disponíveis na biomassa de *Spirulina platensis*, que atuam como moduladores de abertura estomática, estimulando assim as trocas gasosas da cultura.

A utilização de adubos foliares em plantas adultas mostra-se viável como complemento nutricional, evitando possíveis carências nutricionais, uma vez que o contato direto do adubo com a superfície da folha permite respostas imediatas de absorção. Gawankar et al. (2020) estudando tecnologias para a produtividade do cajueiro em Maharashtra afirmam que o manejo integrado de nutrientes via aplicação foliar, de forma a complementar a adubação do solo, pode auxiliar na maximização do rendimento produtivo do cajueiro.

Nesse sentido, Lakshmipathi et al. (2015) ao avaliar a aplicação foliar de micronutrientes: controle (T1), bórax 0,1% (T2), bórax 0,2% (T3), sulfato de zinco 0,5% (T4), sulfato de zinco 0,5% + bórax 0,1% (T5), sulfato de zinco 0,5% + bórax 0,2% (T6) em plantas adultas de cajueiro, concluíram que a aplicação foliar de sulfato de zinco 0,5% + bórax 0,1% resultou em maior número de flores por metro quadrado, número de flores estaminadas por panícula, número de flores perfeitas por panícula, número total de flores, número de frutos vingados por panícula, número de frutos retidos por panícula, peso da castanha, peso do pseudofruto e rendimento da castanha por árvore.

De maneira semelhante, Rajamanickam et al. (2011), concluíram que a combinação da aplicação foliar de micronutrientes: 0,75% ZnSO₄, 0,75% FeSO₄, 0,75% CuSO₄, 0,5% Bórax, 0,2% MnSO₄, juntamente com dose recomendada de NPK, aplicada durante a fase de desenvolvimento da panícula, incrementa o peso da amêndoa, rendimento da amêndoa e número de frutos por árvore.

Por sua vez, Adriano-Anaya et al. (2017) avaliando a melhoria de rendimento e qualidade de frutas e pseudofrutos do caju com ciclo de fertilização orgânica via adubação foliar com bioestimulante orgânico (1,5% N; 0,98% P₂O₅; 1,04% K₂O), demonstraram que a

aplicação de biofertilizante por um ciclo produtivo em plantas adultas de cajueiro proporcionou aumento da produção de frutos em comparação com os tratamentos de adubação química e sem adubação. Além disso, no que se refere às características físico-químicas avaliadas para o pseudofruto, as medidas do diâmetro foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos, além disso a aplicação de biofertilizante incrementou os teores de gordura e polifenóis totais, melhorando a qualidade dos frutos colhidos.

Apesar dos resultados positivos alcançados nas pesquisas acima citadas, é importante destacar que ainda não existe indicação de adubo foliar para o cajueiro-anão, com fundamentação científica comprovada. Por este motivo, o presente estudo com formulações de adubos foliares se faz necessário.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido por três anos consecutivos (2020, 2021 e 2022) em uma área total de 0,8 ha⁻¹ no Campo Experimental de Pacajus, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, situado em Pacajus, Ceará, cujas coordenadas são: latitude de 4°11'17.30" S e longitude de 38° 29'58,41" W (Figura 1). O clima da região é do tipo Aw' (clima quente com temperatura do mês mais frio superior a 18°C, verão chuvoso e inverno seco) pela classificação de Köppen (AGUIAR et al., 2002).

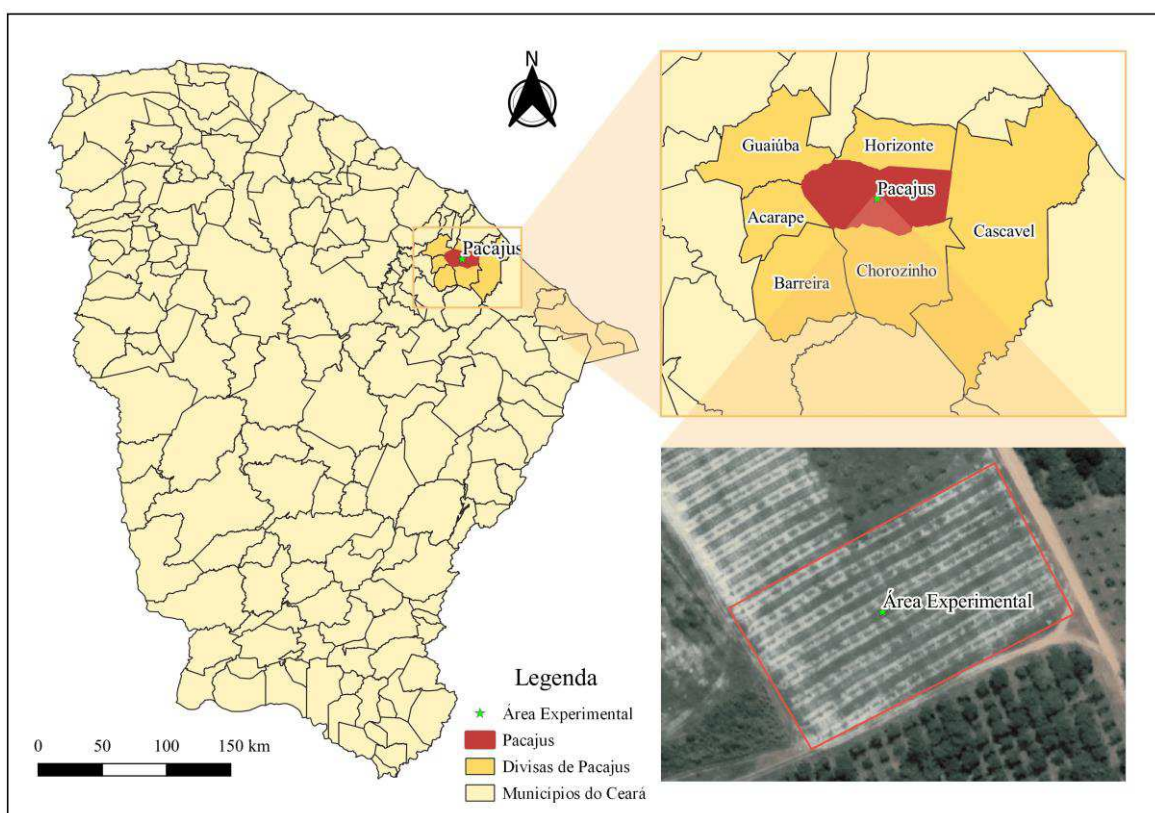


Figura 1. Mapa da localização da área experimental.

Os dados climáticos referentes as temperaturas máximas e mínimas, bem como a umidade relativa do ar do período experimental (2020, 2021 e 2022) foram obtidos da estação meteorológica experimental da EMBRAPA, localizada em Pacajus – CE, e estão apresentados na Figura 2. Em complemento, as precipitações médias acumuladas dos referidos anos foram de 1.145, 883 e 1.355 mm, respectivamente (FUNCEME, 2024).

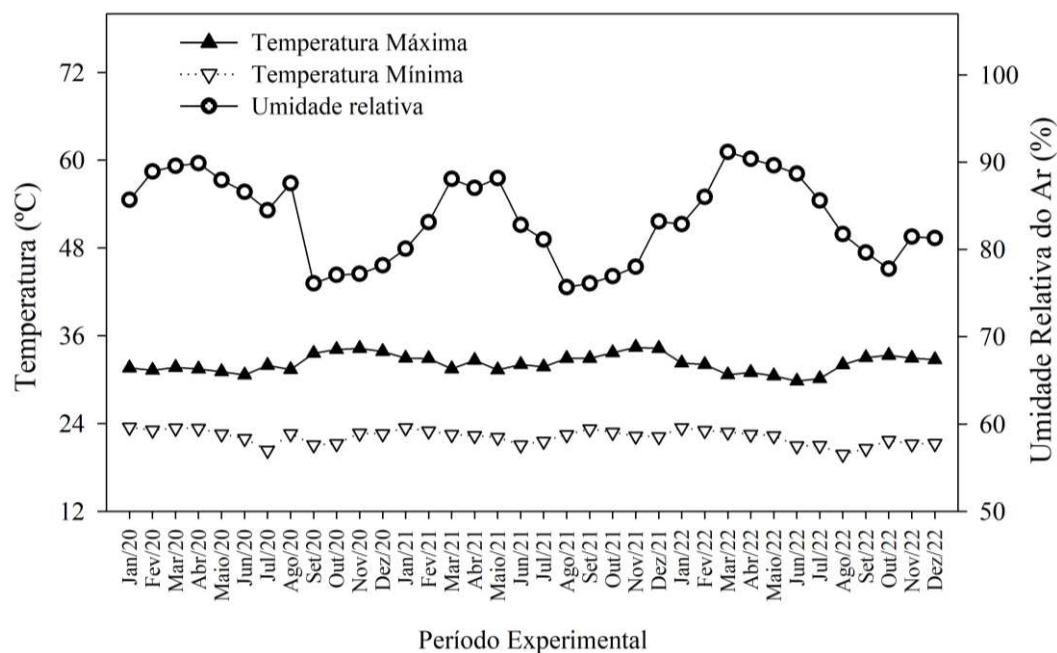


Figura 2. Dados climáticos do período experimental (2020, 2021, 2022), Pacajus – CE.

5.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos casualizado, sendo que no primeiro ano agrícola foram testados 5 tratamentos com oito repetições, totalizando 40 unidades experimentais, cada unidade foi representada por uma planta adulta de cajueiro-anão ‘BRS 226’. A partir do segundo ano agrícola, utilizando o mesmo delineamento e número de repetições, foi adicionado o 6º tratamento (T6), totalizando 48 unidades experimentais. Os ciclos foram avaliados separadamente, pois fatores externos como clima, pragas e doenças poderiam interferir nos resultados e mascarar os efeitos dos tratamentos. As identificações dos tratamentos avaliados são apresentadas a seguir:

- T1 - Testemunha (apenas aplicação de água);
- T2 - Produto comercial Master® 10-10-10 (dose recomendada para citrus, 2 L ha⁻¹, com as seguintes garantias fornecidas pelo fabricante: 10% N; 10% P₂O₅ e 10% K₂O);
- T3 - Produto comercial Mega 10® (dose recomendada para culturas perenes, 4 L ha⁻¹, com as seguintes garantias fornecidas pelo fabricante: 10% p/p de N; 10% de p/p de P₂O₅; 10% p/p de K₂O; 0,1% p/p de B e 0,01 % p/p de Mo);
- T4 - Produto comercial FH CaB® (recomendação geral, 500 g ha⁻¹, com as seguintes garantias fornecidas pelo fabricante: 1% de K₂O; 3,8% de B e 19% de Ca);
- T5 – Produtos comerciais Master® + FH CaB® (respectivamente nas mesmas doses citadas no T2 e T4 e com as mesmas garantias de fornecimento de nutrientes);

- T6 – Produto comercial Spray Dunger® (dose recomendada para frutíferas, 2 kg ha⁻¹, com as seguintes garantias fornecidas pelo fabricante: 10% p/p de N; 10% p/p de P₂O₅; 20% p/p de K₂O; 1,5% p/p de Mg; 1,4% p/p de Ca; 4,8% p/p de S; 1,5% p/p de B; 0,5% p/p de Cu; 0,1% p/p de Fe; 0,5% p/p de Mn; 0,5% p/p de Mo e 4% p/p de Zn).

O cajueiro-anão ‘BRS 226’ foi plantado no ano de 2017, sobre um Argissolo Vermelho-Amarelo (LIMA et al., 2002) no espaçamento de 8 m x 6 m. Antes da instalação do experimento e durante os três ciclos de cultivo, amostras de solos das profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm foram coletadas para a caracterização química da área, conforme metodologia descrita em Embrapa (2009), Tabela 2.

Tabela 2 - Propriedades químicas do solo ao longo dos ciclos.

Ano	Prof.	P	Zn	Cu	Fe	Mn	MO	pH	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H+Al	Al ³⁺	SB	CTC	V	m
-	cm	.....mg/dm ³					g/kg	.....mmolc/dm ³%...
2020	0 - 20	1,6	1,3	0,2	9,7	6,2	2,4	6,6	1,5	12,0	6,0	0	5,0	0,0	20,0	25,0	79,0	0
2020	20 - 40	0,2	0,7	0,1	17,3	1,2	1,9	6,2	0,9	5,0	3,0	0	6,0	0,0	9,0	15,0	58,0	0
2021	0 - 20	10,0	2,0	0,2	4,5	6,5	4,0	6,2	1,4	14,0	6,0	0	6,0	0,0	22,0	27,0	79,0	0
2021	20 - 40	1,6	0,7	0,1	11,6	1,7	3,0	5,9	0,8	5,0	3,0	0	7,0	0,0	9,0	16,0	57,0	0
2022	0 - 20	3,5	1,4	0,1	4,6	7,8	4,0	6,1	0,9	9,0	4,0	0	11,0	0,0	15,0	26,0	57,0	0
2022	20 - 40	1,0	0,2	0,2	14,1	1,0	2,6	5,7	0,7	4,0	2,0	0	10,0	0,0	7,0	16,0	41,0	0

*Obs: P, K⁺, Na⁺, Cu, Fe, Zn e Mn: Mehlich 1; MO: Walkley-Black; pH: em água; Ca²⁺; Mg²⁺ e Al³⁺: KCl 1 mol L⁻¹; H+Al: (CH₃COO)₂Ca.H₂O 0,5 mol/L pH 7,1-7,2; SB: K⁺+Ca²⁺+Mg²⁺+Na⁺; CTC: SB+ H+Al; V: (SB/CTC) * 100; m = (Al³⁺/(SB+Al³⁺))*100.

As adubações com fósforo e potássio foram feitas baseadas nos resultados da análise do solo (Tabela 2) e as doses de nitrogênio e micronutrientes (FTE BR-12®, composto por 1,08% de B, 0,8% de Cu, 2% de Mn, 9% de Zn e 1,0% de S), em todos os tratamentos, conforme recomendações para o cajueiro-anão (CRISÓSTOMO et al., 2003). O fósforo e os micronutrientes foram aplicados em dose única, enquanto os adubos nitrogenado e potássico foram parcelados em três vezes, no início, meio e ao final da estação chuvosa, no terço médio da projeção da copa.

No primeiro ciclo (2020) foram aplicados, por planta, 150 g de N, 290 g de P₂O₅, 170 g de K₂O e 100 g de FTE BR-12; no segundo ciclo (2021), 220 g de N, 290 g de P₂O₅, 170 g de K₂O e 100 g de FTE BR-12 e no terceiro ciclo (2022), 300 g de N, 160 g de P₂O₅, 120 g de K₂O e 50 g de FTE BR-12. Ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio foram

utilizados como fontes dos nutrientes e não foi observado necessidade de aplicação de calcário para correção de acidez do solo.

