



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**THAMIRIS FERREIRA PINTO PAIVA**

**DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE CAJUEIRO ANÃO SOB DIFERENTES  
NÍVEIS DE ADUBAÇÃO E SUBMETIDAS À DIFERENTES NÍVEIS DE  
SALINIDADE**

**FORTALEZA**

**2018**

THAMIRIS FERREIRA PINTO PAIVA

DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE CAJUEIRO ANÃO SOB DIFERENTES  
NÍVEIS DE ADUBAÇÃO E SUBMETIDAS À DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra.

FORTALEZA

2018

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

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

- 
- F1d      Ferreira Pinto Paiva, Thamiris.  
Desenvolvimento de plântulas de cajueiro anão sob diferentes níveis de adubação e submetidas à diferentes níveis de salinidade / Thamiris Ferreira Pinto Paiva. – 2018.  
97 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra.
1. Anacardium occidentale. 2. Nutrição mineral. 3. Estresse salino. 4. Clones. I. Título.

CDD 630

---

THAMIRIS FERREIRA PINTO PAIVA

DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE CAJUEIRO ANÃO SOB DIFERENTES  
NÍVEIS DE ADUBAÇÃO E SUBMETIDAS À DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marlos Alves Bezerra  
Embrapa Agroindústria Tropical

---

Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa

---

Profa. Dr. Rosilene Oliveira Mesquita  
Universidade Federal do Ceará

À minha família, em especial ao meu pai  
Wilson Paiva Filho e à minha mãe Maria  
Soleny Ferreira Pinto Paiva.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus que me dá força nos momentos mais difíceis, me conservando firme e focada no meu projeto de vida.

Aos meu pais e aos meus irmãos pelo amor e total apoio dedicado que serve de combustível para que eu possa continuar forte nesta caminhada.

Ao Professor Dr. Marlos Alves Bezerra, pela amizade, incentivo, orientação e pela grande persistência durante esta jornada tão intensa.

À Universidade Federal do Ceará por ter me permitido a formação acadêmica e ao Departamento de Engenharia Agrícola da UFC através de seus professores.

À Embrapa Agroindústria Tropical, e todos aos pesquisadores e técnicos que me ajudaram compartilhando os conhecimentos e dando suporte para a realização desse trabalho.

Aos meus amigos e companheiros de luta Laíse, Reivany, Hudson, Gustavo, Kléber, Luís, Cillas, Felipão, Iorrana e Krishna pelos bons momentos de descontração, amizade e pelos momentos de aprendizado. Aos meus colegas de curso pelos bons momentos compartilhados durante a pós-graduação.

Às minhas amigas Lilian e Sâmila (que foram anjos que Deus colocou na minha vida) pelo grande apoio (e risadas) na realização das análises e condução dos experimentos, vocês foram maravilhosas.

Aos Doutores participantes da banca examinadora e a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a concretização desse sonho.

## RESUMO

A salinidade é um dos principais problemas enfrentados pela agricultura irrigada no semiárido. Com o intuito de amenizar esse dano, diversas estratégias têm sido utilizadas. Essas estratégias incluem a correção dos solos e o melhoramento genético para a obtenção de genótipos mais resistentes. Em razão do exposto, o presente trabalho objetivou estudar os efeitos da adubação na formação de porta enxertos e no desenvolvimento de mudas de cajueiro, irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidade. Dois experimentos foram realizados na Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza – CE). No primeiro experimento, os tratamentos resultaram da combinação entre três clones de cajueiro (CCP 06, CCP 76 e EMBRAPA 51) e três doses de adubações com NPK (testemunha - sem adubação, 50% da nutrição convencional utilizada e 100% da nutrição convencional utilizada pela cultura), incorporadas ao substrato antes da semeadura. Após 30 e 60 dias da semeadura foram feitas avaliações dos parâmetros de emergência das sementes, do crescimento das plântulas e do teor de nutrientes nas folhas. No segundo experimento, os tratamentos resultaram da combinação de três doses de adubações com NPK (as mesmas usadas no primeiro experimento), com quatro níveis salinos da água de irrigação (CEa de 0,8; 4,0; 7,0 e 10,0 dS m<sup>-1</sup>). Foram realizadas avaliações das trocas gasosas, do acúmulo de fotoassimilados, do crescimento e dos teores de nutrientes nas folhas, caules e raízes das mudas, aos 90 dias após a enxertia. Em relação aos resultados do primeiro experimento, as doses de adubações não exerceram efeitos significativos nos parâmetros avaliados. As diferenças nas respostas foram devido à características genótípicas de cada clone estudado. O clone CCP 76 foi o que apresentou a maior precocidade de emergência, seguido pelo clone CCP 06 e Embrapa 51. Os três clones estudados mostraram-se aptos para serem utilizados como porta-enxerto. No segundo experimento, observou-se que no geral, as doses de adubação pouco influenciaram o crescimento das mudas, tendo uma tendência de redução de crescimento na dose de adubação máxima. A muda do clone BRS 189 enxertado sobre o CCP 06 foi tolerante até uma CEa de aproximadamente 7,0 dS m<sup>-1</sup>. A adubação não interferiu na produção de fotoassimilados, que mostrou um melhor desempenho quando as mudas foram submetidas a uma salinidade de 7,0 dS m<sup>-1</sup>. A aplicação de NPK ao substrato proporcionou maiores teores de nitrogênio nas folhas e menores teores de fósforo, enquanto o potássio foliar não foi influenciado pela adubação.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale*. Nutrição Mineral. Estresse Salino. Clones de Cajueiro

## ABSTRACT

Salinity is one of the main problems faced by irrigated agriculture in the semiarid. Several strategies have been used for the purpose of mitigating this damage. These strategies include the soil corrections and genetic improvement to obtain genotypes more resistant. Thus, the present work aimed to study fertilization effects on the rootstocks formation and the development of dwarf cashew seedlings, irrigated with different levels of salinity water. Two experiments were carried out at Embrapa Tropical Agroindustry (Fortaleza - CE). In the first experiment, treatments resulted from the combination between three cashew clones (CCP 06, CCP 76 and EMBRAPA 51) and three fertilization levels with NPK (control - no fertilization, 50% and 100% of the conventional nutrition used by the crop), it was incorporated to the substrate before sowing. 30 and 60 days after sowing the parameters of seed emergence, seedling growth and leaf nutrient content were evaluated. In the second experiment, treatments resulted from the combination between three fertilization levels with NPK (the same ones used in the first experiment) and four saline irrigation water levels (ECw: 0.8, 4.0, 7.0 and 10.0 dS m<sup>-1</sup>). Gas exchange, photoassimilates accumulation, growth and nutrient content in leaves, stems, and roots of seedlings were evaluated at 90 days after grafting. In relation to the first experiment results, fertilization levels did not exert significant effects on the evaluated parameters. Differentiated responses were due to the genotypic characteristics of each clone studied. The CCP76 clone presented the highest precocity of emergence than CCP06 and Embrapa51 clone. The three clones studied were able to be used as rootstocks. In the second experiment, fertilization levels had a little influence on the seedlings growth, in general, showing a tendency to reduce growth at the maximum fertilization level. The BRS 189 clone grafted on the CCP 06 clone was tolerant to a ECw of approximately 7.0 dS m<sup>-1</sup>. The fertilization did not interfere in the photoassimilates production, which showed a better performance when the seedlings were submitted to a salinity 7.0 dS m<sup>-1</sup>. The NPK application to the substrate provided higher nitrogen levels in leaves, while the phosphorus had lower contents and the leaf potassium was not influenced by fertilization.

**Keywords:** *Anacardium occidentale*. Cashew Clones. Mineral Nutrition. Saline Stress

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Visão geral do experimento de adubação, com os tubetes onde as sementes de cajueiro anão foram semeadas.....	37
Figura 2 -	Separação dos órgãos das plântulas de cajueiro anão para determinação das matérias fresca e seca das mesmas.....	39
Figura 3 -	Porcentagem de emergência (PSE) e índice de velocidade de emergência (IVG) de clones de cajueiro ( <i>Anacardium occidentale L.</i> ) submetidos a diferentes doses de adubação de NPK.....	42
Figura 4 -	Tempo médio de emergência (TME) dos clones de cajueiro anão em diferentes níveis de adubação.....	43
Figura 5 -	Número de folhas, altura da plântula e área foliar dos clones de cajueiro anão ( <i>Anacardium occidentale L.</i> ) aos 30 e 60 DAS.....	45
Figura 6 -	Massa seca das folhas dos clones de cajueiro ( <i>Anacardium occidentale L.</i> ) CCP06, CCP76 e EMBRAPA51 aos 30 e aos 60 dias após a semeadura.....	47
Figura 7 -	Massa seca das raízes dos clones de cajueiro ( <i>Anacardium occidentale L.</i> ) CCP06, CCP76 e EMBRAPA51 submetidos a diferentes doses de adubação, aos 30 (A) e aos 60 dias (B) após a semeadura.....	48
Figura 8 -	Massa seca dos cotilédones dos clones de cajueiro ( <i>Anacardium occidentale L.</i> ) CCP06, CCP76 e EMBRAPA51 submetidos a diferentes doses de adubação, aos 30 (A) e aos 60 dias (B) após a semeadura.....	49
Figura 9 -	Carboidratos solúveis totais em folhas de clones de cajueiro ( <i>Anacardium occidentale L.</i> ) aos 60 dias após a semeadura.....	51
Figura 10 -	Teores de nitrogênio dos clones de cajueiro ( <i>Anacardium occidentale L.</i> ) submetidos a diferentes doses de adubação, aos 60 dias após a semeadura.....	52
Figura 11 -	Semeadura e disposição das sementes do clone CCP 06 (Experimento II).....	60
Figura 12 -	Mudas de cajueiro anão CCP06 enxertadas com propágulos do clone BRS 189.....	61

Figura 13 - Altura das mudas de cajueiro anão BRS 189 sobre CCP06, submetidas a diferentes níveis salinos (a) e submetidas a diferentes doses de adubação(b), analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	65
Figura 14 - Massa seca das folhas de mudas de cajueiro anão BRS 189 sobre CCP06, submetida a diferentes doses de adubação e níveis salinos, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	67
Figura 15 - Massa seca das raízes de mudas de cajueiro anão BRS 189 sobre CCP06, submetida a diferentes doses de adubação e níveis salinos, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	68
Figura 16 - Massa seca dos caules de mudas de cajueiro anão BRS 189 sobre CCP06, submetida a diferentes doses de adubação e diferentes níveis salinos, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	69
Figura 17 - Transpiração de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	71
Figura 18 - Condutância estomática de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação e de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	72
Figura 19 - Fotossíntese de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação e de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	72
Figura 20 - Carboidratos solúveis totais em folhas de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação e de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	74
Figura 21 - Carboidratos solúveis totais em raízes de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação e de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	75
Figura 22 - Teores de nitrogênio em folhas (a) e raízes (b) de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação e de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	77
Figura 23 - Teores de fósforo em folhas mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de salinidade (a) e	

	diferentes níveis de adubação (b), analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	78
Figura 24 -	Teores de fósforo em caules de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	79
Figura 25 -	Teores de fósforo nas raízes de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de salinidade (a) e diferentes níveis de adubação (b), analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	80
Figura 26 -	Teores de potássio nos caules de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de salinidade (a) e diferentes níveis de adubação (b) e nas raízes sob diferentes níveis de adubação (c), analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	81