As fontes dos adubos foliares foram determinadas conforme utilização dos cajucultores da região Nordeste, sendo estas aplicadas seguindo as recomendações dos fabricantes e as especificações dos tratamentos, citadas anteriormente. Todos os adubos foliares foram aplicados em volume de calda de 140 L ha^{-1} , uma única vez ao ano, no início do florescimento das plantas (fase que demanda grande aporte nutricional), por meio de pulverizador costal, priorizando a parte abaxial das folhas, no final da tarde, período em que há menor incidência de ventos. Para o tratamento testemunha, aplicou-se água seguindo a mesma metodologia (Figura 3).

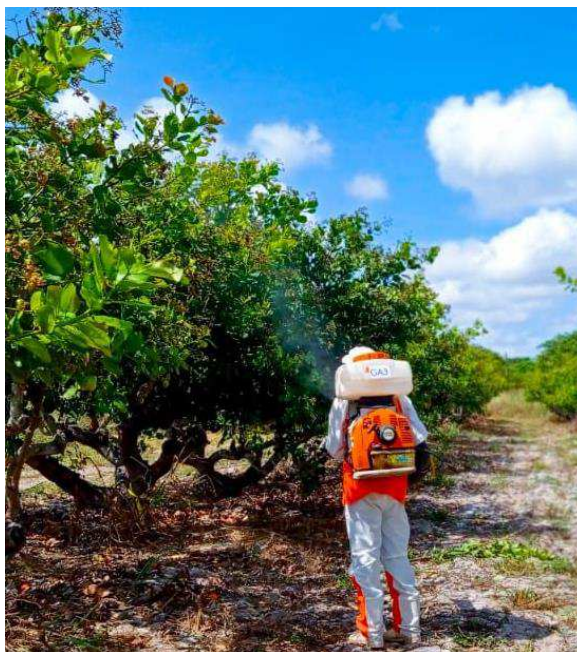


Figura 3. Aplicação dos adubos foliares no cajueiro-anão.

Ressalta-se que a adubação foliar, aplicada nos três ciclos de cultivo, foi uma alternativa complementar para aporte nutricional do cajueiro-anão ‘BRS 226’, tendo em vista que a adubação via solo foi baseada na análise de solo de cada ciclo e forneceu quantidades bem superiores de nutrientes em relação a adubação foliar para atendimento das demandas nutricionais da cultura.

5.3 Tratos culturais

As plantas foram cultivadas em regime de sequeiro e anualmente foram realizadas podas de limpeza e de manutenção, com o objetivo de remover ramos secos, frágeis, doentes e

com frutificação tardia, de forma a auxiliar na melhora da arquitetura da planta e maximizar a produtividade (Figura 4).



Figura 4. Poda de condução no cajueiro-anão.

Durante o período experimental, também foram feitas as capinas da área para controle de plantas daninhas, a fim de diminuir a competição por nutrientes dessas plantas com a cultura de interesse. Os cajueiros foram monitorados quanto à ocorrência de pragas e doenças, porém, não foi necessária a aplicação de produtos fitossanitários em nenhum ciclo de cultivo.

5.4 Variáveis

5.4.1 Variáveis biométricas

Após o período chuvoso de cada ano, na época de maior desenvolvimento vegetativo, as plantas foram avaliadas em relação ao seu desenvolvimento, com o auxílio de régua de 3 m de comprimento. O volume de copa foi calculado por meio da função: $VC (m^3) = 2/3\pi R^2 H$, de acordo com Mendel (1956), em que:

VC = volume da copa (m^3);

R = raio médio da copa (m);

H = altura da copa (m).

Com posse dos dados do VC de cada ciclo, inclusive do ano subsequente (2023)

foram calculadas as taxas de crescimento relativo (TCR) dos respectivos ciclos, utilizando a equação: $(\text{LnValor2} - \text{LnValor1})/T$, seguindo a metodologia de Benincasa (2003) em que:

LnValor1 = variável no tempo 1;

LnValor2 = variável no tempo 2;

T = Tempo 2 - Tempo 1 = 365 dias (1 ano).

5.4.2 Variáveis fisiológicas (trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a* e SPAD)

Anualmente, aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos, foram avaliadas as trocas gasosas foliares com medições da taxa fotossintética líquida (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), taxa de transpiração (E , $\text{mmol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 (C_i , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), em folha completamente desenvolvida folhas das posições 5 ou 6, utilizando um analisador de gás no infravermelho (IRGA; (LI-COR - Li6400 XT) (Figura 5A). Em seguida, com esses dados foi possível calcular a razão C_i/C_a ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$), a eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i , $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a eficiência instantânea do uso da água (A/E , $\text{mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$).

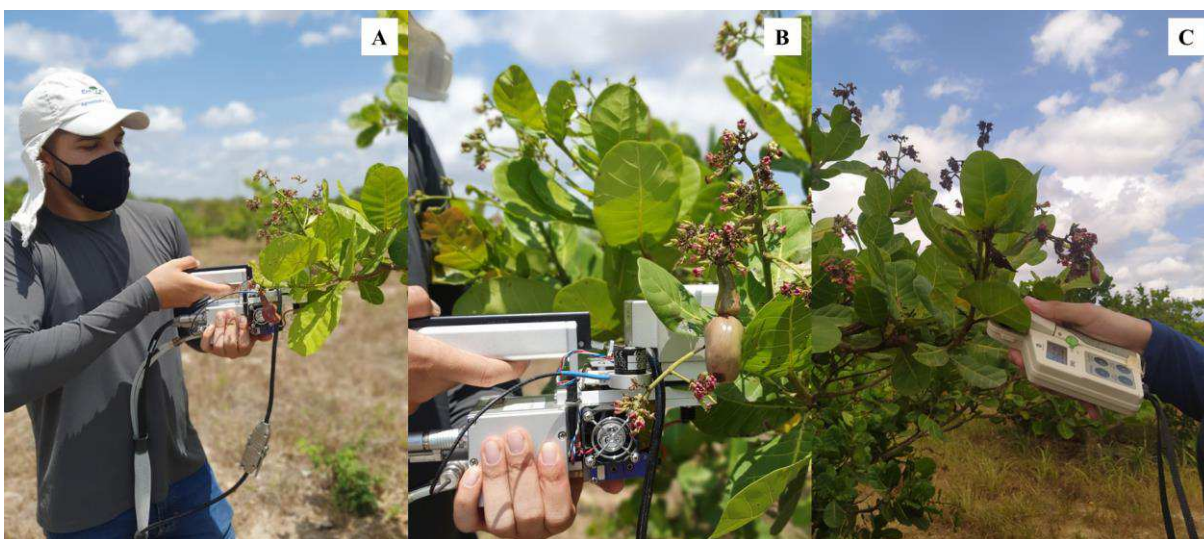


Figura 5. Análise de trocas gasosas (A), fluorescência da clorofila *a* (B) e índice SPAD (C).

Foram determinados aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos, o rendimento quântico efetivo do FSII (ϕFSII), taxa de transporte de elétrons (ETR), quenching fotoquímico (qP) e quenching não-fotoquímico (qN), utilizando o fluorômetro acoplado ao IRGA (6400-40, LI-COR, USA) na mesma folha e no mesmo momento da determinação das trocas gasosas (Figura 5B). Além disso, foram realizadas as determinações anuais do índice relativo de clorofila (IRC), por meio de um medidor de clorofila SPAD, com leituras em folhas totalmente expandidas (Figura 5C).

5.4.3 Análises químicas

Foram coletadas folhas maduras das posições 5 e 6 a partir do ápice de ramos com inflorescência, nas posições norte, sul, leste e oeste das plantas (MARTINS, 2019). A amostragem das folhas foi feita com período mínimo de 60 dias após a aplicação dos adubos foliares (Figura 6).



Figura 6. Coleta das folhas para avaliação do estado nutricional do cajueiro-anão.

As amostras de folhas coletadas foram lavadas com água, ácido clorídrico a 3% (v:v) e água desionizada (Figura 7A), colocadas em saco de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até obtenção de massa constante (Figura 7B). Posteriormente, as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey (Figura 7C) e submetidas à análise química para a determinação dos teores de macro e micronutrientes, conforme procedimentos descritos em Miyazawa et al. (2009).



Figura 7. Lavagem (A), secagem (B) e trituração (C) das folhas do cajueiro-anão.

As amostras foram submetidas à digestão nítrico-perclórica e os extratos utilizados para a quantificação dos teores totais de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, cobre, ferro, manganês e zinco em espectrômetro de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES) (Figura 8A). Para a determinação do nitrogênio total as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e à destilação (Figura 8B). Na determinação do boro nas folhas, as amostras foram incineradas em mufla e quantificadas pelo método da Azometina-H (Figura 8C).

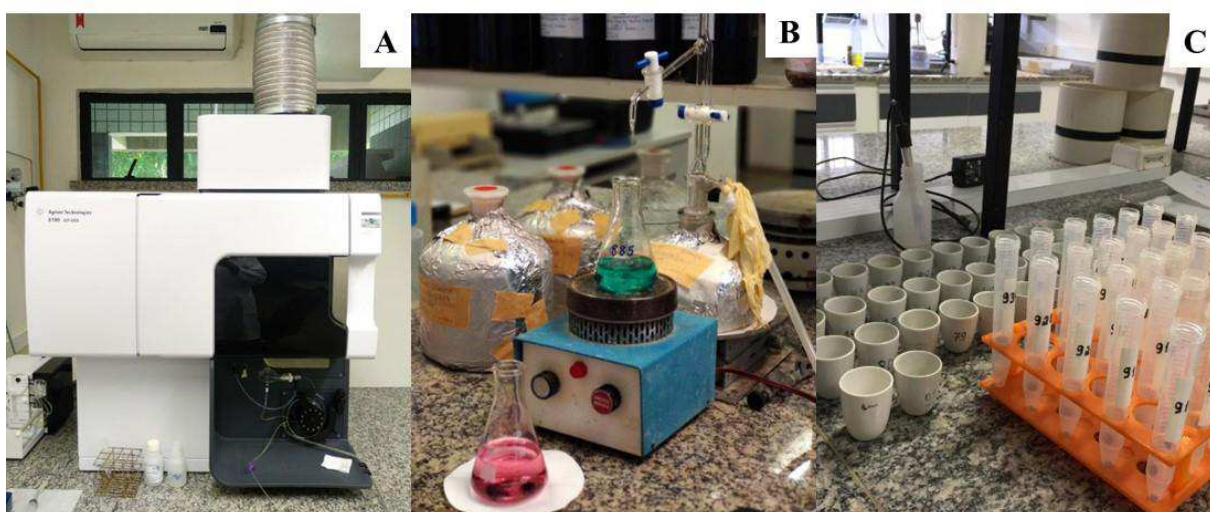


Figura 8. Análise química dos teores de nutrientes das folhas de cajueiro-anão.

5.4.4 Variáveis produtivas

Durante o período de safra (3 meses), foi realizado o acompanhamento do pomar para avaliação do desenvolvimento dos maturis (DM), em que semanalmente, nas posições

norte, sul, leste e oeste, era realizado a contabilização dos maturis em desenvolvimento (a partir de 3 cm) até a maturação completa em inflorescências devidamente identificadas das plantas e com isso, calculou-se também a porcentagem de frutos maduros (PF) produzidos. A colheita das castanhas de caju caídas na superfície do solo foi feita ao longo de três meses após a aplicação dos adubos foliares. A partir da soma da produção obtida no período foi calculada a produtividade de castanhas de caju (PROD), em kg ha^{-1} .

5.5 Análises estatísticas

As oito repetições foram consideradas para coleta de dados e análise estatística. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para as análises estatísticas univariadas utilizou-se o programa computacional Assistat 7.6 Beta.

Em complemento, foram realizados os testes de Bartlett e Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). O teste de Bartlett mostrou que as variáveis originais eram correlacionadas entre si ($p\text{-valor} < 0,05$) e de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) indicou que pela medida geral (MAS=0,51), a amostragem foi considerada adequada para Análise de Componentes Principais (ACP).

A partir disso, procedeu-se com a ACP utilizando-se a linguagem de programação R com o programa RStudio. Para critério de avaliação, dividiu-se as variáveis em dois grupos: i) parâmetros fisiológicos, volume de copa, taxa de crescimento relativo e produtividade; ii) macronutrientes, micronutrientes, volume de copa, taxa de crescimento relativo e produtividade. A análise foi realizada considerando cada ciclo da cultura.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Desenvolvimento das plantas

O volume da copa (VC) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ não foi influenciado pela aplicação dos adubos foliares em nenhum dos ciclos avaliados (Tabela 3). Esses resultados podem indicar que a aplicação anual dos adubos foliares não foi suficiente para causar alterações significativas no VC dentro do mesmo ciclo. No entanto, observa-se aumento do VC ao longo dos ciclos e isso pode ser confirmado pelos resultados da taxa de crescimento relativo (TCR) nos ciclos. A aplicação dos adubos foliares promoveu incrementos, especialmente ao utilizar adubo foliar Master® + FH CaB®, que apresentou a maior média absoluta, nos respectivos ciclos da cultura (Tabela 3), apresentando incrementos de 112,5; 138,9 e 95,3%, respectivamente, quando comparado com o controle.

Tabela 3 - Volume da copa (VC) e taxa de crescimento relativo (TCR) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a diferentes adubos foliares, em três ciclos consecutivos (2020, 2021 e 2022).

Tratamentos	VC	TCR	VC	TCR	VC	TCR
	(2020)	(2020)	(2021)	(2021)	(2022)	(2022)
	.....m ³					
Controle	45,06 a	0,016 b	64,61 a	0,018 b	101,38 a	0,021 b
Master®	62,70 a	0,032 a	97,98 a	0,025 ab	136,11 a	0,037 a
Mega 10®	52,47 a	0,033 a	95,16 a	0,039 a	133,55 a	0,039 a
FH CaB®	52,02 a	0,028 a	75,10 a	0,041 a	154,35 a	0,038 a
Master® + FH CaB®	59,53 a	0,034 a	78,39 a	0,043 a	146,07 a	0,041 a
Spray Dunger®	-	-	105,19 a	0,038 a	144,30 a	0,040 a
Média Geral	54,36	0,029	88,07	0,034	135,96	0,036
CV (%)	24,74	33,45	36,46	21,46	42,50	32,32

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A variável volume de copa não apresentou resultados significativos em função dos tratamentos aplicados durante os ciclos avaliados, possivelmente pelo efeito direto da poda anual, que tinha como intuito potencializar a incidência solar e as trocas gasosas, além de melhorar a arquitetura da planta, mas que por consequência proporcionava uma padronização da copa da planta, o que refletiu nos resultados não significativos para essa variável.

Em complemento, Benincasa (2003) afirma que a taxa de crescimento relativo (TCR) é uma medida mais adequada para avaliar o desenvolvimento das espécies ao longo

dos ciclos, pois considera o material alocado pré-existente, estimando assim, sua capacidade fotossintética. Por sua vez, Castillo & Bello-Bedoy (2022) complementam que a TCR é uma variável que está diretamente relacionada com a área foliar e a taxa fotossintética da cultura, uma vez que esses parâmetros influenciam e determinam o crescimento das plantas ao longo do ciclo.

Nesse sentido, os resultados positivos observados para a TCR, nos três ciclos do cajueiro-anão fertilizado com adubos foliares (Tabela 3) indicam que a complementação da adubação via solo, especialmente utilizando o adubo foliar Master® + FH CaB® é uma alternativa promissora para ganhos de área foliar, e conseqüentemente, de trocas gasosas do cajueiro-anão. Os resultados apresentados nesta pesquisa corroboram com aqueles encontrados por Arruda et al. (2023) que, ao avaliarem o efeito da aplicação foliar de ácido salicílico (AS) em plantas de cajueiro-anão, verificaram que as mudas irrigadas com água de 0,8 dS m⁻¹ e submetidas à concentração de AS de 1,0 mM aumentaram em 5,65 e 7,9% a TCR do porta-enxerto e a TCR do enxerto, respectivamente, em relação às cultivadas sem aplicação do AS.

Os resultados do TCR demonstram que os adubos foliares são potencializadores no desenvolvimento do cajueiro-anão ‘BRS 226’, isso ocorre pelo fato da adubação foliar fornecer quantidades de nutrientes complementares em momentos de maior demanda da cultura, o que promove a redistribuição eficiente desses nutrientes para as diversas demandas da planta. No caso do cajueiro-anão ‘BRS 226’, os nutrientes complementares promoveram maior taxa de crescimento relativo ao longo dos três ciclos da cultura, o que pode ter contribuído para um investimento em uma maior área foliar total das plantas, e, conseqüentemente, maior eficiência fisiológica da cultura.

6.2 Fisiológicas

6.2.1 Trocas gasosas

As respostas do primeiro ciclo do cajueiro-anão para fotossíntese (*A*), condutância estomática (*g_s*), transpiração (*E*) e eficiência instantânea de carboxilação (*E_iC*) foram similares, de modo que as plantas do tratamento controle apresentaram-se inferiores aos demais tratamentos e não houve diferenças entre os adubos foliares (Tabela 4). Para o índice SPAD, as plantas controle também apresentaram as menores médias, enquanto que os adubos Mega 10®, FH CaB® e Master® + FH CaB® apresentaram as maiores médias. Ao comparar o tratamento Master® + FH CaB® com o tratamento controle, verifica-se superioridade de 25,8% quando as plantas foram submetidas ao adubo foliar (Tabela 4) para o índice SPAD.

Tabela 4 - Fotossíntese (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), razão da concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a), eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) e eficiência instantânea do uso da água (A/E) referentes ao primeiro ciclo (2020) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

Tratamentos	A	g_s	E	C_i/C_a	EiC	EUA	SPAD
	$\mu\text{mol } CO_2$	$\text{mol } CO_2$	$\text{mmol } CO_2$	-	A/C_i	A/E	-
Controle	12,49 b	0,16 b	4,38 b	0,69 a	0,049 b	2,81 a	32,24 c
Master®	17,56 a	0,26 a	6,13 a	0,68 a	0,066 a	2,86 a	37,37 b
Mega 10®	18,29 a	0,27 a	5,96 a	0,66 a	0,072 a	3,18 a	39,21 ab
FH CaB®	17,65 a	0,24 a	5,90 a	0,68 a	0,067 a	3,02 a	40,29 a
Master® + FH CaB®	17,91 a	0,26 a	6,13 a	0,66 a	0,068 a	2,97 a	40,56 a
Média Geral	16,78	0,24	5,70	0,67	0,064	2,97	37,93
CV (%)	11,96	21,21	14,89	6,39	12,54	15,84	4,57

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No segundo ciclo apenas a variável razão C_i/C_a não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 5). As plantas do tratamento controle apresentaram as menores médias para A , g_s , E , EiC e índice SPAD em relação aos tratamentos com adubos foliares, dentre estes, destacou-se o FH CaB®. Ao comparar o FH CaB® com o tratamento controle verifica-se acréscimos de 87,5; 122,2; 67,6; 75; e 31,7% para A , g_s , E , EiC e índice SPAD, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Fotossíntese (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), razão da concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a), eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) e eficiência instantânea do uso da água (A/E) referentes ao segundo ciclo (2021) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a diferentes adubos foliares.

Tratamentos	A	g_s	E	C_i/C_a	EiC	EUA	SPAD
	$\mu\text{mol } CO_2$	$\text{mol } CO_2$	$\text{mmol } CO_2$	-	A/C_i	A/E	-
Controle	8,79 c	0,09 b	3,86 c	0,57 a	0,040 b	2,27 b	31,18 b
Master®	15,38 ab	0,17 a	5,84 ab	0,57 a	0,068 a	2,63 ab	39,70 a
Mega 10®	13,74 ab	0,14 ab	5,22 b	0,57 a	0,063 a	2,56 ab	38,40 a
FH CaB®	16,48 a	0,20 a	6,47 a	0,62 a	0,070 a	2,68 a	41,07 a
Master® + FH CaB®	15,62 ab	0,18 a	6,44 a	0,63 a	0,064 a	2,41 ab	38,76 a
Spray Dunger®	13,13 b	0,16 ab	5,68 ab	0,59 a	0,056 a	2,29 b	38,54 a

Média Geral	13,86	0,16	5,59	0,59	0,060	2,47	37,94
CV (%)	14,62	27,57	11,72	11,31	16,10	9,85	8,25

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o terceiro ciclo, as respostas das variáveis A , g_s e E foram semelhantes, de modo que as plantas do tratamento controle apresentaram-se estatisticamente inferiores aos demais tratamentos e não houve diferenças entre os adubos foliares (Tabela 6). Já para a EiC e índice SPAD, as plantas controle continuaram apresentando as menores médias e houve diferença significativa entre os adubos foliares, com destaque para o Spray Dunger® que apresentou a maior média absoluta dos tratamentos (Tabela 6). Os tratamentos controle e Spray Dunger® apresentaram as maiores médias absolutas para a variável Ci/Ca , no entanto, diferiram estatisticamente apenas do tratamento Master® (Tabela 6).

Tabela 6 - Fotossíntese (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), razão da concentração interna e externa de CO_2 (Ci/Ca), eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) e eficiência instantânea do uso da água (A/E) referentes ao terceiro ciclo (2022) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a diferentes adubos foliares.

Tratamentos	A	g_s	E	Ci/Ca	EiC	EUA	SPAD
	$\mu\text{mol } CO_2$	$\text{mol } CO_2$	$\text{mmol } CO_2$	-	A/Ci	A/E	-
Controle	9,02 b	0,14 b	5,19 b	0,73 a	0,031 c	1,75 a	32,29 d
Master®	13,60 a	0,20 a	6,53 a	0,65 b	0,041 bc	2,13 a	41,20 c
Mega 10®	11,95 a	0,21 a	6,78 a	0,63 b	0,043 b	1,72 a	45,45 ab
FH CaB®	13,55 a	0,21 a	6,57 a	0,64 b	0,051 ab	2,07 a	41,40 bc
Master® + FH CaB®	13,67 a	0,24 a	6,96 a	0,66 b	0,049 ab	2,01 a	45,50 ab
Spray Dunger®	11,80 a	0,21 a	6,68 a	0,62 b	0,054 a	1,77 a	46,65 a
Média Geral	12,27	0,20	6,45	0,65	0,045	1,91	42,08
CV (%)	13,12	18,63	10,35	7,22	16,37	14,11	6,52

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A nutrição das plantas exerce forte influência nas trocas gasosas das culturas (SEIXAS et al., 2013), pois os nutrientes são importantes para o desempenho adequado do aparato fotossintético das plantas, uma vez que estão diretamente relacionados com funções específicas e essenciais no metabolismo vegetal, como exemplo do nitrogênio e magnésio, que são constituintes da molécula de clorofila, de forma que ao aumentar a quantidade de clorofilas isso possivelmente aumentará a taxa fotossintética (TAIZ et al., 2017).

Essa afirmação pode ser validada por meio dos resultados de trocas gasosas e índice relativo de clorofila SPAD, observados durante os três ciclos de cultivo (Tabelas 4, 5 e 6), em que as plantas submetidas aos tratamentos com adubos foliares apresentaram os melhores resultados, especialmente, para índice SPAD, fotossíntese, condutância, transpiração e eficiência instantânea de carboxilação. A partir dos resultados de trocas gasosas, verifica-se que estas variáveis se apresentaram mais sensíveis aos tratamentos com adubos foliares do que a variável volume de copa (Tabela 3), tendo em vista que a partir do primeiro ciclo, o cajueiro-anão já respondeu de forma positiva aos tratamentos.

As variáveis de A , g_s , e E estão intimamente relacionadas, uma vez que à medida que as plantas abrem seus estômatos para a captação do CO_2 atmosférico a fim de realizar a fotossíntese, por consequência, há perda de água para atmosfera pela transpiração (BARBOZA; TEIXEIRA FILHO, 2017). Pela A e E , é possível calcular a eficiência instantânea do uso da água (EUA), a qual permite avaliar a manutenção do status hídrico da planta. Nesse sentido, a estabilidade da EUA apresentada no primeiro e terceiro ciclo (Tabelas 4 e 6), possivelmente, deve-se à tolerância da cultura ao déficit hídrico (Carr, 2014), e pelo fato das plantas estarem sob as mesmas condições hídricas (regime sequeiro) houve estabilidade neste parâmetro.

No que se refere a razão C_i/C_a , com esta variável busca-se explicar as respostas fisiológicas em função de limitações difusionais ou bioquímicas (COSTA et al., 2020). Para essa variável, foi verificada alterações significativas apenas no terceiro ciclo (Tabela 6), dessa forma, ao considerar que a concentração externa de CO_2 permaneceu estável, o aumento da C_i/C_a apresentado no tratamento controle deveu-se a reduções na concentração interna de CO_2 . Esses resultados indicam que o CO_2 que chega às células do mesófilo foliar não estava sendo fixado na fase carboxilativa, possivelmente, por limitação bioquímica, reduzindo as trocas gasosas (SILVA et al., 2019a), o que de fato pode ser confirmado por meio dos resultados apresentados (Tabela 6).

O fornecimento complementar de nutrientes, via adubação foliar, promoveu maior eficiência fotossintética do cajueiro-anão 'BRS 226' ao longo dos três ciclos da cultura e isso ocorreu pelo fato das trocas gasosas estarem intimamente relacionadas com a nutrição adequada da cultura. Dessa forma, como os adubos foliares aplicados neste estudo forneceram macro e micronutrientes de forma direta ao cajueiro, isso garantiu respostas rápidas de absorção pela planta, promovendo incrementos nas trocas gasosas, uma vez que esses nutrientes atuam diretamente no processo fotossintético.

Nesse sentido, os macronutrientes primários fornecidos desempenharam funções

específicas nas melhorias do processo fotossintético do cajueiro-anão ‘BRS 226’, por exemplo, o nitrogênio é constituinte da clorofila, de vitaminas, de proteínas e de metabólitos secundários; o fósforo é constituinte fundamental da adenosina trifosfato (ATP) e da coenzima NADP, atuando efetivamente do transporte de energia nas células das plantas; o potássio atua diretamente no controle da abertura estomática, estando vinculado à síntese da rubisco e na ativação enzimática. Por sua vez, os micronutrientes fornecidos desempenharam diversas funções fisiológicas e metabólicas, garantindo a ativação enzimática, função estrutural, constituição de enzimas e maior eficiência no processo fotossintético da cultura, podendo ser facilmente observado ao longo dos ciclos (Tabelas 4, 5 e 6).

6.2.2 Eficiência fotoquímica

De maneira geral, ao verificar os resultados da eficiência fotoquímica durante os três ciclos do cajueiro-anão ‘BRS 226’ (Tabelas 7, 8 e 9) não se observou efeitos significativos da aplicação dos adubos foliares nestes parâmetros, exceto para a variável taxa de transporte de elétrons (ETR) no primeiro ciclo, em que as plantas do tratamento controle apresentaram a menor média em relação aos tratamentos com adubação foliar (Tabela 7). Ao comparar o tratamento controle com o adubo foliar Master® (que apresentou a maior média absoluta), verifica-se um incremento de 53,2% quando as plantas receberam esse adubo foliar.

Tabela 7 - Análise de variância para rendimento quântico efetivo do FSII (ϕ FSII), taxa de transporte de elétrons (ETR), quenching fotoquímico (qP) e quenching não-fotoquímico (qN) referentes ao primeiro ciclo (2020) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

Tratamentos	ϕ FSII	ETR	qP	qN
Controle	0,20 a	110,01 b	0,51 a	1,67 a
Master®	0,26 a	168,57 a	0,57 a	1,83 a
Mega 10®	0,23 a	155,95 a	0,54 a	1,77 a
FH CaB®	0,22 a	154,45 a	0,51 a	1,76 a
Master® + FH CaB®	0,24 a	156,83 a	0,53 a	1,82 a
Média Geral	0,23	180,15	0,53	1,77
CV (%)	20,38	21,35	15,68	7,40

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Análise de variância para rendimento quântico efetivo do FSII (ϕ FSII), taxa de transporte de elétrons (ETR), quenching fotoquímico (qP) e quenching não-fotoquímico (qN) referentes ao segundo ciclo (2021) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

Tratamentos	ϕ FSII	ETR	qP	qN
Controle	0,09 a	85,98 a	0,31 a	1,45 a
Master®	0,12 a	102,02 a	0,34 a	1,53 a
Mega 10®	0,09 a	80,65 a	0,29 a	1,46 a
FH CaB®	0,11 a	93,62 a	0,33 a	1,49 a
Master® + FH CaB®	0,10 a	92,16 a	0,31 a	1,52 a
Spray Dunger®	0,09 a	77,97 a	0,28 a	1,46 a
Média Geral	0,10	88,73	0,31	1,49
CV (%)	29,43	29,44	24,27	5,24

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Análise de variância para rendimento quântico efetivo do FSII (ϕ FSII), taxa de transporte de elétrons (ETR), quenching fotoquímico (qP) e quenching não-fotoquímico (qN) referentes ao terceiro ciclo (2022) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

Tratamentos	ϕ FSII	ETR	qP	qN
Controle	0,12 a	107,57 a	0,29 a	1,79 a
Master®	0,14 a	120,86 a	0,37 a	1,60 a
Mega 10®	0,13 a	116,35 a	0,34 a	1,74 a
FH CaB®	0,16 a	137,37 a	0,40 a	1,68 a
Master® + FH CaB®	0,14 a	119,49 a	0,33 a	1,77 a
Spray Dunger®	0,13 a	115,17 a	0,36 a	1,61 a
Média Geral	0,14	119,47	0,35	1,70
CV (%)	25,02	25,03	29,89	14,07

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram observados por Costa (2019) que ao avaliar a adubação orgânica com farinha de ossos nos aspectos fisiológicos do cajueiro-anão ‘BRS 226’, verificou que não houve alterações nos parâmetros de eficiência fotoquímica e fluorescência da clorofila *a*, atrelando essa não significância às características de adaptabilidade do cajueiro. Por ser uma planta nativa do Nordeste, o cajueiro pode ter inibido uma expressiva mudança na eficiência fotoquímica, garantindo uma estabilidade nesses

parâmetros. Corroborando com essa afirmação, Cavalcanti et al. (2008) avaliando a fisiologia do cajueiro-anão ‘CCP76’ submetido ao estresse hídrico, verificaram que o estresse não afetou a eficiência quântica do fotossistema II.