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Recomendações de adubação mineral para Cajueiro Anão sob irrigação.....	36
Tabela 2 -	Resumo das análises de variância do teste F para a porcentagem de emergência (PSE), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de plântulas de diversos clones de cajueiro anão com três níveis de adubações.....	41
Tabela 3 -	Resumo da análise de variância para os parâmetros de crescimento dos clones de cajueiro submetidas a três níveis de adubações e analisadas aos 30 e 60 DAS: número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura da plântula (ALT) e área foliar (AF).....	44
Tabela 4 -	Resumo da análise de variância para os parâmetros de crescimento dos clones de cajueiro submetidas a três níveis de adubações e analisadas aos 30 e 60 DAS: massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR) e massa seca dos cotilédones (MS Cotilédone).....	47
Tabela 5 -	Resumo da análise de variância para o teor de carboidratos solúveis foliares de clones de cajueiro anão aos 60 dias após a semeadura.....	50
Tabela 6 -	Resumo da análise de variância para os teores de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ), fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de clones de cajueiro, submetidos a três níveis de adubações e analisado aos 60 DAS.....	51
Tabela 7 -	Resumo da análise de variância para os parâmetros de crescimento de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	64
Tabela 8 -	Resumo da análise de variância para os parâmetros de massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e da massa seca das raízes (MSR) de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	66

Tabela 9 -	Resumo da análise de variância para os parâmetros de troca gasosa: transpiração ( <i>E</i> ), condutância estomática ( <i>g<sub>s</sub></i> ) e fotossíntese ( <i>A</i> ) de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	70
Tabela 10 -	Resumo da análise de variância para açúcares solúveis totais de folhas de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	73
Tabela 11 -	Resumo da análise de variância para os teores de nitrogênio nas folhas, caules e raízes de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	76
Tabela 12 -	Resumo da análise de variância para os teores de fósforo nas folhas, caules e raízes de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	77
Tabela 13 -	Resumo da análise de variância para os teores de potássio nas folhas, caules e raízes de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).....	80

**SUMÁRIO**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PORTA-ENXERTOS DE CAJUEIRO SUBMETIDOS A DIFERENTES DOSES DE NPK.....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>FISIOLOGIA E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS ENXERTADAS DE CAJUEIRO ANÃO SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO E IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA.....</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>86</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do cajueiro se destaca na Região Nordeste do Brasil, com extensas áreas exploradas em praticamente todos os estados desta região. As principais áreas com cajueiro localizam-se na faixa litorânea do Nordeste, onde prevalecem os solos de Tabuleiros Costeiros, que são bastante arenosos e apresentam baixa fertilidade natural (OLIVEIRA; RAMOS, 1995). Em função dos cultivos serem encontrados nesses solos, sem praticamente nenhum aporte de fertilizante, o cajueiro, erroneamente, é tido como planta que carece de baixa disponibilidade de nutrientes

Na verdade, a cultura necessita de quantidades razoáveis de fertilização mineral para garantir uma produtividade regular, o que pode ser feito pelo suprimento de nutrientes por meio de adubos químicos, meio mais eficiente de compensar as deficiências minerais dos solos, uma vez que esses adubos têm concentrações mais elevadas e são mais facilmente trocáveis (OLIVEIRA; AQUINO; LIMA, 2000).

Segundo Bezerra (2002), dentre as pesquisas que têm sido desenvolvidas com o cajueiro, destaca-se a criação de variedades mais produtivas como o cajueiro anão, que apresenta índices de produtividade bem superiores aos dos genótipos tradicionais. Esse ecotipo de cajueiro apresenta características de produção precoce, inicia o ciclo produtivo a partir do segundo ou terceiro ano após o plantio e atinge estabilidade produtiva aos cinco anos, podendo ser cultivado tanto em áreas irrigadas quanto sob condições de sequeiro (BEZERRA *et. al.*, 2002).

Além disso, o desenvolvimento de mecanismos e técnicas que propiciem a produção de mudas mais vigorosas resulta em melhor desempenho das plantas no campo, observado pelo maior e mais rápido crescimento inicial após o plantio, colaborando para o aumento da homogeneidade, sanidade e redução da mortalidade de plantas após a instalação do pomar (SOARES, *et al.*, 2014). As alterações nas relações nutricionais de mudas em resposta a adubação na fase de produção destas têm ocorrido com frequência em diversas culturas.

Por outro lado, sabe-se que a produtividade da agricultura de regiões áridas e semiáridas é limitada por fatores de ordem abiótica, como a salinidade. Esse fator causa efeitos adversos no crescimento vegetal, em decorrência da redução no potencial osmótico e do desbalanço nutricional (MARSCHNER, 2012). Além da salinidade, outros fatores afetam a produção do cajueiro, como a variabilidade genética das plantas

(BARROS *et al.*, 2000), o uso da água de irrigação (ALMEIDA *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2003) e o manejo do solo (OLIVEIRA; RAMOS, 1995).

Com o intuito de amenizar os danos causados pelo estresse salino sobre o rendimento agrícola, diversas estratégias têm sido utilizadas. Essas estratégias incluem o melhoramento genético para a obtenção de genótipos mais resistentes (FLOWERS, 2004) e a correção dos solos (DASGAN *et al.*, 2002). Sabe-se que plantas bem nutridas apresentam uma melhor resistência aos diferentes estresses.

O efeito benéfico de adubações na produção de mudas de frutíferas já está bem estabelecido, contudo, existem poucos estudos para a cultura do cajueiro, principalmente relacionando doses com diferentes clones irrigados com água salina. Assim, verifica-se a necessidade de estudos mais detalhados sobre doses adequadas de fertilizantes para a produção de mudas de cajueiro.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da adubação no desenvolvimento de mudas de diferentes genótipos de cajueiro anão, irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidade.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### **Importância econômica e social da cultura do caju no Semiárido brasileiro**

A fruticultura surge como a principal fonte de renda para uma parte expressiva da população, e no Ceará não é diferente, especialmente com culturas que se adaptam bem às condições edafoclimáticas da região e que alcançam um bom preço de mercado (FERREIRA *et al.*, 2014). O cajueiro aparece como uma planta nativa do Nordeste brasileiro e, em razão de sua adaptação às condições semiáridas dessa região, o seu cultivo representa uma das principais fontes de renda dos agricultores do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí.

O cajueiro é pertencente à família das anacardiáceas, composta por cerca de 500 espécies conhecidas e distribuídas amplamente no mundo, principalmente na região tropical. O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é considerado uma planta nativa do Brasil, sendo seus produtos considerados de exportação, que enriquece a economia da região (SEVERINO, 2008).

De grande variabilidade genética, o cajueiro é dividido em dois grupos: comum e anão. O tipo comum, também conhecido como gigante, é o mais difundido, apresentando porte elevado, altura entre 8,0 e 15,0 m e envergadura que pode atingir até 20 m (CRISÓSTOMO, 2009).

O cajueiro anão, também conhecido por cajueiro de seis meses, apresenta características botânicas, fisiológicas e agrônômicas que o diferenciam do cajueiro do tipo comum, caracterizando-se pelo seu baixo porte, altura menor que 4 metros, copa homogênea com variação no tamanho de 5,0 a 6,5 m, diâmetro do caule e envergadura bem inferiores ao do tipo comum. Essas características possibilitam o aumento da densidade de plantio com conseqüente acréscimo na produtividade, além de facilitar tratamentos culturais e a colheita, favorecendo maior aproveitamento do pedúnculo (BARROS *et al.*, 1984).

A estimativa da produção de castanha para esse ano de 2018 foi de 210,8 mil toneladas, aumento de 56,7% em relação ao 2017, norteado pela recuperação da produção do Ceará, que estimou uma produção de 129,7 mil toneladas, aumento de 54,4% (IBGE, 2018).

Segundo Oliveira (2004), o cajueiro tem importância alimentar, por ser rico em vitamina C, cálcio, fósforo e ferro, em que cumpre um papel social muito importante

no Brasil, devido ao número de empregos diretos gerados, dos quais 35 mil no campo e 15 mil na indústria, além de 250 mil empregos indiretos nos dois segmentos. No Semiárido nordestino, esse cenário alcança uma maior importância, devido aos empregos do campo serem gerados na entressafra das culturas tradicionais como milho, feijão e algodão, com isso reduzindo o êxodo rural (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

O Estado do Ceará, além de ser o primeiro lugar no ranking dos maiores produtores da castanha de caju, também é o maior beneficiador, e principalmente, exportador, tanto de amêndoa, como do líquido da castanha (LCC). Esta cultura tem ocupado a maior parte da mão-de-obra agrícola no período de outubro a dezembro, quando ocorre a colheita do fruto (AGUIAR *et al.*, 2001).

### **Cajueiro anão**

Dadas as características de reprodução do cajueiro resultante do plantio de sementes, como a elevada segregação genética, reduzindo o potencial de produção dos pomares, tem sido recomendado o plantio de clones selecionados de cajueiro anão. Tal tecnologia é preferida em razão das vantagens do emprego de mudas propagadas vegetativamente em razão as mudas de sementes, principalmente na manutenção da identidade genética das plantas, cujos reflexos ocorrem na uniformidade do pomar e maior produtividade (BARROS *et al.*, 1993).

Nesse sentido, atividades de melhoramento com cajueiro foram iniciadas no estado do Ceará, em 1965, a partir da seleção e controle de produção de cajueiros comum e anão, e da determinação das características físicas e químicas da castanha e pedúnculo dos tipos mais promissores (FIGUEIREDO, 2000)

A partir de 1975, o programa de melhoramento com cajueiro foi intensificado. Em 1983, os primeiros clones de cajueiro anão foram lançados, que apresentam produtividade média superior em até 3,5 vezes a do cajueiro comum, além das vantagens de uniformização do peso da castanha/amêndoa e pedúnculo bem como porte reduzido da planta (ALMEIDA *et al.*, 1993b).

### **Clone CCP 06**

Segundo Paiva e Barros (2004), o clone CCP 06 foi selecionado em 1979, a partir da planta matriz de cajueiro CP 06 (Cajueiro de Pacajus), do lote de plantas do tipo

anão precoce, introduzidas por sementes coletadas no Município de Maranguape, CE, em 1956. O clone CCP 06 foi avaliado durante 15 anos, no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, CE. A maior produção registrada para a planta matriz foi de 25 kg de castanhas, em solo arenoso de baixa fertilidade, sem correção ou fertilização, nem controle de pragas.

Foi lançado para o plantio comercial no ano de 1983, apresentando como características, plantas de porte baixo, altura média de 2,11 m e diâmetro médio da copa de 4,52 m, no sexto ano de idade. Essas características são peculiares ao tipo de cajueiro-anão precoce. Os indicadores agroindustriais são peso da castanha de 6,4 g, amêndoa despelculada com média de 1,6 g com umidade natural, a relação amêndoa/casca é cerca de 24,8% e a porcentagem de amêndoas quebradas no corte é de 9,3%. A produtividade média esperada no sexto ano de produção é de cerca de 283,3 kg ha<sup>-1</sup>, em espaçamento de 7 m x 7 m. (PAIVA; BARROS, 2004).

Para o pedúnculo, os indicadores agroindustriais são peso médio de 76,5 g e coloração amarela. É o porta-enxerto mais indicado e utilizado para produção de mudas de cajueiro anão precoce (CAVALCANTI JÚNIOR; BARROS, 2002).