De forma semelhante ao ocorrido no presente estudo, Lima et al. (2019) avaliando a eficiência fotoquímica do cajueiro-anão sob estresse salino e adubação potássica, verificou que a adubação não causou alterações para a taxa de transporte de elétrons (ETR), quenching fotoquímico (qP) e quenching não-fotoquímico (qN). Segundo Gonçalves et al. (2010), em condições de alta irradiância, situação comumente encontradas no Nordeste brasileiro, as folhas frequentemente absorvem mais energia do que podem ser aproveitadas pela fotossíntese e, para evitar o fotodano, dissipam o excesso de energia na forma de calor ou fluorescência, buscando estabilidade na eficiência fotoquímica.

Nesse sentido, os resultados não significativos para a eficiência fotoquímica durante os três ciclos (Tabelas 7, 8 e 9) podem estar associados a adaptabilidade do cajueiro-anão ‘BRS 226’ às condições climáticas do Nordeste, uma vez que essas variáveis estão associadas ao adequado funcionamento do aparato fotossintético das plantas. Isso sugere que o cajueiro-anão ‘BRS 226’ tem uma capacidade inerente de manter um desempenho fotossintético estável, refletindo sua adaptabilidade ao clima do Nordeste.

De modo semelhante aos resultados apresentados nesta pesquisa, Lima (2013) ao avaliar a atividade fotoquímica e proteção oxidativa em mudas de cajueiro expostas a seca e luminosidade elevada, verificou que a seca isolada não afetou as reações fotoquímicas do cajueiro, associando esses resultados a adaptabilidade da cultura ao regime sequeiro, uma vez que nessas condições a eficiência fotoquímica foi pouco ou não afetada. Então, pelo fato da aplicação anual dos adubos foliares não desempenharem, de forma direta, efeito sob tais variáveis, isso significa dizer que as condições ambientais prevalecem nas respostas do cajueiro-anão para a eficiência fotoquímica, e como esta cultura apresenta adaptabilidade ao Semiárido brasileiro, logo, não houve alterações nestes parâmetros.

6.3 Nutricionais

6.3.1 Macronutrientes

Os teores de macronutrientes nos três ciclos consultivos (2020, 2021 e 2022) não apresentaram alterações, indicando que uma aplicação anual dos adubos foliares testados não foi suficiente para promover maiores teores dos macronutrientes avaliados nas folhas do cajueiro-anão (Tabelas 10, 11 e 12). Isso possivelmente ocorreu pelo fato dos macronutrientes fornecidos via adubação foliar terem sido utilizados pelo cajueiro-anão ‘BRS 226’ para

maior eficiência fisiológica, auxiliando no pleno desenvolvimento da cultura, o que refletiu em resposta não significativa nos teores foliares dos macronutrientes.

Tabela 10 - Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) referentes ao primeiro ciclo (2020) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	..... g kg ⁻¹					
Controle	11,95 a	0,58 a	6,87 a	1,96 a	1,28 a	0,80 a
Master®	12,07 a	0,49 a	6,24 a	1,88 a	1,19 a	0,73 a
Mega 10®	12,15 a	0,64 a	6,89 a	1,81 a	1,40 a	0,80 a
FH CaB®	12,67 a	0,59 a	6,26 a	1,74 a	1,49 a	0,79 a
Master® + FH CaB®	12,21 a	0,58 a	6,71 a	1,83 a	1,34 a	0,76 a
Média Geral	12,21	0,58	6,59	1,84	1,34	0,78
CV (%)	10,54	18,15	11,59	29,97	20,03	15,41

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11 - Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) referentes ao segundo ciclo (2021) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	..... g kg ⁻¹					
Controle	10,28 a	0,53 a	7,86 a	2,23 a	1,21 a	0,70 a
Master®	10,29 a	0,51 a	7,61 a	2,27 a	1,27 a	0,71 a
Mega 10®	11,23 a	0,57 a	7,60 a	2,02 a	1,32 a	0,75 a
FH CaB®	10,35 a	0,54 a	6,80 a	2,31 a	1,54 a	0,74 a
Master® + FH CaB®	10,34 a	0,56 a	7,87 a	2,04 a	1,24 a	0,71 a
Spray Dunger®	9,75 a	0,51 a	7,83 a	1,57 a	1,25 a	0,72 a
Média Geral	10,37	0,54	7,59	2,07	1,30	0,72
CV (%)	13,84	10,74	11,97	25,89	17,51	11,44

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12 - Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) referentes ao terceiro ciclo (2022) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	..... g kg ⁻¹					
Controle	9,82 a	0,60 a	6,23 a	3,11 a	1,33 a	0,59 a
Master®	11,54 a	0,64 a	6,37 a	2,82 a	1,36 a	0,61 a
Mega 10®	11,86 a	0,64 a	6,48 a	2,90 a	1,48 a	0,60 a
FH CaB®	10,02 a	0,66 a	5,76 a	2,57 a	1,57 a	0,64 a
Master® + FH CaB®	12,07 a	0,64 a	5,95 a	2,93 a	1,40 a	0,61 a
Spray Dunger®	11,71 a	0,62 a	5,96 a	2,45 a	1,51 a	0,62 a
Média Geral	11,17	0,63	6,12	2,80	1,44	0,61
CV (%)	19,46	11,72	14,68	18,40	19,00	8,68

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Serrano et al. (2018) avaliando o crescimento e acúmulo de nutrientes de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’ produzidas em diferentes substratos e doses de adubo de liberação controlada verificaram que os teores dos macronutrientes K, Ca e Mg não apresentaram alteração em função dos tratamentos aplicados associando esses resultados ao aumento desses elementos nos substratos de cultivo. Como todos os adubos foliares avaliados nesta pesquisa forneciam macronutrientes em sua composição, outra possível explicação para a falta de resultados significativos no incremento dos teores de macronutrientes nas folhas do cajueiro-anão foi a alta demanda de exportação de nutrientes para o desenvolvimento de frutos e pseudofrutos, o que resultou na ausência de significância, pois se a demanda supera a oferta, os teores de nutrientes nas folhas podem não aumentar significativamente.

Além disso, apenas uma aplicação dos adubos foliares pode não ter sido suficiente para causar alterações nos teores de nutrientes, mas provocou respostas mais sensíveis a nível fisiológico, alterando positivamente as trocas gasosas (Tabelas 4, 5 e 6), indicando que o aumento do número de aplicações dos adubos foliares ao longo do ciclo da cultura deve ser melhor estudado, de forma a verificar se a adubação foliar pode ser uma estratégia viável, tanto do ponto de vista produtivo quanto econômico para a cajucultura.

Nesse sentido, Rajamanickam et al. (2020) avaliando o efeito da aplicação de micronutrientes no cajueiro, verificou que três aplicações via solo durante um ciclo promoveu incrementos significativos para os macronutrientes primários, com exceção do potássio. Dessa

forma, é possível fundamentar a explicação para a não significância dos teores de macronutrientes levantada no parágrafo anterior, uma vez que uma aplicação dos adubos foliares ao longo do ciclo não foi suficiente para promover incrementos significativos e que talvez o aumento no número de aplicações dos adubos foliares poderia incrementar os teores dos macronutrientes.

Em complemento, é importante ressaltar que embora a adubação foliar garanta uma rápida resposta de absorção pelas plantas, ela não substitui a adubação via solo, pois esta fornece maiores quantidades de nutrientes, sendo o principal meio de fornecimento de elementos às plantas (BRATAŠEVEC et al., 2013). Por se referir a uma pequena parcela da real necessidade da cultura, a adubação foliar pode ter influenciado as trocas gasosas, mas não os teores de macronutrientes, pelo fato desses precisarem de maior estímulo para seu incremento e devido à alta demanda de exportação de nutrientes para o desenvolvimento de frutos e pseudofrutos.

6.3.2 Micronutrientes e sódio

Da mesma forma que aconteceu com os macronutrientes, os micronutrientes avaliados também não apresentaram incrementos significativos em resposta a aplicação dos adubos foliares, em nenhum dos ciclos avaliados (Tabelas 13, 14 e 15), exceto o zinco no segundo e terceiro ciclo, em que as plantas que receberam o Spray Dunger apresentaram maior média em relação aos demais tratamentos, sendo superior a 67,75% no segundo ciclo e 51,13% no terceiro ciclo, em relação ao tratamento controle (Tabela 14 e 15).

Tabela 13 - Teores de cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), boro (B) e sódio (Na) referentes ao primeiro ciclo (2020) do cajueiro-anão 'BRS 226' submetido a adubos foliares.

Tratamentos	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Na
	..... mg kg ⁻¹					
Controle	5,48 a	34,50 a	13,75 a	48,00 a	12,62 a	1,86 a
Master®	5,63 a	31,00 a	14,00 a	41,88 a	10,50 a	1,71 a
Mega 10®	5,62 a	31,00 a	12,13 a	52,38 a	11,25 a	1,80 a
FH CaB®	5,75 a	33,38 a	13,13 a	50,00 a	10,50 a	2,01 a
Master® + FH CaB®	6,00 a	29,50 a	15,00 a	41,00 a	11,00 a	1,90 a
Média Geral	5,78	31,88	13,60	46,65	1,34	1,86
CV (%)	8,99	21,59	19,87	30,17	20,03	18,61

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14 - Teores de cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), boro (B) e sódio (Na) referentes ao segundo ciclo (2021) do cajueiro-anão 'BRS 226' submetido a adubos foliares.

Tratamentos	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Na
	..... mg kg ⁻¹					
Controle	4,12 a	31,37 a	12,00 b	60,88 a	10,28 a	2,58 a
Master®	4,62 a	32,62 a	13,88 b	67,75 a	11,68 a	2,46 a
Mega 10®	4,25 a	31,75 a	12,37 b	54,50 a	11,97 a	2,48 a
FH CaB®	4,63 a	32,00 a	12,25 b	63,63 a	9,67 a	2,82 a
Master® + FH CaB®	4,75 a	35,63 a	15,12 b	49,50 a	10,30 a	2,66 a
Spray Dunger®	4,75 a	35,62 a	20,13 a	50,88 a	10,28 a	2,36 a
Média Geral	4,52	31,88	14,29	57,85	10,69	2,56
CV (%)	16,99	21,59	22,17	29,92	26,76	19,91

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15 - Teores de cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn), boro (B) e sódio (Na) referentes ao terceiro ciclo (2022) do cajueiro-anão 'BR S226' submetido a adubos foliares.

Tratamentos	Cu	Fe	Zn	Mn	B	Na
	..... mg kg ⁻¹					
Controle	3,87 a	24,75 a	11,50 c	103,37 a	14,58 a	1,92 a
Master®	4,13 a	26,88 a	13,25 bc	93,88 a	15,99 a	1,88 a
Mega 10®	4,12 a	25,00 a	12,88 bc	93,38 a	15,59 a	1,85 a
FH CaB®	4,00 a	25,50 a	14,38 abc	91,50 a	12,99 a	1,98 a
Master® + FH CaB®	4,25 a	26,75 a	15,00 ab	86,00 a	14,46 a	2,01 a
Spray Dunger®	4,38 a	26,75 a	17,38 a	94,62 a	13,68 a	1,78 a
Média Geral	4,12	25,94	14,06	94,46	14,55	1,90
CV (%)	11,89	17,88	16,03	26,01	18,41	14,30

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É importante ressaltar que os micronutrientes mesmo apresentando grande importância do ponto de vista fisiológico para as plantas, são requeridos em pequenas quantidades (TAIZ et al., 2017), então, uma das justificativas para os resultados não significativos no incremento dos teores de micronutrientes nas folhas, com exceção do Zn no

segundo e terceiro ciclo, deve-se a rápida absorção e translocação desses elementos para diferentes órgãos do cajueiro, podendo também ter potencializado as trocas gasosas da cultura.

Resultados semelhantes aos encontrados na presente pesquisa foram observados por Nascimento et al. (2009), que ao avaliar o acúmulo diferencial de nutrientes em clones de cajueiro-anão ('CCP 76' e 'BRS 189') sob adubação, verificaram que os micronutrientes não diferiram significativamente entre os clones, em função da adubação aplicada. Então, os resultados não significativos para os teores de micronutrientes do cajueiro-anão 'BRS 226', apresentados nesta pesquisa, podem ser justificados pelo requerimento em menor quantidade e rápida ação de absorção e utilização desses micronutrientes para as diversas demandas da cultura.

Nessa perspectiva e sabendo que a adubação via solo realizada anualmente baseava-se nos resultados da análise de fertilidade do solo, pode-se inferir que a quantidade de micronutrientes era atendida pela adubação via solo, e que o cajueiro-anão 'BRS 226' não apresentava elevada demanda dos micronutrientes por estar bem nutrido, podendo os micronutrientes advindos da adubação foliar serem redistribuídos para realizar funções fisiológicas, por isso, as trocas gasosas foram incrementadas em resposta aos adubos foliares aplicados, enquanto que os teores de micronutrientes permaneceram estáveis.

Em concordância com essa afirmação, Santos et al. (2020) avaliando a aplicação de adubos de liberação controlada e a adubação foliar em mudas de cajueiro-anão dos clones 'CCP 06' e 'BRS 226' verificaram que o 'CCP 06' não apresentou alterações dos teores dos micronutrientes Cu, Zn e B; enquanto ao utilizar o 'CCP 06' como porta-enxerto e o 'BRS 226' como copa, o mesmo não apresentou alterações nos teores dos micronutrientes Cu e B, em função dos tratamentos aplicados.

No que se refere aos maiores teores de Zn no segundo e terceiro ciclo, quando o cajueiro-anão foi adubado com Spray Dunger®, podemos associar esses resultados a dois fatores, o primeiro refere-se a própria constituição do adubo foliar, que apresentava 4% p/p de Zn e o segundo referente a adubação via solo que fornecia quantidades necessárias desse nutriente para a cultura, então, como o cajueiro já estava suprido adequadamente pela adubação via solo, o Spray Dunger® promoveu maior estímulo ao teores de Zn nas folhas, refletido positivamente também nas trocas gasosas da cultura ao longo dos ciclos.

Segundo Natasha et al. (2022), o zinco desempenha papel importante na fisiologia e bioquímica das plantas devido à sua essencialidade, especialmente, por ser um componente estrutural de enzimas, cofator enzimático e por participar na síntese de proteína, ativação gênica e em processos metabólicos referentes ao sistema antioxidante das plantas, auxiliando

nos mecanismos de defesas contra estresses e potencializando as respostas fisiológicas da cultura. Dessa forma, como as plantas de cajueiro apresentavam maiores teores foliares de Zn, provenientes do fornecimento do adubo foliar Spray Dunger®, isso contribuiu para eficiência fotossintética da cultura.

6.4 Aspectos produtivos

A aplicação dos adubos foliares no primeiro ciclo promoveu incrementos no desenvolvimento dos maturis (DM) e na porcentagem de frutos maduros (PF). Ao comparar o tratamento controle com o adubo foliar Master® + FH CaB® verificou-se uma superioridade nas variáveis DM e PF na ordem de 67,84 e 53,87%, respectivamente (Tabela 16).

Tabela 16 – Desenvolvimento dos maturis (DM), porcentagem de frutos maduros (PF) e produtividade das castanhas (PC) referentes ao primeiro ciclo (2020) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

Tratamentos	DM	PF	PC
	-	%	kg ha ⁻¹
Controle	2,83 b	45,49 b	270,67 a
Master®	3,33 ab	58,37 ab	304,83 a
Mega 10®	2,86 b	63,41 ab	286,67 a
FH CaB®	3,83 ab	61,64 ab	481,50 a
Master® + FH CaB®	4,75 a	70,04 a	274,67 a
Média Geral	3,30	59,79	323,67
CV (%)	12,21	23,37	23,29

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No segundo ciclo (Tabela 17), observou-se que a aplicação dos adubos foliares provocou incrementos em todas as variáveis produtivas avaliadas, com destaque para o adubo foliar Master® + FH CaB® que apresentou as maiores médias. Ao compará-lo com o tratamento controle, verificou-se superioridade de 38,19% para o desenvolvimento dos maturis (DM), 69,50% para a porcentagem de frutos maduros (PF) e 177% para a produtividade das castanhas (PC).

Tabela 17 – Desenvolvimento dos maturis (DM), porcentagem de frutos maduros (PF) e produtividade das castanhas (PC) referentes ao segundo ciclo (2021) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

Tratamentos	DM	PF	PC
	-	%	kg ha ⁻¹
Controle	2,54 b	55,01 b	213,72 b
Master®	2,58 b	87,74 a	412,71 ab
Mega 10®	3,36 ab	73,01 ab	337,17 ab
FH CaB®	3,33 ab	88,20 a	319,10 b
Master® + FH CaB®	3,51 a	93,24 a	592,80 a
Spray Dunger®	3,35 ab	69,84 ab	414,79 ab
Média Geral	3,09	77,84	401,97
CV (%)	15,98	21,89	28,36

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o terceiro ciclo (Tabela 18), verificou-se que a aplicação dos adubos foliares provocou respostas significativas na porcentagem de frutos maduros (PF) e produtividade das castanhas (PC), com destaque novamente para o adubo foliar Master® + FH CaB® que apresentou as maiores médias absolutas. Ao compará-lo com o tratamento controle, verificou-se incrementos de 52,87% para a porcentagem de frutos maduros (PF) e 77,93% para a produtividade das castanhas (PC).

Tabela 18 – Desenvolvimento dos maturis (DM), porcentagem de frutos maduros (PF) e produtividade das castanhas (PC) referentes ao terceiro ciclo (2022) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

Tratamentos	DM	PF	PC
	-	%	kg ha ⁻¹
Controle	2,25 a	57,74 d	702,86 b
Master®	2,83 a	83,76 ab	1139,32 a
Mega 10®	2,66 a	68,81 c	1118,00 a
FH CaB®	2,50 a	77,49 bc	1116,04 a
Master® + FH CaB®	3,16 a	88,27 a	1250,60 a
Spray Dunger®	3,17 a	68,94 c	1117,47 a
Média Geral	2,76	74,17	1070,88
CV (%)	12,68	7,99	21,45

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os aspectos produtivos do cajueiro-anão são influenciados por diversos fatores, dentre eles, podemos citar a nutrição adequada como um dos mais importantes, uma vez que os nutrientes estão diretamente relacionados com o crescimento, o desenvolvimento de novos órgãos e os aspectos fisiológicos (O'FARRELL et al., 2010). Nesse sentido, os resultados significativos para os aspectos produtivos podem ser justificados pela eficiência da adubação via solo realizada anualmente (que nutriu adequadamente as plantas) e pela complementação da adubação foliar, que favoreceu o envio desse excesso de nutrientes para as demandas produtivas da cultura, o que refletiu em plantas com maior quantidade de maturis, frutos maduros, e conseqüentemente, maior produtividade (Tabelas 16, 17 e 18).

Além de terem contribuído para os aspectos produtivos, os nutrientes fornecidos via adubação foliar podem ter sido utilizados pelas plantas de cajueiro com a finalidade de potencializar a eficiência fisiológica da cultura, o que refletiu em uma maior taxa de crescimento relativo (TCR). No entanto, as quantidades fornecidas não foram suficientes para causar alterações significativas nos teores de macro e micronutrientes do cajueiro-anão 'BRS 226' ao longo dos ciclos avaliados.

Resultados semelhantes foram encontrados por Gajbhiye et al. (2022), que verificaram que a aplicação de adubo foliar a base de ureia, três vezes durante o ciclo do cajueiro, promoveram incrementos nos aspectos produtivos da cultura (peso da castanha e produtividade). Em complemento, Araújo et al (2010) afirmam que o equilíbrio entre adubação foliar e do solo, aliado ao manejo correto da cultura, é fundamental para produção de alta qualidade.

Podemos associar os resultados positivos dos aspectos produtivos do cajueiro-anão 'BRS 226' à complementação com adubos foliares, especialmente ao utilizar o adubo foliar Master® + FH CaB®. Como a adubação foliar é uma forma complementar de nutrição das frutíferas, e pelo fato de os adubos foliares aplicados conterem macro e micronutrientes, a aplicação anual dos adubos foliares foi eficiente para promover incrementos significativos na produtividade do cajueiro-anão 'BRS 226'. De forma similar, o incremento na taxa de crescimento relativo e nas trocas gasosas quando as plantas receberam os adubos foliares, indicam que o cajueiro-anão 'BRS 226' é altamente responsivo à adubação foliar.

6.5 Análise de Componentes Principais (ACP)

6.5.1 Fisiológicos x Crescimento x Produtividade

Referente a correlação dos dados fisiológicos com o volume da copa (VC), taxa de crescimento relativo (TCR) e a produtividade da cultura (PROD), observou-se no primeiro

ciclo do cajueiro-anão ‘BRS 226’, que os dois componentes principais foram responsáveis por 61,7% da variância total (Figura 9). Essa PCA revelou que as variáveis condutância estomática, transpiração e quenching não-fotoquímico apresentaram correlação com os parâmetros de crescimento (VC e TCR) e com a produtividade da cultura, sendo influenciadas, especialmente, pelos adubos foliares Master® e Mega 10®, o que pode ser verificado no primeiro quadrante da PCA (Figura 9).

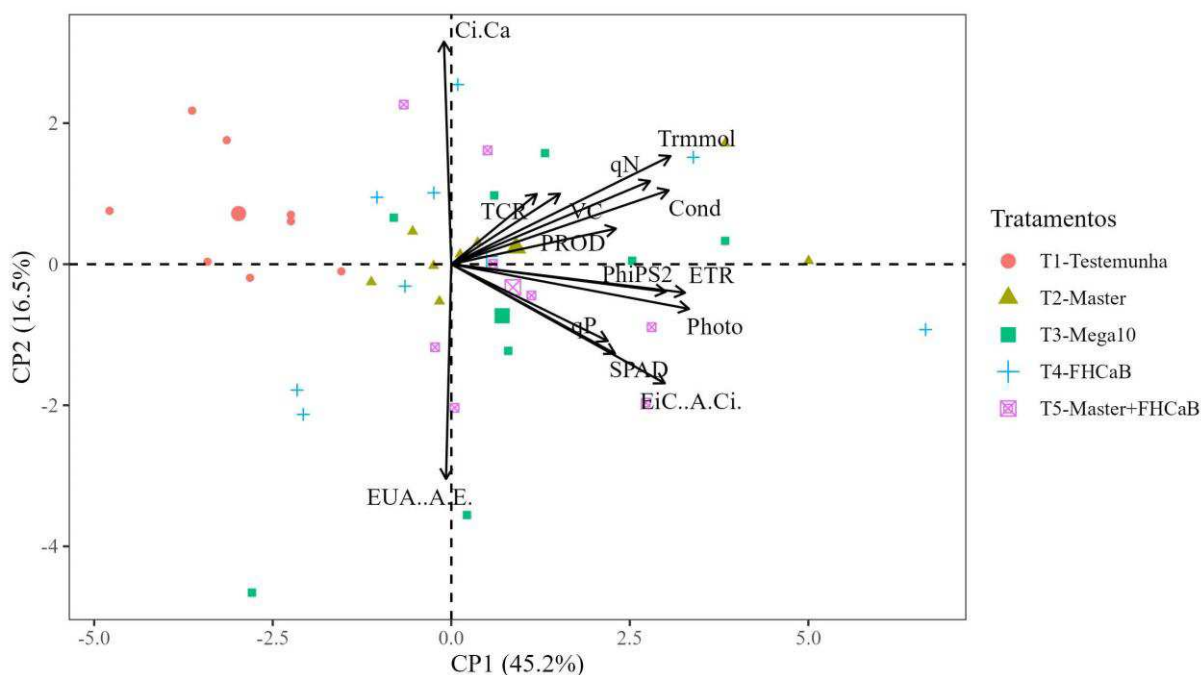


Figura 9. Análise de componentes principais dos parâmetros fisiológicos, volume da copa (VC), taxa de crescimento relativo (TCR) e produtividade (PROD) referentes ao primeiro ciclo (2020) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

No segundo ciclo, verificou-se que os dois componentes principais representaram 60,2% da variância total referente a correlação dos parâmetros fisiológicos com o crescimento (VC e TCR) e a produtividade. A PCA demonstrou que as variáveis condutância estomática, transpiração, fotossíntese, quenching não-fotoquímico, razão Ci/Ca e índice relativo de clorofila (SPAD) apresentaram correlação com o VC e a produtividade da cultura, sendo influenciadas especialmente pelos adubos foliares Master® + FH CaB® e FH CaB®, o que pode ser verificado no 1º quadrante da PCA (Figura 10), corroborando com os dados univariados, em que o adubo foliar FH CaB® destacou-se em relação aos demais tratamentos (Tabela 5). Já para o terceiro ciclo, por meio da PCA, foi perceptível que as variáveis condutância estomática, índice relativo de clorofila (SPAD) e transpiração apresentaram elevada correlação com o VC e a produtividade da cultura, sendo influenciadas especialmente

pelo adubo foliar Master® + FH CaB®, o que pode ser verificado no 4º quadrante da PCA. Observou-se ainda que os dois componentes principais representaram 61,6% da variância total referente a correlação dos parâmetros fisiológicos com o crescimento (VC e TCR) e a produtividade (Figura 11).

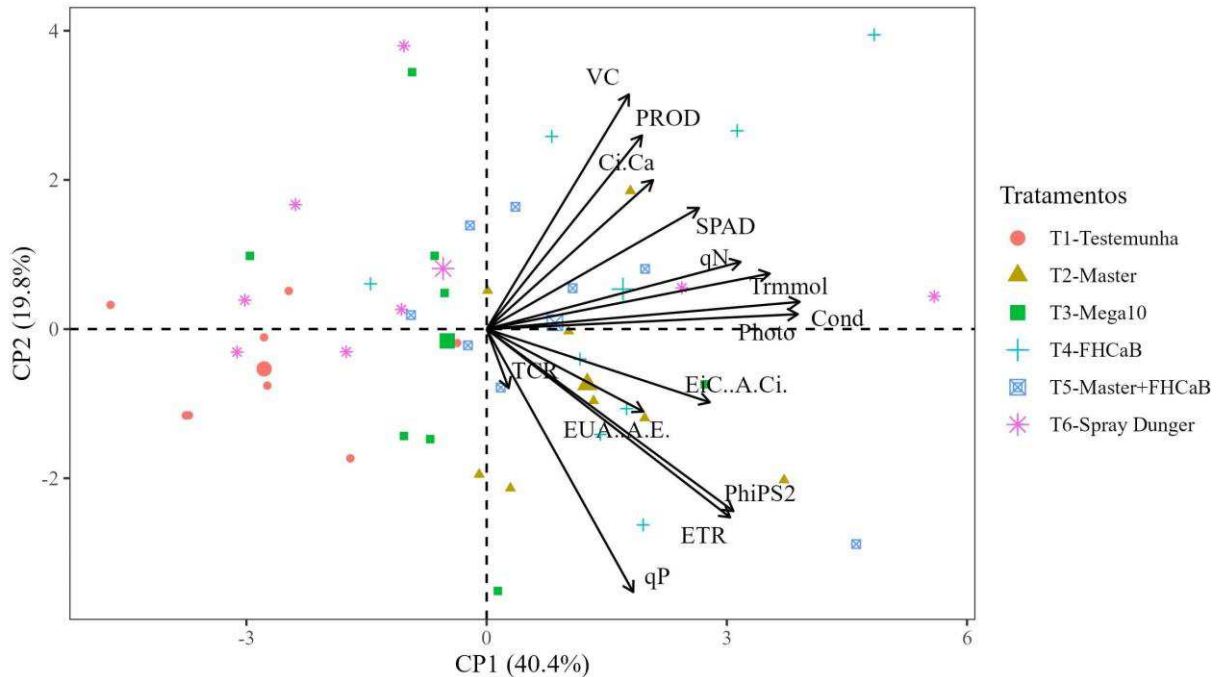


Figura 10. Análise de componentes principais dos parâmetros fisiológicos, volume da copa (VC), taxa de crescimento relativo (TCR) e produtividade (PROD) referentes ao segundo ciclo (2021) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