### ***Clone CCP 76***

O clone de cajueiro anão precoce CCP 76 foi obtido no ano de 1979, a partir da planta matriz de cajueiro CP 76 (Cajueiro de Pacajus) proveniente de plantas da CP 06, introduzida por semente e avaliada por 15 anos. A maior produção registrada pela planta matriz foi de 22 kg de castanha, obtidos em solo arenoso de baixa fertilidade, sem correção ou adubação nem controle de pragas. Foi lançado para plantio comercial e para o mercado de mesa pela Embrapa Agroindústria Tropical no ano de 1983 e avaliado pela Embrapa Meio-Norte no período de 2000 a 2005, sob regime de sequeiro no semiárido piauiense, com pluviosidade entre 400 e 600 milímetros, e no cerrado do sul maranhense com variações pluviométricas entre 1.200 e 1.500 milímetros anuais (EMBRAPA, 2009).

Apresenta, como características, plantas de porte baixo, altura média de 2,68 m e diâmetro médio da copa de 4,98 m no sexto ano de idade. Seus indicadores agroindustriais são peso da castanha de 8,60 g, amêndoa despelculada com média de 1,80 g com umidade natural, a relação amêndoa/ casca é cerca de 20,1% e a porcentagem de amêndoas quebradas no corte é de 4,1%. A produtividade média esperada no sexto ano de produção é cerca de 338,9 kg/ha, em espaçamento de 7 x 7 m. Para o pedúnculo, os

indicadores agroindustriais são peso médio de 135 g e coloração laranja (PAIVA; BARROS, 2004).

A exploração comercial desse clone vem sendo feita tanto em cultivo de sequeiro como irrigado, com aproveitamento do pedúnculo, para o mercado de mesa, e da castanha, para o mercado de amêndoa (PAIVA; BARROS, 2004).

### ***Clone EMBRAPA 51***

Foi obtido pela seleção fenotípica individual dentro da progênie policruzada da planta matriz P 500E, seguida da avaliação clonal, no Campo Experimental de Pacajus, CE. Esse clone foi lançado para o plantio comercial, em cultivo de sequeiro, no Estado do Ceará, no ano de 1996. Apresenta, como características, plantas de porte baixo, altura média de 3,52 m no sexto ano de idade das plantas, diâmetro médio da copa de 7,79 m, no espaçamento de 7 m x 7 m, em sistema quadrado, com 204 plantas/há (PAIVA; BARROS, 2004).

Seus indicadores agroindustriais são peso da castanha de 10,4 g, relação amêndoa/casca de 24,5%, peso da amêndoa de 2,6 g, percentagem de amêndoas quebradas no corte de 1,3% e de amêndoas inteiras após a despeliculagem de 85%. Pelas suas características, o clone é recomendado para a exploração da castanha. Para o pedúnculo, os indicadores agroindustriais são peso médio de 104 g, produtividade cerca de 8.700 kg ha<sup>-1</sup>, coloração vermelha e formato piriforme. A produtividade média de castanha, em regime de sequeiro, no sexto ano de produção, é de 1.255,6 kg/ha, superior à testemunha (CCP 76) em cerca de 370% (PAIVA; BARROS, 2004).

### **Nutrição Mineral do Cajueiro**

Embora o cajueiro seja considerado uma planta rústica, para que a sua exploração comercial seja viável economicamente, é importante a adoção de técnicas de cultivo para o incremento de sua produtividade (SERRANO; OLIVEIRA, 2013). A cultura necessita de quantidades razoáveis de fertilização mineral para garantir uma produtividade regular, principalmente porque a maioria das regiões produtoras apresentam solos de baixa fertilidade natural. O suprimento de nutrientes por meio de adubos químicos é o meio mais eficiente de compensar as deficiências minerais dos solos,

uma vez que esses adubos têm concentrações mais elevadas e são mais facilmente trocáveis (OLIVEIRA; AQUINO; LIMA, 2000).

Todos os nutrientes minerais exercem funções importantes dentro da planta, são partes integrais de compostos de carbono (nitrogênio, enxofre), essenciais para armazenamento e uso de energia no genoma (fósforo), associados com a parede celular (cálcio, boro e silício), constituintes de enzimas ou outros compostos essenciais do metabolismo (magnésio, ferro, manganês, zinco, cobre, níquel e molibdênio) e ativadores ou que controlam a atividade de enzimas (potássio, sódio, cloro, magnésio, cálcio, manganês, ferro, zinco e cobre) (MALAVOLTA, 2005).

Dentre os nutrientes necessários ao desenvolvimento da muda, o P é o que requer maior atenção devido ao baixo teor nos solos das regiões tropicais (PRADO; VALE; ROMUALDO, 2005) e a alta demanda em mudas de plantas perenes em sua fase inicial de crescimento (NOVAIS; SMYTH, 1999). Também foi observado que o uso de P na formulação do substrato em mistura com material orgânico é uma excelente estratégia para a obtenção de mudas mais vigorosas, pois ajudam na formação do sistema radicular (CRUSCIOL *et al.*, 2005; SANT'ANA *et al.*, 2003; SILVA; DELATORRE, 2009), aumentando a tolerância das plantas aos fatores bióticos e abióticos, tais como: estresse hídrico (LEÃO, 2006; SANTOS *et al.*, 2004) e doenças (YAMADA, 2002).

Já o nitrogênio é o nutriente solicitado em maior quantidade pelas culturas, seguido pelo potássio. É considerado o nutriente fundamental para o desenvolvimento da planta (EPSTEIN; BLOOM, 2006) e sua disponibilidade proporciona maior crescimento e atividade do sistema radicular, com respostas positivas na absorção de outros nutrientes e na quantidade de massa seca produzida (SANTI, 2003).

O potássio ocupa lugar de destaque, face à deficiência desse nutriente na maioria dos solos do Brasil e pelas altas remoções desse macronutriente pelas plantas (BRANDÃO FILHO *et al.*, 1998). O potássio é um nutriente essencial às plantas, pois, além de outras funções, age como agente osmótico nas células vegetais, ativador de mais de quarenta enzimas e como contra-íon de cargas negativas. Uma nutrição potássica adequada resulta em vários benefícios às plantas, tais como: incremento no crescimento das raízes, aumento da resistência às secas e às baixas temperaturas, resistência a pragas e moléstias e incremento na nodulação das leguminosas (MEURER, 2006).

Entretanto, apesar da importância da nutrição mineral para as plantas do cajueiro, a grande maioria dos trabalhos citados na literatura foi desenvolvida em plantas adultas, em distintos estádios fenológicos (LEFEBVRE, 1979; VIDYACHANDRA;

HANAMASHETTI, 1985; HANAMASHETTI *et al.*, 1985), com poucas informações disponíveis sobre adubação no estágio de plântulas ou mudas.

Segundo Crisóstomo *et al.*, 2003, a adubação para o 1º ano, deverá ocorrer 60 dias após o transplante da muda. No caso de cultivo sob sequeiro, aplicar os fertilizantes ao redor das plantas, em três parcelas iguais no início, meio e fim da estação chuvosa. Para cultivo irrigado, objetivando o maior aproveitamento dos fertilizantes, bem como minimizar a lixiviação, o parcelamento poderá ser mensal.

Ghosh e Bose (1986) avaliaram o efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, isoladamente ou em combinações binárias e terciárias, tendo relatado que os maiores rendimentos de castanha foram obtidos com uma combinação N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O equivalente a 200, 75 e 100 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Posteriormente, Ghosh (1989), trabalhando com plantas de sete anos de idade, por três anos sucessivos, concluiu que o maior rendimento de castanha foi obtido com a combinação N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O (500, 200 e 200 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Resultados semelhantes foram relatados por Mahanthesh e Melanta (1994), contudo, a dose de fósforo foi somente a metade daquela observada pelo autor anterior.

Quando da avaliação de doses crescentes de nitrogênio (0, 200, 400 600 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) na presença de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, nas doses de 200 e 400 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente, Ghosh (1990), constatou que as variáveis peso de castanha, número de castanha, altura e envergadura de plantas foram crescentes e atingiram o máximo com 600 g de N planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Grundon (1999), trabalhando por três anos sucessivos, com plantas de quatro anos de idade, relatou aumentos substanciais sobre a produção de castanha, com aplicação de fósforo até 288 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e enxofre até 176 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, porém nenhuma reposta foi observada com aplicação de K<sub>2</sub>O, até 3.000 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Sousa (2017) trabalhando com clone CCP 06 para a produção de porta-enxerto concluiu que a aplicação de adubos de liberação controlada na quantidade de 3,70 kg m<sup>-3</sup> na semeadura e a adubação foliar na dose recomendada de 2,5 g L<sup>-1</sup> não influenciam a formação do porta-enxerto, porém promovem aumento no desenvolvimento de mudas enxertadas de cajueiro ‘BRS 226’.

## **Efeito da Salinidade nas Plantas**

A salinidade é um grande problema para a produtividade das culturas, limitando ainda a expansão da agricultura (FLOWERS; YEO, 1995). O termo salinidade se refere à existência de níveis de sais solúveis no solo que possam prejudicar significativamente o rendimento das plantas cultivadas (RIBEIRO *et al.*, 2007; MUNNS; TESTER, 2008). Os sais mais frequentes em solos salinos são os formados por cátions de sódio, cálcio e magnésio e ânions de cloreto e sulfato; também, com menos frequência, nesses solos encontram-se outros íons, como o potássio, carbonatos, bicarbonatos e nitratos (AYRES; WESTCOT, 1999; QADIR *et al.*, 2007; HOLANDA *et al.*, 2010).

A produção de várias culturas é reduzida severamente devido à salinização do solo. Dos 1,5 bilhões de hectares cultivados, cerca de 5% ou 77 milhões de hectares são afetados pela salinização (MUNNS e TESTER, 2008). Uma elevada salinidade da água de irrigação pode provocar problemas de fitotoxicidade e redução da absorção de alguns nutrientes.

Plantas halófitas e glicófitas sofrem inibição do crescimento em níveis crescentes de salinidade, sendo que os efeitos são bem mais drásticos nas últimas. A sensibilidade à salinidade não difere apenas entre espécies, mas também entre variedades ou cultivares de uma mesma espécie, e nas diferentes fases fenológicas da planta (FAGERIA e GHEYI, 1997). Podem ser observados nanismo, inibição do crescimento radicular, adiamento no desenvolvimento de gemas apicais, redução da área foliar, necrose nas raízes, gemas e margens das folhas, provocando a morte das células.

O excesso de cloreto e sódio no protoplasma ocasiona distúrbios, afetando a fotofosforilação, a cadeia respiratória, a assimilação de nitrogênio e o metabolismo das proteínas (MUNNS, 2002). Uma vez absorvidos, os íons são transportados às folhas onde se acumulam em função do processo de transpiração.

No geral, a acumulação dos íons em concentrações tóxicas demora certo tempo e os sintomas visuais dos danos desenvolvem-se lentamente para serem notados. Dentre os processos afetados pelo estresse salino, destacam-se a síntese de proteínas, o metabolismo dos lipídios e a fotossíntese (BEZERRA *et al.*, 2003). A salinidade pode causar danos no crescimento e desenvolvimento das plantas por efeito osmótico, em que a elevada concentração salina diminui o potencial osmótico do solo, disponibilizando água e nutrientes em menores quantidades para a planta (ALVES *et al.*, 2011).

A salinidade pode afetar as plantas devido a um desbalanço nutricional, em que o excesso de íons no solo inibe a absorção de outros íons. Quando a concentração de sódio e cloro no solo é alta, a absorção de nutrientes minerais como nitrato, cálcio e potássio é reduzida (LARCHER, 2000). A magnitude dos danos depende do tempo, concentração, tolerância da cultura e volume de água transpirado.

A redução da área foliar em resposta a salinidade, que está ligada a inibição da expansão e divisão celular (MUNNS; TERMAAT, 1986; MUNNS, 1993) também favorece a diminuição das trocas gasosas em plantas submetidas a estresse salino (BEZERRA *et al.*, 2007).