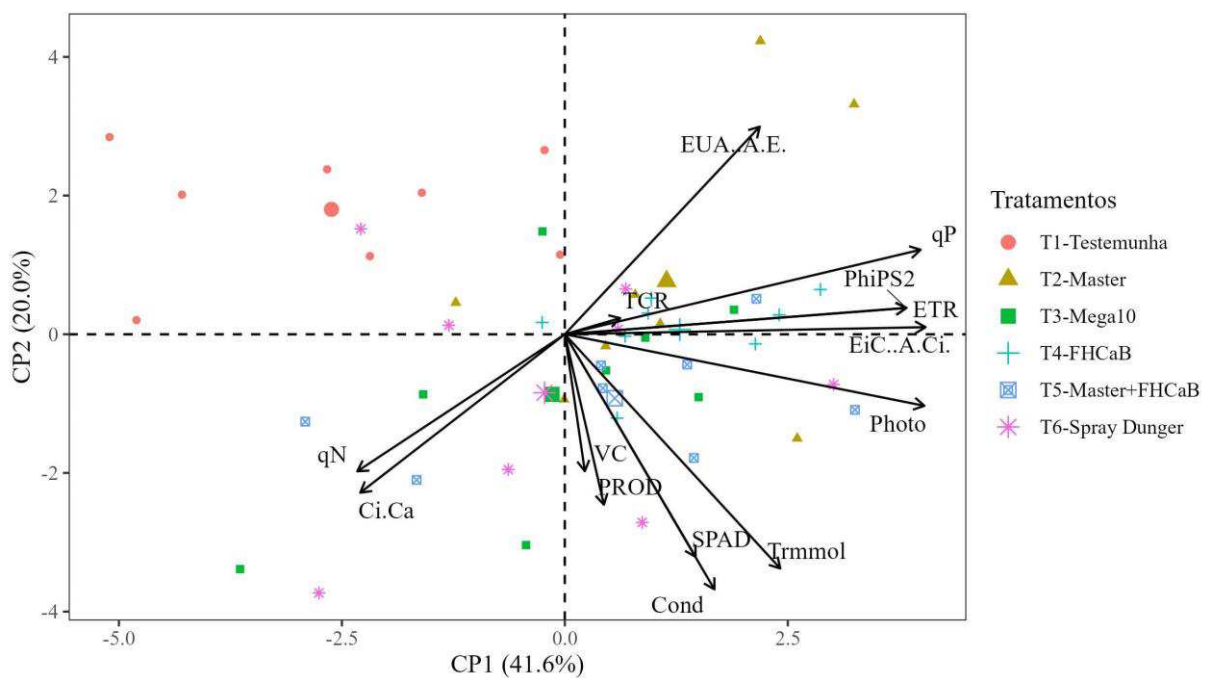


Figura 11. Análise de componentes principais dos parâmetros fisiológicos, volume da copa

(VC), taxa de crescimento relativo (TCR) e produtividade (PROD) referentes ao terceiro ciclo (2022) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

De modo geral, verificou-se por meio da PCA nos três ciclos do cajueiro-anão ‘BRS 226’, que os parâmetros fisiológicos estão intimamente correlacionados com o crescimento e a produtividade da cultura, uma vez que estas variáveis sempre se apresentavam no mesmo quadrante de alguns dos parâmetros fisiológicos avaliados, indicando correlação com os mesmos. Nesse sentido, Taiz et al. (2017) afirmam que plantas bem nutridas apresentam maior eficiência fotossintética e bioquímica, impactando positivamente na tolerância contra estresses, na produtividade e na qualidade dos frutos. Em complemento, Silva et al. (2019b) ao avaliar as trocas gasosas e a produção de plantas de melancia sob manejo de salinidade e adubação nitrogenada, observaram que a dose com 50% de N proporcionou maior taxa de assimilação de CO₂ e massa fresca dos frutos.

Dias et al. (2022), avaliando o efeito da adubação combinada potássio-fósforo sobre as trocas gasosas, atividade antioxidante e produção de frutos de acerola sob estresse salino verificaram que plantas devidamente nutridas com esses macronutrientes apresentaram maior eficiência fisiológica e produtiva, mesmo sob condições de salinidade. Desta forma, podemos associar os resultados positivos constatados nas trocas gasosas do cajueiro-anão ‘BRS 226’, durante os três ciclos de cultivo (Tabela 4, 5 e 6), à adubação complementar com adubos foliares. A adubação forneceu quantidades de nutrientes que foram cruciais para conversão em maiores taxas fotossintéticas, abertura estomática, taxa de transpiração, índice relativo de clorofila e eficiência instantânea de carboxilação, culminando em uma maior taxa de crescimento relativo (TCR) ao longo do ciclo da cultura.

6.5.2 Nutricionais x Crescimento x Produtividade

No que diz respeito a correlação das variáveis nutricionais (macro e micronutrientes), com o volume da copa (VC), taxa de crescimento relativo (TCR) e a produtividade da cultura (PROD), foi verificado no primeiro ciclo do cajueiro-anão ‘BRS 226’, que os dois componentes principais foram responsáveis por 51,6% da variância total (Figura 12). A PCA mostrou que as variáveis fósforo (P) e potássio (K) apresentam correlação positiva com os parâmetros de crescimento (VC e TCR) e com a produtividade da cultura, sendo influenciadas, especialmente, pelos adubos foliares FH CaB® e Mega 10®, o que pode ser verificado no 3º quadrante do gráfico (Figura 12). Nesse sentido, apesar de não terem apresentado diferença significativa nos resultados univariados (Tabela 10), a análise

multivariada verificou a correlação desses macronutrientes com o crescimento e a produtividade do cajueiro-anão, validando a importância da adubação foliar para a cultura.

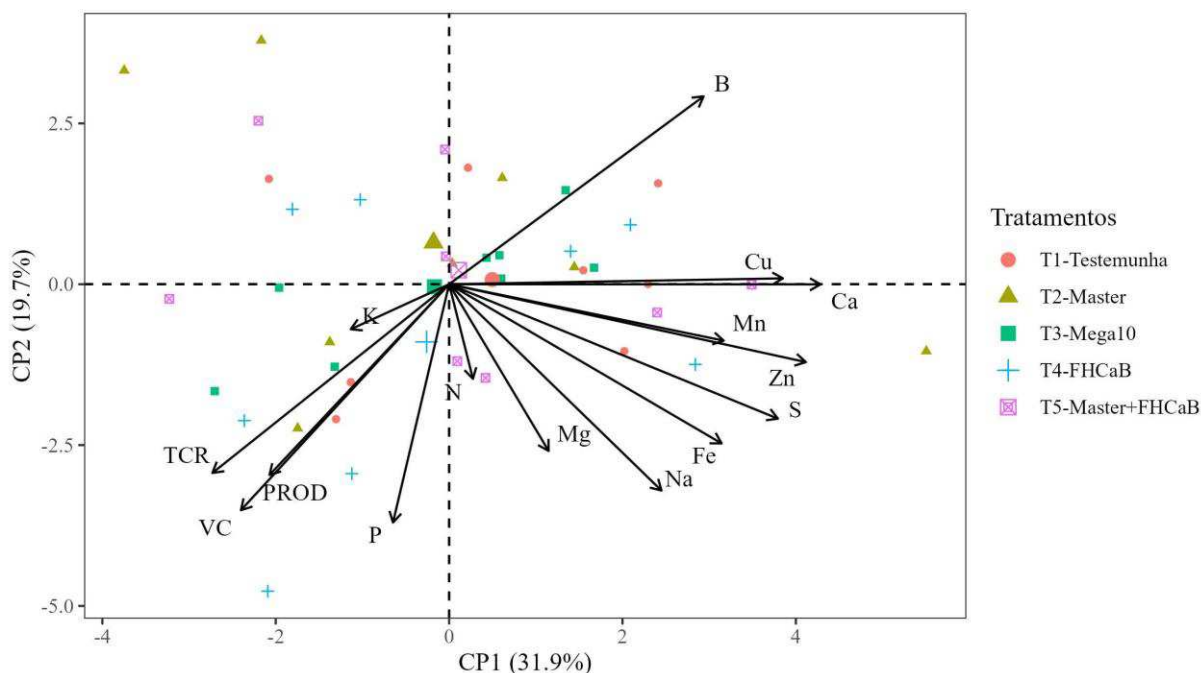


Figura 12. Análise de componentes principais dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), micronutrientes (Cu, Fe, Zn, Mn, B e Na), volume da copa (VC), taxa de crescimento relativo (TCR) e produtividade (PROD) referentes ao primeiro ciclo (2020) do cajueiro-anão ‘BRS 226’ submetido a adubos foliares.

No segundo ciclo, observou-se que os dois componentes principais representaram 51,1% da variância total referente a correlação das variáveis nutricionais (macro e micronutrientes) com o crescimento (VC e TCR) e a produtividade. A PCA demonstrou que os nutrientes P e Fe apresentaram correlação positiva com o VC e a produtividade da cultura, especialmente quando as plantas receberam os adubos foliares FH CaB® e Spray Dunger, o que pode ser verificado no 1º quadrante da PCA (Figura 13). Já para o terceiro ciclo, por meio da PCA, foi perceptível que apenas o macronutriente cálcio (Ca) apresentou correlação positiva com o VC e a produtividade da cultura, especialmente quando as plantas receberam os adubos foliares Master® + FH CaB® e FH CaB®, o que pode ser verificado no 1º quadrante da PCA. Observou-se ainda que os dois componentes principais representaram apenas 42,2% da variância total referente a correlação dos parâmetros nutricionais (macro e micronutrientes) com o crescimento (VC e TCR) e a produtividade da cultura (Figura 14).

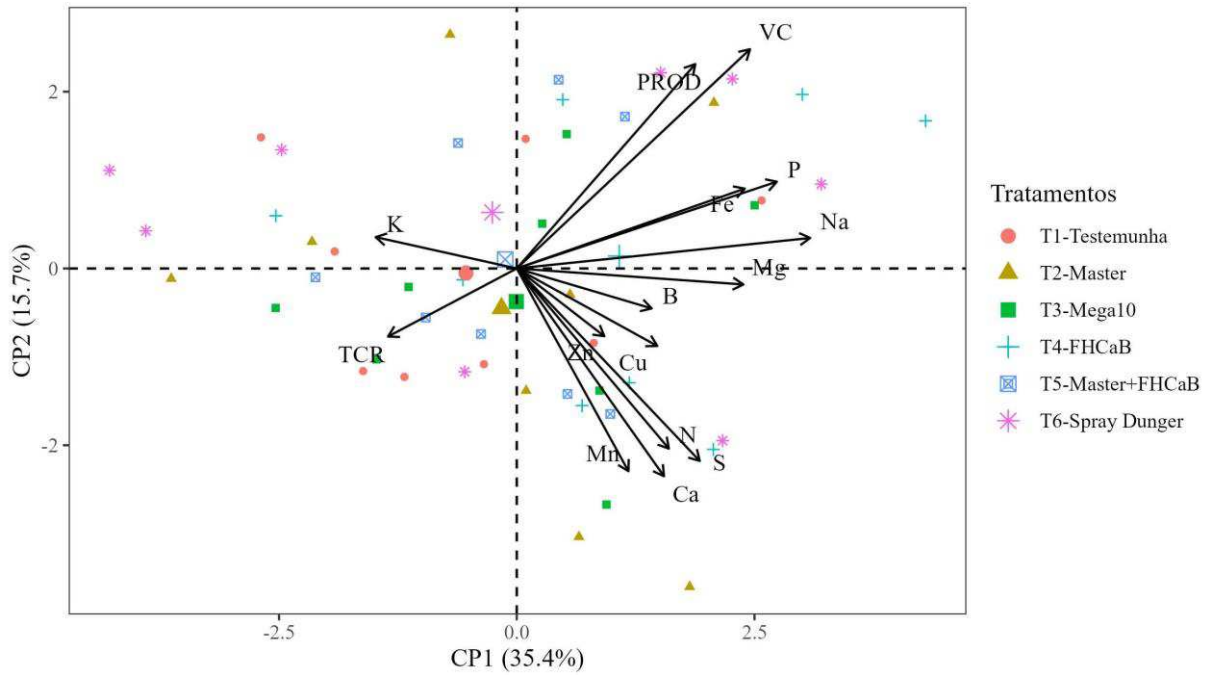


Figura 13. Análise de componentes principais dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), micronutrientes (Cu, Fe, Zn, Mn, B e Na), volume da copa (VC), taxa de crescimento relativo (TCR) e produtividade (PROD) referentes ao segundo ciclo (2021) do cajueiro-anão 'BRS 226' submetido a adubos foliares.

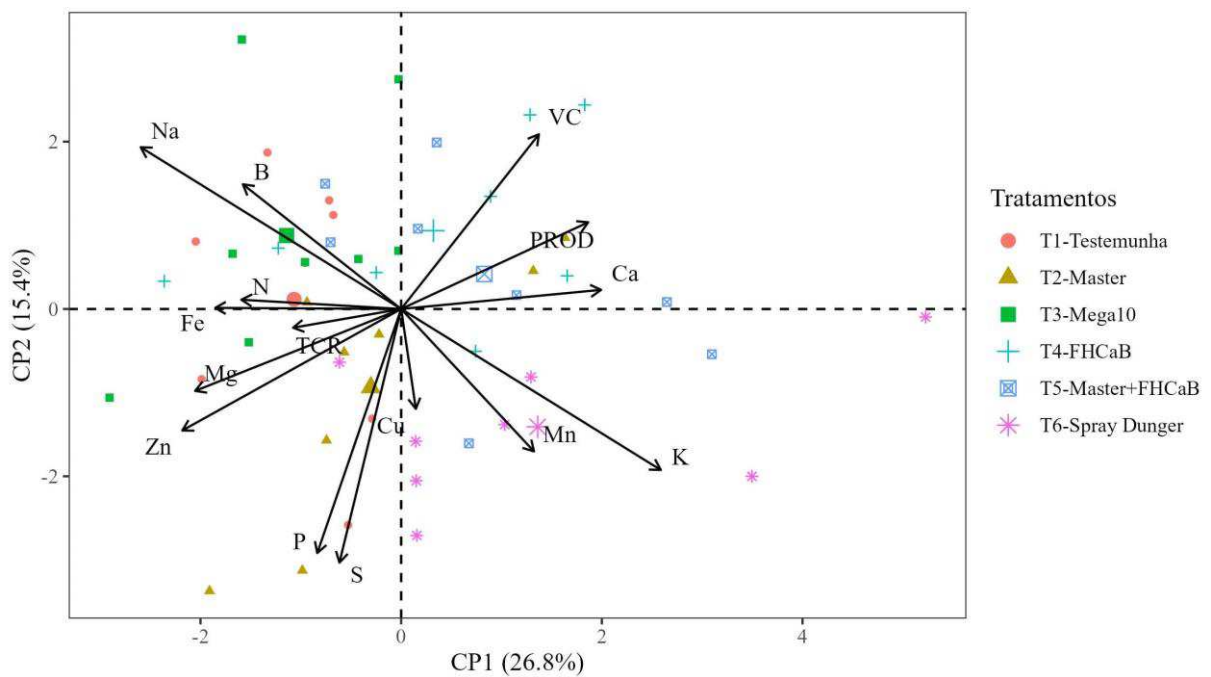


Figura 14. Análise de componentes principais dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), micronutrientes (Cu, Fe, Zn, Mn, B e Na), volume da copa (VC), taxa de crescimento relativo (TCR) e produtividade (PROD) referentes ao terceiro ciclo (2022) do cajueiro-anão 'BRS 226' submetido a adubos foliares.