A sobrevivência e as adaptações (retomada do crescimento após a exposição ao estresse) de algumas plantas provocada pela salinização do ambiente requer a homeostase de íons celular ( $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ), envolvendo a absorção intracelular e subsequente compartimentalização vacuolar sem acumulação de íons citotóxico (BLUMWALD *et al.*, 2000; HASEGAWA *et al.*, 2000; NIU *et al.*, 1995). A partição vacuolar de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  também contribui para a manutenção do estado celular da água, juntamente com solutos orgânicos que são os principais osmolitos que se acumulam no citosol e organelas para equilibrar o estado osmótico intracelular de células em plantas cultivadas com sal (RHODES; HANSON, 1993).

Tal ajustamento ao estresse salino varia com o estágio de desenvolvimento da planta, o que pode possibilitar o cultivo em áreas que possuam águas de qualidade diferencial, ou nas áreas onde o teor salino das águas aumente durante o ciclo produtivo das culturas ou nos estádios mais tolerantes à salinidade (RHOADES *et al.*, 2000).

A compreensão do comportamento morfofisiológico das plantas cultivadas sob a influência da salinidade, deve-se constituir em ferramenta auxiliar aos programas de melhoramento vegetal bem como balizador do manejo de espécies cultivadas (CALVET *et al.*, 2013).

### ***Efeito da Salinidade em Plantas de Cajueiro***

Apesar de o cajueiro ser cultivado em condições semiáridas e apresentar resistência moderada à salinidade, diversos estudos demonstram que o estresse salino afeta severamente as fases de germinação (VOIGT *et al.*, 2009), crescimento inicial, enxertia e pré-floração (FERREIRA-SILVA *et al.*, 2009; CARNEIRO *et al.*, 2007), além

de induzir distúrbios metabólicos relacionados à mobilização de reservas (VOIGT *et al.*, 2009), à fotossíntese (BEZERRA *et al.*, 2007), ao metabolismo do nitrogênio (VIÉGAS *et al.*, 2004) e à homeostase iônica (VIÉGAS *et al.*, 2001).

Segundo Bezerra *et al.* (2003), a salinidade provoca efeitos negativos na germinação de plântulas de cajueiro, bem como no desenvolvimento inicial dessas plântulas (VIÉGAS *et al.*, 2001; CARNEIRO *et al.*, 2002). Em relação à produção de mudas, segundo Ferreira-Silva *et al.* (2009), a acumulação dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em folhas de mudas enxertadas de cajueiro sob condições salinas é fortemente influenciada pelo porta-enxerto.

Bezerra *et al.* (2007) relataram que a diminuição da disponibilidade hídrica favorece a queda na taxa de fotossíntese das plantas de cajueiro. Comportamento semelhante é observado face ao aumento da concentração salina na água de irrigação, sendo esse comportamento diferenciado em virtude do substrato utilizado (MESQUITA *et al.*, 2007).

Segundo Bezerra (2001), as plantas que estão sobre estresse salino apresentam redução do número de folhas, da altura das plantas, do diâmetro do caule e da matéria seca da parte aérea e das raízes de porta-enxertos de cajueiro anão precoce, e, ainda, na área foliar e na matéria seca de mudas enxertadas. Com uma concentração salina correspondente a uma condutividade elétrica de  $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ , houve morte nas plantas. Aumento na salinidade do substrato também provoca redução e retardo da germinação de clones de cajueiro-anão (SOARES, 1998). O estresse salino pode afetar o crescimento celular e a expansão das folhas, tanto através da redução na pressão de turgescência como na extensibilidade da parede celular (PRISCO, 1980).

Para Carneiro *et al.* (2002), a salinidade da água de irrigação não interfere quantitativamente no processo germinativo do cajueiro, mas prolonga o período de germinação, bem como inibe o crescimento da planta em altura, área foliar, produção de fitomassa seca da parte aérea e total. Num outro aspecto estudado, o efeito da salinidade até 50 dias após a semeadura foi mais intenso sobre a parte aérea que sobre o sistema radicular, resultando em aumento na relação raiz/parte aérea, sendo possível afirmar que o cajueiro é mais tolerante à salinidade durante a germinação que na fase de desenvolvimento inicial.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. I. L. DE; ARAÚJO, F. E. DE; LOPES, J. G. V. **Evolução do cajueiro anão precoce na estação experimental de Pacajus**. Ceará, *Fortaleza - EPACE*, 1993b. 17p.
- ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V.L.A. Efeito do  $\text{Ca}^{2+}$  externo no conteúdo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  em cajueiros expostos a salinidade. *Agrária* (Recife. Online), v. 6, p. 602-608, 2011.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 1985.
- BARROS, L DE M.; PIMENTEL, C.R.M.; CORREA, M.P.F; MESQUITA, A.L.M. Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro-anão precoce. **Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 1993.
- BARROS, L. de M.; ARAÚJO, J. I. L.; TEIXEIRA, L. M. S. A cultura do cajueiro anão. Fortaleza: EPACE, 1984. (**EPACE. Documentos, 3**).
- BARRS, H. D. Determination of water deficits in plant tissues. **Water deficit and plant growth**, 1968, 235-368.
- BEZERRA, I. L. Produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce, usando águas de diferentes salinidades. 2001. 85f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- BEZERRA, M. A.; OLIVEIRA, R. A. DE; LACERDA, C. F. DE; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fotossíntese de Plantas de Cajueiro-Anão Precoce Submetidas ao Estresse Salino. **Proceedings Interamerican Society For Tropical Horticultural**, Homestead - Flórida - USA, v. 47, p. 149-152, 2003.
- BEZERRA, J. R. C.; LUZ, M. J. da S e; SANTOS, J. W. dos ; DIAS, J. M; PEREIRA, J. R. **Efeito de doses de nitrogênio sobre o rendimento do agodoeiro, cultivar BRS 201, em condições irrigadas**. In: VI Congresso Brasileiro do Algodão, 2007, Uberlândia. VI Congresso Brasileiro do Algodão. Uberlândia - MG: ABRAPA/AMIPA/EMBRAPA ALGODÃO, 2007.
- BLUMWALD, E.; AHARON, G. S.; APSE, M. P. Sodium transport in plant cells. *Biochimica et Biophysica Acta – Biomembranes*, v. 1465, n. 1-2, p. 140-151, 2000.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VASCONCELLOS, M. A. S. A cultura do meloeiro. In: Goto, R.; Tivelli, S. W. (Ed.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. p161-193.

CALVET, A. S. F.; PINTO, C. M.; LIMA, R. E. M.; MAIA-JOCA, R. P. M.; BEZERRA, M. A. Crescimento e acumulação de solutos em feijão-caupi irrigado com águas de salinidade crescente em diferentes fases de crescimento. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 18, n.1, p. 148-159, 2013.

CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce em condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.199-206, 2002.

CARNEIRO, P.T.; CAVALCANTI, M. L. F.; BRITO, M. E. B.; GOMES, A. H. S.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Sensibilidade do cajueiro anão precoce ao estresse salino na pré-floração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, p.150-155, 2007.

CARMELLO, Q. A. C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, Q. (Ed.). **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. p. 7-27.

CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; BARROS, L. M. Jardins clonais e jardins de semente. In: BARROS, L.M. **Caju produção: aspectos técnicos**. Fortaleza: EMBRAPA CNPAT, 2002. p.95-131.

CEINFO – **Centro de Informações Tecnológicas e Comerciais para Fruticultura Tropical. Perguntas e respostas caju: perguntas e respostas, clima, solos, adubação e nutrição mineral do caju**. 2009. Disponível em: <<http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/artigo.php?op=2&i=1&si=34&ar=92>>. Acesso em: 08 mar. 2013.

CRISÓSTOMO, L. A. Cajueiro-Anão Precoce. In: Crisóstomo, L.A.; Naumov, A. **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 238p. (IIP. Boletim 18).

CRISÓSTOMO, L. A; SANTOS, F. J. de S; OLIVEIRA, V. H. de; RAIJ, B. van; BERNARDI, A. C. de C; SILVA, C. A; SOARES, I.. Cultivo do cajueiro anão precoce: Aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 2003. 8p. (**Embrapa-CNPAT. Circular Técnica, 08**).

CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**, v. 64, n. 04, p. 643-649, 2005.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_02\\_01\\_16\\_14\\_48\\_castanha\\_de\\_caju\\_dezembro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_01_16_14_48_castanha_de_caju_dezembro_2016.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2017.

DAVID, M. A. *et al.* Efeito de doses de superfosfato simples e de matéria orgânica sobre o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 03, p. 147-152, 2008.

EMBRAPA. **Sistema de Produção do Caju**. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2016. Disponível em: < <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/> > Acesso em: 16 fev. 2017.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas**. 2 ed. Editora Planta, 416p, 2006.

FAGERIA, N.K. ; GHEYI, H.R. **Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares**. In: Simpósio: “Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada”, 1997, Campina Grande, PB. **Anais...**, Campina Grande: UFPB, p. 363-383, 1997.

FERREIRA, F.S.; MORENO; N.B.C.; EVANGELISTA, J.S.B.; SILVA, A.C.A.; AMANCIO, L.C.S. 2014. A fruticultura no Ceará: Evolução e tendências na Região Metropolitana do Cariri. **Revista Conhecer** 10, 2.

FERREIRA-SILVA, S. L.; VOIGT, E. L.; VIÉGAS, R. A.; PAIVA, J. R. de ; SILVEIRA, J. A. G. Influência de porta-enxertos na resistência de mudas de cajueiro ao estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira (1977. Impressa)**, v. 44, p. 361-367, 2009.

FIGUEIREDO, R. W. Desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculos de cajueiro anão precoce CCP-76 sob influência do cálcio 2000, 149 f. **Tese** (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L. M.; BENEDETI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GRUNDON, N.J. Cashew nuts in North Queensland respond to phosphorus and sulfur fertilizers. *Better Crops International*, **Norcross**, v. 13, n.2, p. 22- 24, 1999.

GHOSH, S.N. Effect of different levels of nitrogen on growth and yield of cashew in old plantation. *The Cashew*, **Kerala**, v. 4, n. 1, p. 15-17, 1990.

GHOSH, S.N.; BOSE, T.K. Nutritional requirement of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in laterite tract of West Bengal. **Indian Cashew Journal**, Cochin, v. 18, n. 1, p. 11-17, 1986.

GHOSH, S.N. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on flowering duration, yield and shelling percentage of cashew (*Anacardium occidentale* L.) **Indian Cashew Journal**, Cochin, v. 19, n. 1, p. 19-23, 1989.

HANANMASHETTI, S. I.; HEGDE, M.; HIREMATH, I. G.; KHAN, M. M. Effect of diferente levels of fertilizers on yield of Young cashew trees. **South Indian Horticulture**, Coimbatore, v.33, n.3, p.190-192, 1985.

HASEGAWA, P.M., BRESSAN, R.A., ZHU, J.-K. and BOHNERT, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.** **51**, 463–499, 2000.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 43-61.

IBGE: **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br), 2016.>. Acesso em: 05 mar. 2016.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos-SP. Ed. Rima Arts e Textos, 2000. 531 p.

LEÃO, D. A. S. **Estresse hídrico e adubação fosfatada no desenvolvimento inicial e na qualidade da forragem da gliricídia (*Gliricídia sepium* (Jacq.) Steud. e do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.)**. 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2006.

LEFEBVRE, A. Indications preliminaires sur la fertilisation de L'anacardier. **Fruits**, Paris, v.25, n.9, p.621-629,1970.

LYNDON, R.F. (1990) Plant development: the cellular basis. In: **Topics in Plant Physiology** (Black, M. and Chapman, J., eds). London: Unwin-Hyman Ltd. , pp. 165–189.

MAHANTHESH, B; MELANTA, K.R. **Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on yield of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.)**. Cashew, Chintamani, v.8, n.4, p.14-18, 1994

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Informações Agrônomicas, n. 111, 2005.

MESQUITA, R. O.; BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Desenvolvimento e distribuição de íons em plântulas de cajueiro anão precoce cultivadas em diferentes substratos e submetidas ao estresse salino**. In: annals do workshop manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada, 2007, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2007. 1 CD-ROM.

MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole-plant responses to salinity. **Australian Journal Of Plant Physiology**. v.13, p.143-160, 1986.

MUNNS, R. Physiological Processes Limiting Plant Growth On Saline Soils: some dogmas and hypotheses. **Plant Cell Environment** v.16, p.15-24, 1993

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanism of Salinity Tolerance. **Annual Review Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p.281-298.

NIU, X., BRESSAN, R.A., HASEGAWA, P.M. and PARDO, J.M. (1995) Ion homeostasis in NaCl stress environments. **Plant Physiol.** 109, 735–742.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, F.N. S.: AQUINO, A. R. L. de; LIMA, A. A. C. **Correção da acidez e adubação mineral em solos de Cerrado cultivados com cajueiro anão precoce enxertado**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 31p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 5)

OLIVEIRA, F. N. S. **Sistema de produção para manejo do cajueiro comum e recuperação de pomares improdutivos**. Fortaleza: EMBRAPA CNPAT, 2004. 37 P. (SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 2).

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

PRADO, R. M.; VALE, D. W.; ROMUALDO, L. M. Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 03, p. 493-498, 2005.

PRISCO, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do “stress” Salino. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.3, p.85-94, 1980.

POZZA, A. A. A. *et al.* Suprimento de fósforo na produção e intensidade da cercosporiose de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 05, p. 970-976, 2002.

QADIR, M.; OSTER, J. D.; SHUBERT, S.; NOBLE, A. D.; SAHRAWAT, K. L. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. **Advances in Agronomy**, v. 96, p. 197-247, 2007.

RHODES, D. and HANSON, A.D. Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* **44**, 357–384, 1993.

RIBEIRO, J. S.; LIMA, A. B.; CUNHA, P. C.; WILLADINO, L.; CÂMARA, T. R. O estresse abiótico em regiões semiáridas: respostas metabólicas das plantas. IN: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. (Orgs.) Biodiversidade, potencial econômico e processos eco- fisiológicos em ecossistemas nordestinos, Recife: **Comunigraf.**, 2007. 361 p.

SANT'ANA, E. P. *et al.* Utilização de fósforo e características do sistema radicular e da parte aérea de plantas de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 02, p. 370-381, 2003.

SANTI, A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I – Influência na produção de massa seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n.6, p. 1075-1083, 2003.

SANTOS, M. G. *et al.* Gás exchange and yield response to foliar phosphorus application in *Phaseolus vulgaris* L. under drought. **Brazilian Journal of Physiology**, v. 16, n. 03, p. 171-179, 2004.

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. Aspectos botânicos, fenologia e manejo da cultura do cajueiro. In.: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju: prática e inovações**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. parte 2, cap. 3, p.77-165

SEVERINO, R. P. **Busca de produtos naturais como inibidores específicos de enzimas**. Tese (Doutorado em Ciências – Química Inorgânica), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

SILVA, A. A.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, v. 08, n. 02, p.152-163, 2009.

SILVA, R. P. da; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.23, n.2, p.377-381, agosto 2001.

SOARES, A. C. D. **Tolerância de porta-enxertos de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.) à salinidade do substrato**. 1998. 40f. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SOARES, E. M. R. *et al.* Emergência e desenvolvimento inicial de plântula de cupuaçu em substrato enriquecido com biofertilizante. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 1, p. 176-184, 2014.

VICHIATO, M. **Influência da fertilização do porta-enxerto tangerineira (*Citrus reshni* Hort. Ex Tan. cv. Cleópatra) em tubetes, até a repicagem.** 1996. 82 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

VIDYACHANDRA, B.; HANAMASHETTI, S. I. Response of cashew to nitrogen, phosphorus and potash application. **Indian Cashew Journal**, Cochin, v.16, n.3, p.17-18, 1995.

VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G.; LIMA JUNIOR, A. R.; QUEIROZ, J. E.; FAUSTO, M. J. M. Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic solute accumulation in young cashew plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p.216-222, 2001.

VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J. A. G. da; SILVA, L. M. de M.; VIÉGAS, P. R. A.; QUEIROZ, J. E.; ROCHA, I. M. A. Redução assimilatória de NO<sub>3</sub> - em plantas de cajueiros cultivados em meio salinizado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.189-195, 2004.

VOIGT, E. L.; ALMEIDA, T. D.; CHAGAS, R.M.; PONTE, L. F. A.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Source-sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. **Journal of Plant Physiology**, v.166, p.80-89, 2009.

YAMADA, T. Nutrição fosfatada melhora a resistência da planta às doenças. **Informações Agronômicas**, n. 97, p. 1-2, 2002.

YEAGER, T. H.; WRIGHT, R. D. Response of *Ilex crenat* Thunb. Cv. Helleri to superphosphat-incorporated pine bark. **Hortscience**, Alexandria, v.19, n.7, p. 823-826, July 1984.

### 3 EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PORTA-ENXERTOS DE CAJUEIROS SUBMETIDOS A DIFERENTES DOSES DE NPK

#### RESUMO

O desenvolvimento de novas variedades de cajueiro anão, com altos índices produtivos exige um manejo de adubação mais intenso, desde a formação das mudas, passando pelo plantio até a planta adulta. Dessa forma, objetiva-se estudar as respostas do crescimento inicial de porta-enxertos de cajueiro anão à diferentes doses de adubações. A pesquisa foi desenvolvida em ambiente protegido na Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE. Os tratamentos resultaram da combinação entre três clones de cajueiro (CCP 06, CCP 76 e EMBRAPA 51) e três recomendações de NPK (testemunha - sem adubação, 50% a menos da nutrição convencional recomendada e 100% da nutrição convencional utilizada pela cultura), que foi incorporado ao substrato antes da semeadura. Após 30 e 60 dias da semadura, foram feitas avaliações dos parâmetros de emergência das sementes, do crescimento das plântulas e do teor de nutrientes nas folhas. As diferenças nas respostas se deveram mais às características genotípicas dos clones estudados. O clone CCP76 foi o mais precoce na emergência, independente da nutrição mineral, enquanto o CCP 06 foi o clone que apresentou maior crescimento e desenvolvimento no período estudado. Por sua vez, a adubação reduziu o tempo médio de emergência e não interferiu no crescimento das plântulas. O clone Embrapa 51 foi o único que apresentou efeito positivo para o teor de nitrogênio, a medida que foi submetido a doses maiores de adubo. Contudo, observa-se que o CCP 06 foi o clone mais eficiente no uso de nitrogênio para seu crescimento inicial, pois mesmo apresentando o menor valor no acúmulo de nitrogênio nas folhas, obteve um incremento de 57% nos níveis de carboidratos; 55% a mais de peso seco das folhas e 36% maior da área foliar, se comparado com os demais clones estudados. Para os outros nutrientes, os clones não apresentaram diferença significativa.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale*. Adubação. Plântulas.

#### ABSTRACT

The development of new dwarf cashew varieties, with high productive rates, requires a more intense fertilization management, from the seedlings formation to the adult plant. Thus, the objective of this work is to study the initial growth responses of dwarf cashew rootstocks at different fertilization levels. The research was developed in a protected environment at Embrapa Tropical Agroindustry, Fortaleza-CE. Treatments resulted from the combination between three cashew clones (CCP 06, CCP 76 and EMBRAPA 51) and three fertilization levels with NPK (control - no fertilization, 50% and 100% of the conventional nutrition used by the crop), it was incorporated to the substrate before sowing. 30 and 60 days after sowing the parameters of seed emergence, seedling growth and leaf nutrient content were evaluated. Differentiated responses were due to the genotypic characteristics of clones studied. The CCP76 clone was the earliest in the emergency independent of mineral nutrition, and CCP06 clone showed the greatest growth and development in the studied period. In turn, fertilization reduced the

emergence mean time and did not interfere in the seedlings growth. The Embrapa51 clone was the only one that had a positive effect on the nitrogen content, as it was submitted to higher fertilizer levels. However, CCP 06 was the most efficient clone in the use of nitrogen for its initial growth, because even presenting the lowest value in the nitrogen accumulation in leaves, 57% more carbohydrates; 55% more dry weight of leaves and 36% greater of the leaf area, when compared with the other clones studied. Clones showed no significant difference for the other nutrients.

**Keywords:** *Anacardium occidentale*. Fertilization. Seedlings

## **Introdução**

A cajucultura no Brasil está concentrada no Nordeste e possui elevada importância socioeconômica para a região, principalmente por proporcionar postos de trabalho e renda na época mais seca do ano. A produção dos anos de 2017 e 2018 foi de 134,5 e 132,6 mil toneladas respectivamente (IBGE, 2018). Embora tenha havido um acréscimo substancial da área cultivada com cajueiro nos últimos anos na região Nordeste, a produção e a produtividade brasileira de castanha de caju ainda apresenta níveis baixos, se comparado com outros países (DE FÁTIMA VIDAL, 2017).

Diversos fatores são apontados como causa da baixa produtividade brasileira. Esta situação é reflexo principalmente da deficiente infraestrutura de produção (oferta de mudas de qualidade, baixa adoção de tecnologia de cultivo, baixa adoção de tecnologia de colheita e pós-colheita) na maioria das áreas cultivadas, das secas cíclicas nas principais regiões produtoras, da ocorrência de pragas e doenças em todos os subperíodos do desenvolvimento e da propagação sexuada utilizada para a formação dos pomares (OLIVEIRA, 2008). Além desse aspecto para a produção de mudas, a qualidade de substrato é de fundamental importância para uma boa emergência e crescimento inicial (MALAQUIAS *et. al.*, 2017).

O desenvolvimento de mecanismos e técnicas que propiciem a produção de mudas mais vigorosas resulta em melhor desempenho das plantas no campo. Diante disso, estudos sobre nutrição e adubação mineral do cajueiro feitos com incrementos na adição de fertilizantes, em distintos estádios fenológicos é de fundamental importância para um maior rendimento da cultura (LEFEBVRE, 1970; VIDYACHANDRA; HANAMASHETTI, 1985; HANAMASHETTI *et al.*, 1985).

Entretanto, a maioria dos trabalhos com nutrição mineral do cajueiro foi desenvolvida com plantas adultas (LEFEBVRE, 1979; VIDYACHANDRA;

HANAMASHETTI, 1985; HANAMASHETTI *et al.*, 1985), com poucas informações disponíveis sobre adubação no estágio de plântulas ou mudas.

Em razão do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a emergência e o crescimento inicial de genótipos de cajueiros frente a diferentes concentrações de adubação mineral, visando avaliar o desempenho das mudas.

## Material e Métodos

### Local do experimento

O experimento foi conduzido em ambiente telado, com sombrite nas laterais e plástico transparente na parte superior, propiciando uma boa ventilação e transmitância da radiação acima de 80%, localizado na Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, numa altitude de 20m acima do nível do mar, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 3° 44' S e longitude de 30° 33' W, sendo conduzido no período de 15 de setembro a 04 de novembro de 2016.