Apesar dos resultados univariados não apresentarem respostas significativas para a aplicação dos adubos foliares para os macro e micronutrientes, a PCA conseguiu demonstrar correlações positivas dos parâmetros de crescimento e produtividade com os nutrientes P e K no primeiro ciclo, P e Fe no segundo ciclo e Ca no terceiro ciclo, especialmente, quando as plantas foram adubadas com os adubos foliares Master® + FH CaB® e FH CaB®. Esses resultados podem ser explicados pela composição dos produtos, pois o Master® fornece 10% N; 10% P₂O₅ e 10% K₂O, enquanto o FH CaB® fornece 1% de K₂O; 3,8% de B e 19% de Ca, o que refletiu nos teores desses nutrientes, que por sua vez, tiveram correlação com o crescimento e a produtividade do cajueiro-anão ‘BRS 226’.

Estudos com adubação foliar de nutrientes demonstraram que a aplicação múltipla ao longo do ciclo da cultura do cajueiro promove o incremento nos teores de nutrientes na cultura (PALSANDE et al., 2015), bem como o número de flores por panícula e a produtividade da cultura (RAMTEKE et al., 2022). Nesse mesmo sentido, Rajamanickam et al. (2011) avaliando o efeito da aplicação foliar de micronutrientes em cajueiro, três vezes ao longo de um ciclo, em complemento a adubação recomendada, promoveu incremento no peso médio do caju, no número de frutas por árvore, no peso médio da castanha e na produtividade da cultura, associando esses resultados a eficiência nutricional do cajueiro ao receber nutrientes complementares por meio da adubação foliar.

De forma semelhante, Gavit et al. (2020), avaliando a aplicação de doses de NPK aplicados no solo em complemento com a aplicação via foliar de zinco e boro no cajueiro, verificaram que a adubação via solo com 1,0:0,50:0,50 kg de NPK por árvore juntamente com a aplicação foliar de boro utilizando bórax 0,25% + zinco pelo de sulfato de zinco 0,5%, promoveu melhorias nas propriedades químicas e na disponibilidade de nutrientes no solo, o que provocou maior rendimento de castanha de caju.

Segundo Zargar et al. (2019) e Lo’ay et al. (2021), a aplicação foliar de nutrientes pode favorecer o desenvolvimento das plantas, além de regular a floração e frutificação, potencializando os aspectos produtivos e aumentando a rentabilidade em campo. Diferentemente do que foi observado neste experimento, Rajamanickam et al. (2023), estudando o efeito da aplicação foliar de micronutrientes no crescimento, produtividade, características econômicas e teor foliar de nutrientes em cajueiro, verificaram que a aplicação combinada de NPK + micronutrientes II (dose recomendada de fertilizante juntamente com 0,75 % ZnSO₄ + 0,75 % CuSO₄ + 0,75 % FeSO₄ + 0,2 % MnSO₄ + 0,5 % ácido bórico), três vezes durante o ciclo, promoveu os melhores resultados de crescimento, teores de nutrientes

foliares, como N, P, K e teores de micronutrientes, como Fe, Zn, Mn e Cu, o que refletiu em maior floração e na eficiência produtiva do cajueiro.

Com os resultados apresentados verifica-se que a aplicação dos adubos foliares pode ser uma estratégia para aumento da eficiência nutricional e produtiva do cajueiro-anão ‘BRS 226’. Tendo em vista que a aplicação anual dos adubos foliares não mostrou efeito direto nos parâmetros nutricionais deste experimento, espera-se que ao aumentar o número de aplicações, o fornecimento de nutrientes conseqüentemente, seja maior e a correlação observada por meio da PCA poderá ser significativa, assim como demonstrado em outras pesquisas (PALSANDE et al., 2015; GAVIT et al., 2020; RAMTEKE et al., 2022; RAJAMANICKAM et al., 2023). No entanto, ressalta-se que estudos nessa perspectiva deverão ser realizados para fundamentar essa hipótese, além de ser necessário uma análise de viabilidade econômica, pois com o aumento das aplicações, haverá também aumento dos custos de produção, e esses custos deverão ser reduzidos pela potencialização da produtividade da cultura.

Em suma, o presente estudo evidencia que a complementação via adubação foliar incrementa a taxa de crescimento relativo e os aspectos produtivos ao longo dos ciclos do cajueiro-anão ‘BRS 226’, especialmente, ao utilizar o adubo foliar Master® + FH CaB®. Além disso, o uso complementar de adubos foliares apresenta-se como uma estratégia eficiente para incremento das trocas gasosas e índice relativo de clorofila do cajueiro-anão ‘BRS 226’, em todos os ciclos avaliados, pois a aplicação anual dos adubos foliares potencializou a fotossíntese, a condutância estomática, a transpiração, a eficiência instantânea de carboxilação e o índice relativo de clorofila da cultura, com destaque para os adubos Mega 10®, FH CaB® e Master® + FH CaB®, no primeiro ciclo, FH CaB® no segundo ciclo e Spray Dunger® no terceiro ciclo.

7.CONCLUSÕES

A complementação da adubação do cajueiro-anão 'BRS 226' via adubação foliar, especialmente utilizando as fontes Master® + FH CaB® e FH CaB® mostra-se como alternativa viável para potencializar o desenvolvimento, as trocas gasosas e a produtividade da cultura.

Os teores de macronutrientes, micronutrientes do cajueiro-anão 'BRS 226' não são incrementados em função da complementação anual via adubação foliares, indicando que uma aplicação durante o ciclo não foi eficiente para potencializar esses parâmetros.

A análise multivariada demonstra que os aspectos biométricos, fisiológicos, nutricionais e produtivos apresentam correlação nos três ciclos avaliados, sendo especialmente influenciados pelos adubos Master® + FH CaB® e FH CaB®.

REFERÊNCIAS

- ADEIGBE, O. O.; OLASUPO, F. O.; ADEWALE, B. D.; MUYIWA, A. A. A review on cashew research and production in Nigeria in the last four decades. **Scientific Research and Essays**, v. 10, n. 5, p. 196-209, 2015.
- ADEMOLA, K.; AGBOOLA-ADEDOJA, M. O.; ADELUSI, A. A.; OGUNWOLU, Q. A.; UGWU, C. A.; ALLI, M. A.; AKINPELU, A. O. Opportunities in Nigerian cashew nut value chain. **World Journal of Advanced Research and Reviews**, v. 9, n. 1, p. 168-174, 2021.
- ADRIANO-ANAYA, Lourdes et al. Mejoramiento del rendimiento y calidad de fruto y pseudofruto de marañón con un ciclo de fertilización orgánica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 5, p. 1-11, 2017.
- AFROZ, A.; ALI, G. M.; MIR, A.; KOMATSU, S. Application of proteomics to investigate stress-induced proteins for improvement in crop protection. **Plant Cell Reports**, v. 30, n. 5, p. 745-763, 2011.
- AGUIAR, M. J. N.; LIMA, J. B.; BARRETO JÚNIOR, J. H. C.; CARNEIRO, F. A.; LIMA, M. W. **Dados climatológicos: Estação de Pacajus**, 2001. Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 26p.
- ALCÂNTARA, S. R.; SOUSA, C. A. B.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P. Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. Especial, p. 473-478, 2012.
- AMORIM, A. V.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. D. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 113-121, 2010.
- ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; GHEYI, H. R.; SILVA, A. A. R.; FERNANDES, P. D.; SOUZA, L. P.; SILVA, S. S. Physiology and growth of cashew 'anao precoce' (*Anacardium occidentale* L.) subjected to salt stress and organic fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 7, p. 1150-1158, 2018.
- ARAÚJO, D. C.; TARSITANO, M. A. A.; COSTA, T. V. D.; RAPASSI, R. M. A. Análise técnica e econômica do cultivo do cajueiro-anão (*Anacardium occidentale* L.) na regional de Jales-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 444-450, 2010.
- ARRUDA, T. F. L.; LIMA, G. S.; SILVA, A. A. R.; AZEVEDO, C. A. V.; SOUZA, A. R.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. G.; LIMA, V. L. A.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. A.; DIAS, M. S.; CHACES, L. H. G.; SABOYA, L. M. F. Salicylic Acid as a Salt Stress Mitigator on Chlorophyll Fluorescence, Photosynthetic Pigments, and Growth of Precocious-Dwarf Cashew in the Post-Grafting Phase. **Plants**, v. 12, n. 15, p. 2783, 2023.
- BARBOZA, G. C.; TEIXEIRA FILHO, J. Transpiração foliar e condutância estomática da cana-de-açúcar em função do clima e disponibilidade de água. **Irriga**, v.22, n.4, p.675-689, 2017.
- BARROS, L. M. **Árvore do conhecimento caju: características da planta**. Agência Embrapa

de Informação Tecnológica, 2011. Disponível em:
<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/caju/arvore/CONT000fi8wxjm202wyiv80z4s473zfkkt9.html>. Acesso em: 04 abr. 2022.

BARROS, L. M. **Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), tipos comum e anão precoce, por meio de técnicas multivariadas**. 1991. 256 f. Tese (doutorado em agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Piracicaba/SP), Brasil, 1991.

BARROS, L. M.; PIMENTEL, C. R. M.; CORREA, M. P. F.; MESQUITA, A. L. M. **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1993. 65p. (Circular Técnica).

BARROSO, J. R. **Fontes de adubos foliares na produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão**. 2022. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal do Ceará, Departamento de Ciência do Solo (Fortaleza/CE), Brasil, 2022.

BEZERRA, F. C.; DUTRA, A. V. **Efeito do porta-enxerto na formação de mudas de cajueiro anão precoce cultivadas em tubetes e submetidas a diferentes doses de adubo foliar**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 4p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BOMTEMPO, D. C.; SILVA, E. B. Cajucultura cearense: a produção familiar em Beberibe-CE. **Revista GeoNordeste**, n. 1, p. 145-159, 2018.

BRAINER, M. S. C. P. **Cajucultura: o proveito do pedúnculo**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n. 190, 2021. 19p. (Caderno Setorial Etene).

BRATAŠEVEC, K.; SIVILOTTI, P.; VODOPIVEC, B. M. Soil and foliar fertilization affects mineral contents in *Vitis vinifera* L. cv. 'rebula' leaves. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 13, n. 3, p. 650-663, 2013.

CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of cashew (*Anacardium occidentale* L.): a review. **Experimental Agriculture**, v. 50, n. 1, p. 24-39, 2014.

CASTILLO, G.; BELLO-BEDOY, R. Effect of *Planococcus ficus* (signoret) on the growth of three wine grape cultivars. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 45, n. 2, p. 227-227, 2022.

CAVALCANTI, M. L. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BARROS JÚNIOR, G. Fisiologia do cajueiro anão precoce submetido à estresse hídrico em fases fenológicas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 42-53, 2008.

CIPRIANO, A. K. A. L.; GONDIM, D. M.; VASCONCELOS, I. M.; MARTINS, J. A.; MOURA, A. A.; MORENO, F. B.; MONTEIRO-MOREIRA, A. C. O.; MELO, J. G. M.; CARDOSO, J. E.; PAIVA, A. L. S.; OLIVEIRA, J. T. Proteomic analysis of responsive stem proteins of resistant and susceptible cashew plants after *Lasiodiplodia theobromae* infection. **Journal of Proteomics**, v. 113, p. 90-109, 2015.

COSTA, J. E. **Atributos químicos do solo, crescimento e estado nutricional de cajueiro adubado com farinha de ossos e tratado com hidrogel**. 2019. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Areia/PB, Brasil, 2019.

COSTA, R. S.; SILVA, J. S.; FONTELES, A. K. F.; SILVA, A. K. F.; MESQUITA, R. O. Physiological responses of cowpea genotypes cultivated in rainfed on different phenological stages. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 14, p. 1-14, 2020.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Castanha do caju**: análise mensal (2021). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-castanha-de-caju/item/17294-castanha-de-caju-analise-mensal-novembro-2021>. Acesso em: 06 abr. 2022.

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

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, F. J. S.; OLIVEIRA, V. H.; RAIJ, B.; BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. **Cultivo do cajueiro anão precoce**: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e irrigação. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 8p. (Circular Técnica, 8).

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. L.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S.; SILVA, P. C. C.; SOARES, L. A. A.; PAIVA, F. J. S.; SILVA, S. S. Effect of combined potassium-phosphorus fertilization on gas exchange, antioxidant activity and fruit production of West Indian cherry under salt stress. **Arid Land Research and Management**, v. 36, n. 2, p. 163-180, 2022.

DINH, A. Q.; NAEEM, A.; SAGERVANSI, A.; MÜHLING, K. H. One-time foliar application and continuous resupply via roots equally improved the growth and physiological response of b-deficient oilseed rape. **Plants**, v. 10, n. 5, p. 866-91, 2021.

EMBRAPA SOLOS. In: SILVA, F. C. S. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

ESASHIKA, T.; OLIVEIRA, L. A.; MOREIRA, F. W. Resposta da aceroleira a adubação orgânica, química e foliar num Latossolo da Amazônia Central. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 399-410, 2013.

ESASHIKA, T.; OLIVEIRA, L. A.; MOREIRA, F. W. Teores foliares de nutrientes em plantas de camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh) submetidas a adubações orgânica, mineral e foliar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, p. 391-400, 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, 2009.

FATIMA, R. T.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SOUZA, L. P.; PIMENTA, T. A. Photochemical efficiency of cashew rootstocks under salt stress and foliar

application of potassium silicate. **Comunicata Scientiae**, v. 13, n. 3760, p. 1-9, 2022.

FERNÁNDEZ, V.; EICHERT, T. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 28, n. 1-2, p. 36-68, 2009.

FERREIRA, K. N.; ARAÚJO, R. H. C. R.; OLIVEIRA, A. M. F.; BARBOSA, R. S.; ONIAS, E. A.; TEODOSIO, A. E. M. M.; LIMA, F. N.; NOGUEIRA, A. E. P.; RIBEIRA, W. S.; LIMA, J. F.; RIBEIRO, J. E. S. Cashew rootstock production using *Spirulina platensis* biomass. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 65, n. 22220042, p. 1-13, 2022.