### Caracterização dos tratamentos

O substrato utilizado foi constituído por uma mistura em partes iguais de casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba e solo hidromórfico, mistura comercial utilizada na produção de mudas de cajueiro pela Embrapa Agroindústria Tropical.

O substrato foi adubado com ureia, como fonte de nitrogênio (N), superfosfato simples, como fonte de fósforo (P) e cloreto de potássio como fonte de potássio (K), de acordo com os tratamentos preconizados: testemunha (sem adubação) (A1) e dois níveis de adubações: 50% (A2) e 100% (A3) da recomendação de adubação mineral para o 1º ano do cajueiro anão (Crisóstomo *et al.*, 2001b) (Tabela 1).

Tabela 1- Recomendações de adubação mineral para Cajueiro Anão sob irrigação

Adubação	N (g planta <sup>-1</sup> )	P solo (mg dm <sup>-3</sup> )			K solo (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		
		0 a 12	13 a 30	> 30	0 a 1,5	1,6 a 3,0	>3,0
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g planta <sup>-1</sup> )			K <sub>2</sub> O (g planta <sup>-1</sup> )		
Plantio	0	200	150	100	-	-	-
Formação							

0 - 1 ano	60				60	40	20
1 - 2 anos	80	200	150	100	100	60	40
2 - 3 anos	150	250	200	120	140	100	60
3 - 4 anos	200	300	250	150	180	140	80

Fonte: Crisóstomo et al. (2001b)

As sementes foram semeadas em tubetes de 288 cm<sup>3</sup> preenchidos com o substrato citado, dispostos em bancadas dentro da casa de vegetação (Figura 1).

Foram utilizadas sementes selecionadas da safra 2015 de cajueiro anão oriundas dos jardins clonais do Campo Experimental de Pacajus da Embrapa Agroindústria Tropical. Os clones selecionados para esse estudo foram o CCP 06, CCP 76 e EMBRAPA 51.

Figura 1 – Visão geral do experimento de adubação, com os tubetes onde as sementes de cajueiro anão foram semeadas.



Fonte: Autor

Para cada genótipo (CCP 06, CCP 76, EMBRAPA 51) e para cada dose de adubação foram utilizadas quatro repetições de dez plântulas, cada, perfazendo um total de 40 plântulas por tratamento. O experimento ficou configurado como um fatorial 3 x 3, em delineamento inteiramente casualizado, com o primeiro fator correspondendo aos genótipos e o segundo as doses de adubação mineral, dispondo assim os nove tratamentos.

A irrigação foi realizada diariamente de forma manual, mantendo o substrato sempre na capacidade de campo. Durante o período do experimento foram realizadas duas coletas destrutivas: 15 e 35 dias após a emergência, que correspondeu a 30 e 60 dias após a semeadura das sementes. Na primeira coleta, foram selecionadas três plântulas de cada parcela, e na segunda, quatro plântulas.

## Variáveis analisadas

### *Emergência*

A porcentagem de emergência (PSE), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) foram mensurados em todos os tratamentos estudados. O número de sementes emergidas foi o resultado final da soma da contagem do número de plântulas emergidas diariamente até o final dos 30 dias após a semeadura (DAS) de cada repetição, para cada tratamento. Para o cálculo de porcentagem de sementes emergidas, utilizou-se a equação 1:

$$PSE\% = \frac{NSE}{NSP} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

PSG: porcentagem de sementes emergidas;

NSE: número de sementes emergidas e

NSP: número de sementes plantadas.

O IVE foi calculado pelo somatório do número de sementes emergidas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência, de acordo com a fórmula definida por Maguire (1962) (Equação 2).

$$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{Gi}{Ni} \quad (2)$$

Onde:

Gi: número de sementes emergidas a cada dia de contagem;

Ni: número de dias decorridos da semeadura e

N: n-ésimo tempo de contagem.

O tempo médio de emergência foi calculado pelo somatório do número de sementes emergidas no dia, dividido pelo número de dias após a semeadura, de acordo com a equação 3:

$$TME = \frac{\sum ni * ti}{\sum ni} \quad (3)$$

Onde:

ni: número de sementes emergidas no dia;

ti: número de dias após a semeadura.

### ***Crescimento***

Em cada coleta (30 e 60 DAS) foram analisados o número de folhas (NF), a área foliar (AF) utilizando-se um medidor de área foliar (LI-3100, Li-Cor, USA), altura da plântula (AP) com auxílio de uma régua graduada e diâmetro do caule (DC) com o auxílio de um paquímetro digital.

Posteriormente, as plântulas foram cortadas e separadas em folha, caule, raiz e cotilédones e pesadas em balança analítica para se obter a massa fresca (MF), separadamente (Figura 2). Em seguida, o material foi colocado em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, até se atingir peso constante, quando se determinou a matéria seca (MS).

Figura 2. Separação dos órgãos das plântulas de cajueiro anão para determinação das matérias fresca e seca das mesmas.



Fonte: Autor.

### ***Carboidratos solúveis totais***

Os carboidratos solúveis foram determinados nos extratos foliares. Para tanto, as folhas da última coleta (60 DAS), após secas em estufa, foram trituradas em moinho analítico e 0,5 grama desse material seco foi colocado em 25 ml de água deionizada, sob

agitação por duas horas em agitador do tipo Sheik. Posteriormente, a solução foi filtrada em papel de filtro, obtendo assim, o extrato.

A quantificação foi realizada segundo metodologia de Dubois (1956), em que 200 µl do extrato, foram adicionados a 0,2 mL de fenol a 5% e 1,0 mL de ácido sulfúrico concentrado. A mistura foi agitada vigorosamente e deixada em repouso para seu resfriamento. Em seguida, foram realizadas leituras de absorbância a 490 nm no espectrofotômetro (BioMate 3, Thermo Scientific), utilizando-se como branco uma mistura contendo 0,2 mL de água desionizada (em substituição ao extrato), 0,2 mL de fenol a 5% e 1,0 mL de ácido sulfúrico concentrado. A curva padrão foi obtida utilizando-se concentrações crescentes de D(+) glicose anidra. Os resultados de carboidratos foram expressos em  $\mu\text{mol g}^{-1}$  MS.

### ***Concentração dos teores foliares de N, P e K***

Para a determinação dos teores de P e K, inicialmente realizou-se a extração dos nutrientes minerais. Pesou-se 0,5 gramas de matéria seca, adicionando-se 8,0 mL de mistura nítrico-perclórica, na proporção 3:1 (v/v) e procedeu-se a digestão a quente em bloco de digestão, aumentando-se a temperatura gradativamente, até atingir 120 °C. Depois da eliminação de toda a fumaça escura, a temperatura foi aumentada até 200 °C, mantendo-se até que o extrato se torna um líquido totalmente incolor (EMBRAPA, 2009). Após o resfriamento dos frascos, o extrato foi transferido para balão volumétrico de 50 mL, tendo cuidado para retirar todo o material dos tubos de digestão com auxílio de água deionizada. Após ser completado o volume do balão com água, o extrato foi filtrado para frascos de vidros, lavados e secos. Com esse extrato, foram determinados os teores de P e K, por espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), modelo Agilent 5100.

O teor de nitrogênio nas folhas foi determinado conforme metodologia descrita por Baethgen e Alley (1989), na qual a determinação de N foi efetuada pelo método semi-micro-Kjeldahl, pesando-se 0,2 g de matéria seca, adicionando-se 0,7 mL de mistura digestora de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e posterior digestão a quente em bloco digestor, aumentando-se a temperatura gradativamente até atingir 350 °C. Manteve-se essa temperatura até a obtenção de um líquido incolor. Após o resfriamento do extrato, o nitrogênio presente na solução ácida resultante foi determinado pela destilação de vapor, seguida de titulação com ácido diluído.

Os teores de macronutrientes foram expressos em g kg<sup>-1</sup>MS.

### Análise dos dados

As médias de todas as variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste *F*, e, quando houve diferença significativa, foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software ASSISTAT, versão 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

### Resultados e Discussão

A Tabela 2 mostra o resumo da análise de variância para a porcentagem de emergência (PSE), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de plântulas de cajueiro anão. Todas as variáveis foram afetadas pelo efeito de clones, com a adubação influenciando apenas o TME, sem interação entre os fatores para todas as variáveis.

Os coeficientes de variação foram de 5,99; 6,37 e 1,77%, respectivamente, para PSE, IVE e TME, o que comprova a boa precisão experimental.

Tabela 2 – Resumo das análises de variância do teste *F* para a porcentagem de emergência (PSE), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) de plântulas de diversos clones de cajueiro anão com três níveis de adubações.

Quadrado médio (QM)				
Fator de variação	GL	PSE	IVE	TME
Clones	2	23,0518 **	101,7973 **	466,2082 **
Adubação	2	1,6010 ns	0,3649 ns	9,2053 **
C x A	4	1,8575 ns	2,0068 ns	0,1261 ns
CV (%)		5,99	6,37	1,77

Fonte: AUTOR.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste *F*. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste *F*.

C.V. %: Coeficiente de variação.

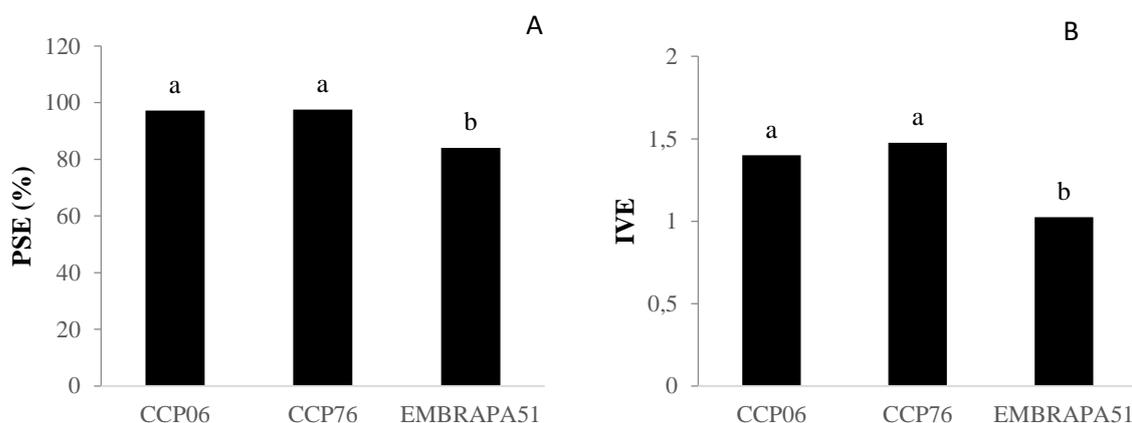
Foi observado que a emergência das plântulas se iniciou no décimo quarto dia após a semeadura (DAS), perdurando até o vigésimo segundo DAS.

Em termos de emergência, todos os clones apresentaram porcentagem média (PSE) dentro do mínimo estabelecido ( $\geq 70\%$ ) nos padrões para comercialização de sementes. Os clones CCP06 e CCP76 apresentaram maiores valores de médias para a

PSE, com médias respectivas de 97,2 e 97,5% de emergência das suas sementes, independentemente da dose aplicada de adubação. Já o EMBRAPA 51 obteve uma PSE de 84,0% (Figura 3).

O IVE seguiu o mesmo padrão da PSE, com os clones CCP06 e CCP76 apresentando os maiores valores, sem diferir estatisticamente (Figura 3).

Figura 3. Porcentagem de emergência (A) e índice de velocidade de emergência (B) de clones de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) submetidos a diferentes doses de adubação de NPK.



Fonte: autor.

As diferentes doses de adubação aplicadas antes da semeadura ao substrato não interferiram estatisticamente na porcentagem e velocidade de emergência das plântulas de cajueiro. Tal resultado provavelmente deve-se ao fato das reservas de suas sementes serem suficientes para garantir a emergência da plântula. Entretanto, a partir desta fase, o desenvolvimento inicial da planta em campo depende principalmente da fertilidade do solo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

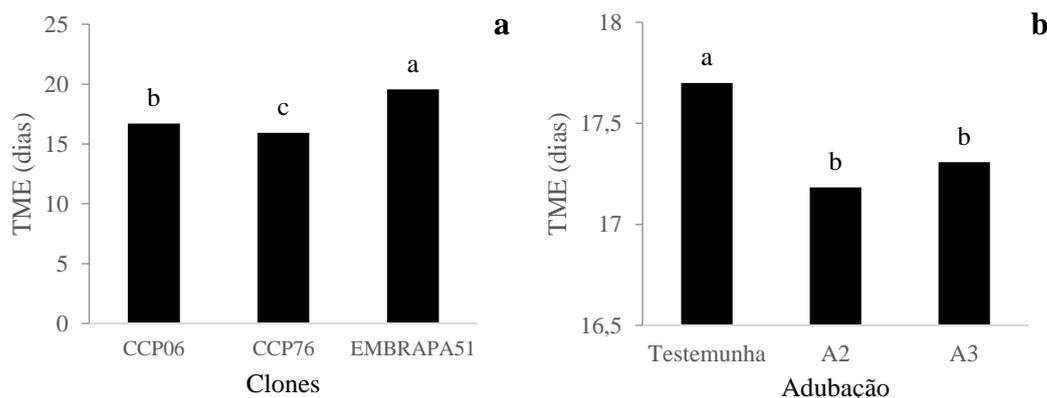
A influência benéfica do uso de adubação mineral nos parâmetros de emergências das plântulas de cajueiro tenha sido mostrada por Nunes *et al.* (2006) e Silva Júnior (2015). Contudo, em sua maioria, trabalhos têm indicado que as aplicações de produtos desta natureza não influenciam no percentual final de emergência de plântulas, de forma positiva ou negativa (MEDEIROS *et al.*, 2007).

O tempo médio de emergência (TME) teve comportamento diferente em relação às outras variáveis de germinação, apresentando diferenças significativas tanto para os clones quanto para os níveis de adubação (Tabela 2). O clone CCP76 foi o que apresentou a maior precocidade, com um menor TME (15,9 dia), seguido pelo clone

CCP06, com média de 16,7 dia. Já o clone Embrapa 51 apresentou uma emergência mais tardia, com uma média de 19,6 dia (Figura 4a).

Com relação a adubação, observa-se que os clones apresentaram um maior TME quando não foram adubados (testemunha), apresentando diferença significativa ( $p < 0,01$ ) dos demais níveis de adubações aplicadas (Figura 4b).

Figura 4 – Tempo médio de emergência (TME) dos clones de cajueiro anão (a) em diferentes níveis de adubação (b).



Fonte: AUTOR.

A diferença entre clones, possivelmente, resultou do vigor inicial da semente ou de características intrínsecas da variedade, já que as sementes de todos os clones foram submetidas às mesmas condições e tratamentos. A velocidade de germinação é um dos conceitos mais antigos de vigor de sementes (NAKAGAWA, 1999), que pode ser influenciado pelo genótipo e pelas condições favoráveis.

Considerando os fatores envolvidos, o tempo médio de estabilização da emergência das sementes de cajueiro anão, nas condições experimentais, foi de 19,6 dias, confirmando observações de Corrêa *et al.* (1995), que observou que as sementes de cajueiro anão podem alcançar a emergência até o limite dos 20 dias ou prolongar-se até o 25º dia após a sementeira. Cavalcanti Júnior *et al.* (2002), registraram que a germinação de sementes de cajueiro anão se inicia a partir do 10º dia após a sementeira e prolonga-se até o 25º dia, contudo 80% da germinação ocorre entre o 12º e o 20º dia após a sementeira. No presente trabalho, após 22 dias foi realizado a contagem final da germinação das sementes.

A maior antecipação do processo foi observada no clone CCP 76, cuja estabilização da emergência ocorreu aos 19 dias, seguido pelo clone CCP06, que ocorreu aos 20 dias, contra os 22 dias verificados no clone EMBRAPA 51. Esses tempos de

estabilização, entre os clones, podem ser tomados como limites para se selecionarem plântulas vigorosas para a formação de mudas considerando esses porta-enxertos e a melhor combinação de tratamentos.

### Crescimento e estabelecimento das plântulas

O quadro de análise de variância dos parâmetros de crescimento analisados aos 30 e aos 60 DAS indica que houve diferença significativa entre os clones para as variáveis número de folhas, altura e área foliar, sem diferença no diâmetro do caule. Com relação à adubação, não houve diferença estatística para todas os parâmetros, da mesma forma que não houve interação entre os fatores (Tabela 3).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para os parâmetros de crescimento dos clones de cajueiro submetidas a três níveis de adubações e analisadas aos 30 e 60 DAS: número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), altura da plântula (ALT) e área foliar (AF).

		Quadrado médio (QM)							
FV	GL	NF		DC (cm)		ALT (cm)		AF (cm <sup>2</sup> )	
		Dias após a semeadura (DAS)							
		30	60	30	60	30	60	30	60
Clones	2	3,934 *	4,279 *	2,479 ns	0,485 ns	61,810 **	19,07 **	24,77 **	14,01 **
Adubação	2	1,652 ns	0,607 ns	1,866 ns	0,003 ns	0,252 ns	0,734 ns	1,049 ns	0,025 ns
Interação	4	0,749 ns	2,472 ns	0,602 ns	0,571 ns	0,649 ns	1,035 ns	1,053 ns	1,347 ns
CV (%)		13,19	13,1	7,15	12,08	7,69	11,61	15,48	14,29

Fonte: AUTOR.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. C.V. %: Coeficiente de variação.

Em relação ao número de folhas, tanto aos 30 DAS quanto aos 60 DAS, o clone EMBRAPA 51 foi o que apresentou melhor desempenho (10 folhas e 15 folhas, respectivamente), em média para as três doses (Figura 5A).

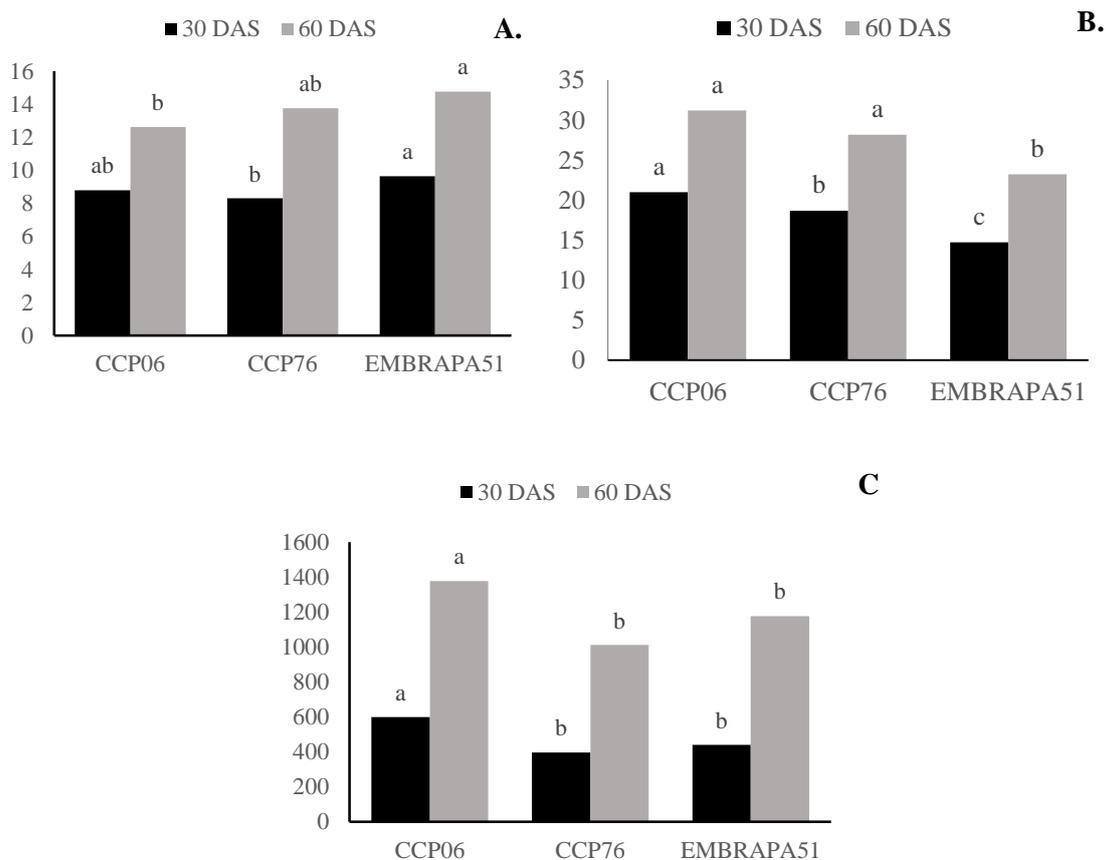
O clone CCP06 apresentou um maior crescimento, tanto aos 30 DAS quanto aos 60 DAS (21,3 e 32,7cm, respectivamente), seguido pelo clone CCP76 com crescimento de 19,2 e 26,8 aos 30 e 60 DAS. Por fim, o menor crescimento em altura foi do EMBRAPA51 (15,2 e 22,5 cm, aos 30 e 60 DAS, respectivamente) (Figura 5B).

Contrariamente ao número de folhas, a área foliar foi maior no clone CCP06 (599,38 e 1177,40 cm<sup>2</sup> aos 30 e 60 DAS, respectivamente) seguido pelos clones CCP76 e EMBRAPA51 que não diferiram entre si (Figura 5C).

Uma das formas de avaliar o crescimento das plantas é a contagem do número de folhas ao longo do tempo. O número de folhas acumuladas pelas plantas é uma excelente medida de desenvolvimento vegetal (HODGES, 1991) e está associada à evolução da área foliar da planta, a qual determina a interceptação da radiação solar usada na fotossíntese do dossel vegetativo.

Sousa (2017), trabalhando com mudas de cajueiro adubadas com adubos foliares de liberação lenta controlada observou que não houve influência no número de folhas do porta-enxerto de cajueiro ‘CCP 06’, apresentando em média, 11,63 folhas por planta. Contrariamente, Serrano *et al.* (2015b) verificaram resposta do genótipo ‘Embrapa 51’ às doses de adubo de liberação controlada (13-06-16), obtendo em média 14,26 folhas por planta. Esses resultados demonstram haver diferença de resposta à adubação entre genótipos (clones ou variedades) dentro da mesma espécie de cajueiro.

Figura 5 – Número de folhas, altura da plântula e área foliar dos clones de cajueiro anão (*Anacardium occidentale L.*) aos 30 e 60 DAS.



Fonte: AUTOR.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, para cada período avaliado, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Estatisticamente, para o parâmetro diâmetro do caule, não houve diferença significativa, tanto aos 30 quanto aos 60 dias após a semeadura, para os dois fatores estudados (Tabela 3). Isso mostra que, independente do clone adotado e da adubação ou não do substrato, até os 60 dias, os clones não diferem entre si, apresentando médias em torno de 6,0 mm.