FIGUEIREDO, A. M.; SOUZA FILHO, H. M.; GUANZIROLI, C. E.; VALENTE JUNIOR, A. S. Análise da transmissão de preços no mercado brasileiro de castanha de caju. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 41, n. 4, p. 715-730, 2010.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; POTTING, J.; SERRANO, L. A. L.; BEZERRA, M. A.; BARROS, V. S.; GONDIM, R. S.; NEMECEK, T. Environmental assessment of tropical perennial crops: the case of the Brazilian cashew. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 131-140, 2016.

FUCK JÚNIOR, S. C. F.; ARAÚJO, J. B. C.; MAIA, C. W. C.P.; CAVALCANTE, R. M. B. **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa: Clone de cajueiro-anão precoce BRS 226**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2020. 30p.

FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídrico). **Calendário de Chuvas**. Disponível em: <https://chuvas.funceme.br>. Acesso em: 15 mai. 2024.

GAJBHIYE, R. C.; PAWAR, S. N.; SAWANT, B. N. Enhancement of cashew yield through foliar feeding of nutrients. **Journal of Eco-Friendly Agriculture**, v. 17, n. 1, p. 1-15, 2022.

GANESHAMURTHY, A. N.; KALAIVANAN, D.; SELVAKUMAR, G.; PANNEERSELVAM, P. Nutrient management in horticultural crops. **Indian Journal of Fertilisers**, v. 11, n. 12, p. 30-42, 2015.

GAVIT, S.; DODAK, S. B.; KHOBRAGADE, N. H. Application of different levels of NPK along with soil and foliar application of zinc and boron in cashew for increasing production with sustainability. **International Journal of Chemical Studies**, v. 8, n. 1, p. 3091-3094, 2020.

GAWANKAR, M. S.; KULKARNI, M. M.; HALDANKAR, P. M.; SALVI, B. R. Technologies for Cashew productivity enhancement in Maharashtra. **Emergent Life Sciences Research**, v. 6, p. 5-12, 2020.

GONÇALVES, J. F. C.; SILVA, C. E.; GUIMARÃES, D. G. Análise dos transientes da fluorescência da clorofila *a* de plantas jovens de *Carapa guianensis* e de *Dipteryx odorata* submetidas a dois ambientes de luz. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 89-98, 2010.

GUISSONI, A. C. P.; SILVA, I. G.; GERIS, R.; CUNHA, L. C.; SILVA, H. H. G. Atividade larvicida de *Anacardium occidentale* como alternativa ao controle de *Aedes aegypti* e sua toxicidade em *Rattus norvegicus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 3, p. 363-367, 2013.

HAYTOVA, D. A review of foliar fertilization of some vegetables crops. **Annual Research & Review in Biology**, v. 3, n. 4, p. 455-465, 2013.

KHOSHBAKHT, D.; ASGHARI, M. R.; HAGHIGHI, M. Influence of foliar application of polyamines on growth, gas-exchange characteristics, and chlorophyll fluorescence in Bakraii citrus under saline conditions. **Photosynthetica**, v. 56, n. 2, p. 731-742, 2018.

KONAN, N. A. **Estudo farmacognóstico e toxicológico de *Anacardium occidentale* Linn. (Anacardiaceae) clone CCP-76**. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

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.

LIMA, A. A. C.; OLIVEIRA, F. N. S.; AQUINO, A. R. L. **Classificação e aptidão agrícola dos solos do Campo Experimental de Pacajus, Ceará, para a fruticultura**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. p. 20. (Documentos, 53).

LIMA, C. S. **Atividade fotoquímica e proteção oxidativa em mudas de cajueiro expostas a seca e luminosidade elevada**. 2013. 146 f. Tese (doutorado em bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Departamento de Bioquímica (Fortaleza/CE), Brasil, 2013.

LIMA, G. S.; SILVA NETO, V. E.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; DINIZ, G. L.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; ALMEIDA, F. A.; PINHEIRO, F. W. A. Photosynthetic pigments and photochemical efficiency of precocious dwarf cashew (*Anacardium occidentale* L.) under salt stress and potassium fertilization. **AIMS Agriculture and Food**, v. 4, n. 4, p. 1007-1019, 2019.

LO'AY, A. A.; EL-EZZ, SALLY F. ABO; AWADEEN, ASHRAF A. Effect of different foliar potassium fertilization forms on vegetative growth, yield, and fruit quality of kaki trees grown in sandy soil. **Scientia Horticulturae**, v. 288, n. 110420, p. 1-10, 2021.

MAILLARD, A.; DIQUÉLOU, S.; BILLARD, V.; LAÎNÉ, P.; GARNICA, M.; PRUDENT, M.; GARCIA-MINA, J. M.; YVIN, J. C.; OURRY, A. (2015). Leaf mineral nutrient remobilization during leaf senescence and modulation by nutrient deficiency. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 317-332, 2015.

MALHOTRA, S. K.; HUBBALLI, V. N.; NAYAK, M. G. **Cashew: production, processing and utilization of by-products**. Directorate of cashewnut and cocoa development, Cochin, Kerala, India, 2017. 144p.

MANGALASSERY, S.; NAYAK, M. G.; SUSAN, P. P.; RUPA, T. R.; BEHERA, S. K.; SRINIVASAN, V. Delineating the nutrient constraints and developing nutrient norms for cashew (*Anacardium occidentale* L.) in coastal India. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, n. 17, p. 2627-2639, 2021.

- MANGALASSERY, S.; PREETHI, P.; MOG, B.; NAYAK, M. G. **Integrated nutrient management in cashew**. ICAR-Directorate of Cashew Research, Puttur, Karnataka, India. 39-50p., 2020.
- MANJUNATHA, D. Effect of nutrients (NPK) supplied through irrigation water on growth of rootstocks and grafts of cashew. **The Cashew**, v. 15, n. 1, p. 13-18, 2001.
- MARTINS, T. S. **Folha-diagnóstica e faixa crítica de nutrientes em folhas de cajueiro-anão**. 2019. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal do Ceará, Departamento de Ciência do Solo, Fortaleza/CE, Brasil, 2019.
- MAZZETTO, S. E.; LOMONACO, D. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 732-741, 2009.
- MENDEL, K. Rootstock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. **Ktavim**, v. 6, p. 35-60, 1956.
- 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. (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília. DF: Embrapa informação Tecnologia. 2009. p. 191-234.
- MUDO, L. E. D.; LOBO, J. T.; CARREIRO, D. A.; CAVACINI, J. A.; SILVA, L. S.; CAVALCANTE, Í. H. L. Leaf gas exchange and flowering of mango sprayed with biostimulant in semi-arid region. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 332-340, 2020.
- NACHTIGALL, G. R.; NAVA, G. Adubação foliar: fatos e mitos. In: **Embrapa Uva e Vinho - Anais de congresso (ALICE)**. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 87-97, 2010.
- NASCIMENTO, A. H. C. N.; BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F. Acúmulo diferencial de nutrientes em clones de cajueiro anão precoce. In: **XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**. Fortaleza-CE, 2009.
- NATASHA, N.; SHAHID, M.; BIBI, I.; IQBAL, J.; KHALID, S.; MURTAZA, B.; BAKHAT, H. F.; FAROOQ, A. B. U.; AMJAD, M.; HAMMAD, H. M.; NIAZI, N. K.; ARSHAD, M. Zinc in soil-plant-human system: A data-analysis review. **Science of the Total Environment**, v. 808, p. 1-13, 2022.
- NIU, J.; LIU, C.; HUANG, M.; LIU, K.; YAN, D. Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 21, n. 1, p. 104-118, 2021.
- O'FARRELL, P. J.; ARMOUR, J. D.; REID, D. J. Nitrogen use for high productivity and sustainability in cashew. **Scientia Horticulturae**, v. 124, n. 1, p. 19-28, 2010.
- OGUNSINA, B. S.; BAMGBOYE, A. I. Pre-shelling parameters and conditions that influence the whole kernel out-turn of steam-boiled cashew nuts. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 13, n. 1, p. 29-34, 2014.

OLIVEIRA, N. N.; MOTHÉ, C. G., MOTHÉ, M. G., OLIVEIRA, L. G. Cashew nut and cashew apple: a scientific and technological monitoring worldwide review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 1, p. 12-21, 2019.

OLIVEIRA, V. H. Cajucultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 1-3, 2008.

OLIVEIRA, V. H.; MONTENEGRO, A. A. T.; CARBAJAL, A. C. R.; MESQUITA, A. L. M.; AQUINO, A. R. L.; FREIRE, F. C. O.; OLIVEIRA, F. N. S.; ARAÚJO FILHO, G. C. A.; PAIVA, J. R.; PAZ, J. S.; PARENTE, J. I. G.; MOSCA, J. L.; BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; PESSOA, P. F. A. P.; SILVEIRA, S. S. **Cultivo do cajueiro anão precoce**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 40p. (Sistema de Produção, n. 1).

PAIVA, F. F. A.; SILVA NETO, R. M.; PESSOA, P. F. A.P.; LEITE, L. A. S. **Processamento de castanha de caju**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 58p.

PAIVA, J. R.; BARROS, L. M. **Clones de cajueiro**: obtenção, características e perspectivas. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 25p. (Documentos, 82).

PAIVA, J. R.; CARDOSO, J. E.; BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; ALENCAR, E. S. **Clone de Cajueiro-Anão Precoce BRS 226 ou Planalto**: Nova Alternativa para o Plantio na Região Semi-Árida do Nordeste. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 4p. (Comunicado Técnico, 78).

PALSANDE, V. N.; KASTURE, M. C.; SALVI, V. G.; HALDANKAR, P. M.; SHINDE, S. E.; SHINDE, A. L.; PATIL, P. V. Effect of foliar application of urea and potassium nitrate on cashew kernel. **BIOINFOLET-A Quarterly Journal of Life Sciences**, v. 12, n. 1, p. 240-243, 2015.

RAJAMANICKAM, C.; BASKARAN, A.; MURALIDHARAN, B. studies on the effect of foliar application of micronutrients for growth, yield, economic traits and leaf nutrient content in cashew (*Anacardium occidentale* L.) Var. VRI 3. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 35, n. 22, p. 46-56, 2023.

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.

RAJAMANICKAM, C.; RATHINASAMY, A.; JEEVA JOTHI, L. Studies on the effect of foliar application of micronutrients in cashew (*Anacardium Occidentale* L.'VRI-3'). In: **I International Symposium on Cashew Nut 1080**. 2011. p. 275-280.

RAMOS, G. Q.; COTTA, E. A.; FONSECA FILHO, H. D. Studies on the ultrastructure in *Anacardium occidentale* L. leaves from Amazon in northern Brazil by scanning microscopy. **Scanning**, v. 38, n. 4, p. 329-335, 2016.

RAMTEKE, V.; PREETHI, P.; VEENA, G. L.; NIRALA, Y. S. Impact of foliar application of primary nutrients on growth and yield contributing traits in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Journal of Environmental Biology**, v. 43, n. 3, p. 477-483, 2022.

RIBEIRO, G.; MONNERAT, P. H.; CAMPANHARO, M.; RABELLO, W. S. Qualidade do fruto de coqueiro anão verde em resposta à adubação potássica. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 187-191, 2011.

SANTOS, R. M. **Adubo de liberação controlada e foliar na produção de mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’**. 2017. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Ciência do Solo, Fortaleza/CE, Brasil, 2017.

SANTOS, R. M.; NATALE, W.; TANIGUCHI, C. A. K.; CORRÊA, M. C. 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.

SANTOS, R. M.; SERRANO, L. A. L.; TANIGUCHI, C. A. K.; ARTUR, A. G.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. M. Foliar fertilization on the production of grafted dwarf cashew seedlings. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, e028119, p. 1-7, 2019.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. G.; CARDOSO, D. P.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; NASCIMENTO, I. R.; BARBOSA, L. C. A. Efeito da adubação mineral na produção de biomassa e no teor e composição do óleo essencial do capim-citronela. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 852-858, 2013.

SERRANO, L. A. L. **Sistema de produção de caju: Implantação e tratamentos culturais do pomar de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 60-73, 2016.

SERRANO, L. A. L.; MARTINS, T. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; MELO, D. S.; HAWERROTH, F. J. **Crescimento e acúmulo de nutrientes de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’ produzidas em diferentes substratos e doses de adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018. 44p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

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, 2015. 28p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; VIDAL NETO, F. C.; CAVALCANTE JÚNIOR, L. F. Porta-enxertos para a produção de mudas de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1237-1245, 2013.

SERRANO, L. A. L.; PESSOA, P. F. A. P. **Aspectos econômicos da cultura do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa agroindústria tropical, 2016. 10p. (2ª Edição: Sistema de Produção).

SILVA, B. N.; PAULA, S. O.; OLIVEIRA, J. V.; SILVA, J. S.; MAGALHÃES, C. H. C.; GOMES FILHO, E.; MESQUITA, R. O. Traditional varieties of caupi submitted to water deficit: physiological and biochemical aspects. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 6, p. 424-436, 2019a.

SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; LUCENA, R. C. M. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and

nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, p. 1-10, 2019b.

SOUSA, J. R.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; XAVIER, D. A.; FURTADO, G. F. Impact of saline conditions and nitrogen fertilization on citrus production and gas exchanges. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 415-424, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

VADIVEL, V.; KUNYANGA, C. N.; BIESALSKI, H. K. Health benefits of nut consumption with special reference to body weight control. **Nutrition**, v. 28, n. 11-12, p. 1089-1097, 2012.

VANITHA, K.; RAVIPRASAD, T. N. Diversity, species richness and foraging behaviour of pollinators in cashew. **Agricultural Research**, v. 8, n. 2, p. 197-206, 2019.

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. (Editor). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília: EMBRAPA, 2013. p. 481-508.

VIDAL NETO, F. C.; ROSSETTI, A.; BARROS, L. D. M.; CAVALCANTI, J.; MELO, D. **Desempenho agrônômico de clones de cajueiro no litoral do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018. 25p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

YOKOMIZO, G. K. I.; VIDAL NETO, F. D. C.; HONGYU, K.; MELO, D. S.; SERRANO, L. A. L. Estabilidade e adaptabilidade de clones de cajueiro para caracteres fenológicos. **Agrarian**, v. 14, n. 54, p. 412-423, 2021.

ZARGAR, M.; TUMANYAN, A.; IVANENKO, E.; DRONIK, A.; TYUTYUMA, N.; PAKINA, E. Impact of foliar fertilization on apple and pear trees in reconciling productivity and alleviation of environmental concerns under arid conditions. **Communicative & Integrative Biology**, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2019.