O diâmetro do caule é um dos principais parâmetros utilizados em estudos de avaliação de porta-enxertos, pois, ajuda a definir o momento da enxertia, uma vez que plantas que apresentam maior diâmetro podem ser enxertadas mais precocemente (SERRANO *et al.*, 2013a). Lima *et al.* (2001), trabalhando com mudas de cajueiro anão 'CCP 76' com adição de doses de matéria orgânica e fertilizante mineral ao substrato não obteve diferença significativa nesse parâmetro.

Resultados contrastantes foram encontrados por Sousa (2017) e Serrano *et al.* (2013b) que constataram menor diâmetro do caule do porta-enxerto de cajueiro 'CCP 06' com o aumento das doses do adubo de liberação controlada.

Com relação à altura das plântulas, Sousa (2017) e Serrano *et al.* (2013b) também obtiveram o mesmo resultado do presente estudo, quando estudaram o clone CCP 06 submetido a doses de adubos de liberação controlada, no qual não resultou em aumento na altura do porta-enxerto de cajueiro 'CCP 06' em relação à testemunha. Ainda segundo esses autores, a utilização de adubo de liberação controlada em outros substratos comerciais resultou em menor desenvolvimento na altura das plantas.

As características genóticas de cada clone devem ser levadas em consideração nas respostas que cada um deles apresenta, principalmente quando submetido a tratamentos diferentes. Serrano *et al.* (2013) trabalhando com vários clones diferentes de cajueiro observaram que os clones apresentam respostas diferentes nos parâmetros de crescimento, mesmo quando não são submetidos a tratamento nenhum.

A tabela 4 apresenta o quadro de análise de variância dos parâmetros de massa seca de folhas (MSF), caule (MSC), raiz (MSR) e cotilédones (MSCotilédone) realizados aos 30 e 60 DAS. A MSF só foi influenciada pelos clones, tanto aos 30 quanto aos 60 DAS. Já a MSC não foi afetada pelos tratamentos empregados (clones e adubação). Por sua vez, a MSR foi afetada pelos clones nos dois períodos estudados e pela adubação aos 30 DAS. Por fim, a MSCotilédone foi afetada somente pelos clones nos dois períodos (Tabela 4).

Aos 30 DAS houve interação para a MSR enquanto aos 60 DAS a interação só foi observada na MS dos cotilédones (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para os parâmetros de crescimento dos clones de cajueiro submetidas a três níveis de adubações e analisadas aos 30 e 60 DAS: massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR) e massa seca dos cotilédones (MS Cotilédones).

		Quadrado médio (QM)							
FV	GL	MSF		MSC		MSR		MS Cotilédones	
		30 dias	60 dias	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias
Clones	2	32,55 **	18,016 **	0,980 ns	1,820 ns	10,589 **	5,944 **	118,569 **	38,715 **
Adubação	2	0,384 ns	0,015 ns	2,736 ns	0,062 ns	8,994 **	0,070 ns	1,115 ns	0,143 ns
Interação	4	0,533 ns	0,943 ns	2,230 ns	0,229 ns	3,009 *	0,801 ns	2,147 ns	3,846 *
CV (%)		12,84	17,57	7,53	13,77	18,02	19,22	14,69	23,49

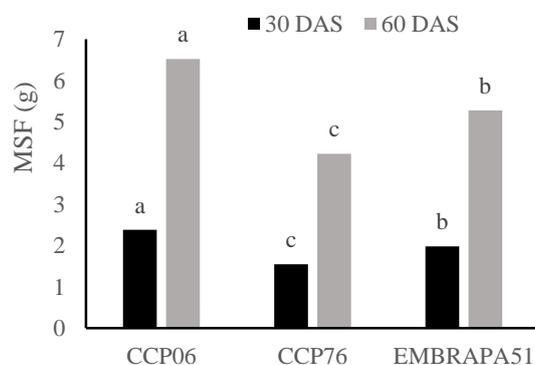
Fonte: AUTOR.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

C.V. %: Coeficiente de variação.

O clone CCP 06 apresentou maiores valores para MSF (2,4 e 6,5 g aos 30 e 60 DAS, respectivamente). Em seguida, o clone EMBRAPA51 apresentou médias de 2,0 e 5,3 g, respectivamente aos 30 e 60 DAS. Os menores valores foram obtidos pelo clone CCP76, com massa de 1,5 e 4,2g (30 e 60 DAS, respectivamente) (Figura 6).

Figura 6 – Massa seca das folhas dos clones de cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) CCP06, CCP76 e EMBRAPA51 aos 30 e aos 60 dias após a semeadura.



Fonte: AUTOR.

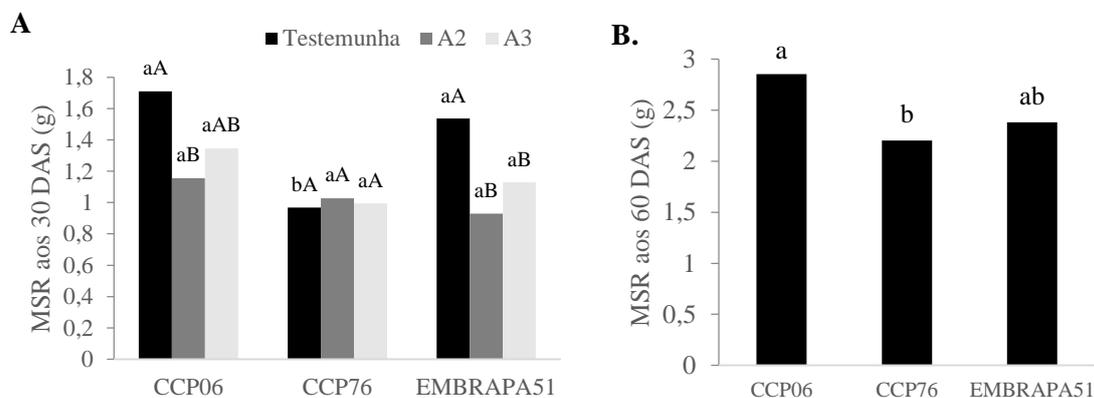
Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, para cada período avaliado, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a MSR, quando se compara os clones, verifica-se aos 30 DAS, que apenas no tratamento controle (sem adubação) houve diferença, com o CCP76 apresentando menor valor. Aos 60 DAS o CCP76 também apresentou menor MSR, sem haver diferença entre os tratamentos de adubação (Figuras 7A e 7B).

Com relação aos tratamentos de adubação, houve diferença aos 30 DAS para os clones CCP06 e EMBRAPA51, em que para ambos, nos tratamentos controles a MSR foi

superior aos dos tratamentos com adubação. Para o clone CCP76 não houve diferença entre os tratamentos de adubação (Figura 7A).

Figura 7 – Massa seca das raízes dos clones de cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) CCP06, CCP76 e EMBRAPA51 submetidos a diferentes doses de adubação, aos 30 (A) e aos 60 dias (B) após a semeadura.



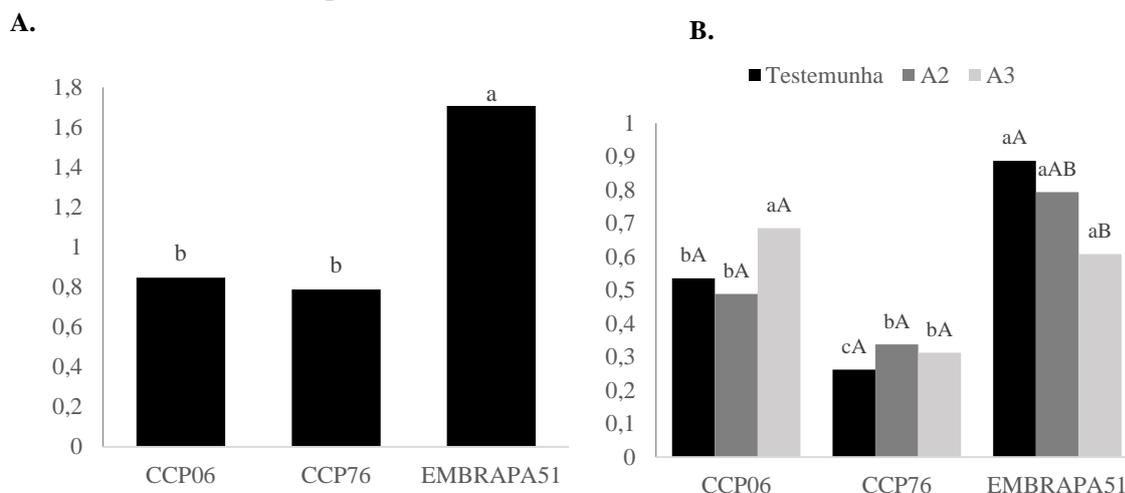
Fonte: AUTOR.

As letras minúsculas comparam os clones em cada tratamento de adubação, enquanto as letras maiúsculas comparam as adubações dentro de cada clone. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As figuras 8A e 8B mostram a resposta da MS dos cotilédones dos três clones para as doses de adubação aplicadas, após 30 e 60 DAS. Aos 30 DAS, o clone EMBRAPA51 foi o que apresentou maior peso dos cotilédones, independentemente do nível de adubação. Aos 60 DAS o clone EMBRAPA51 continuou apresentando o maior peso dos cotilédones, com exceção da dose de 100% de adubação, em que o peso dos cotilédones do clone CCP06 foi semelhante ao do EMBRAPA51 (Figura 8B). Já os clones CCP06 e CCP76 não mostraram grandes variações para os tratamentos nas duas épocas avaliadas (Figura 8B).

Com relação aos níveis de adubação, somente o clone EMBRAPA51 apresentou diferença na MSCotilédones com os maiores valores no tratamento controle, seguido do tratamento de 50% da adubação e 100% da adubação (Figura 8B).

Figura 8 – Massa seca dos cotilédones dos clones de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) CCP06, CCP76 e EMBRAPA51 submetidos a diferentes doses de adubação, aos 30 (A) e aos 60 dias (B) após a semeadura.



Fonte: AUTOR.

As letras minúsculas comparam os clones em cada tratamento de adubação, enquanto as letras maiúsculas comparam as adubações dentro de cada clone. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A determinação da massa de matéria seca (da planta e/ou de suas partes: frutos, caule, folhas e outros) é a mais apropriada para a análise de crescimento de plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Com relação ao efeito da adubação nas plântulas de cajueiro, Serrano et al. (2015) e Martins et al. (2014), trabalhando com adubo de liberação lenta para a produção de porta-enxertos do clone CCP 06, observaram os mesmos resultados do presente trabalho para MSF e MSR. Serrano et al. (2003), trabalhando com limoeiro ‘Cravo’ e avaliando o efeito de doses de um fertilizante de liberação lenta sobre o crescimento de porta-enxertos, concluíram que as mudas não responderam ao aumento das doses aplicadas para nenhuma das características avaliadas (massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular).

Bezerra e Dutra (2000), trabalhando com diferentes doses de adubação foliar para fruteiras nos clones CCP06, CCP76 e Embrapa51, aos 47 dias após a emergência das plântulas, concluíram que as produções de matéria seca da raiz foram semelhantes para os porta-enxertos em questão, e que as concentrações de adubo foliar utilizadas não influenciaram esta variável, concluindo que as diferenças observadas se deveram ao efeito do porta-enxerto.

A amêndoa do cajueiro, que é o tecido de reserva, é composta por dois cotilédones, e apresenta a função primordial de armazenar nutrientes para serem

utilizados no crescimento inicial da nova planta. Como a adubação praticamente não afetou o peso dos cotilédones, o processo de mobilização das reservas não foi influenciado, com exceção do clone EMBRAPA51. Essa resposta, possivelmente pode indicar que a planta estava consumindo suas reservas internas e não as que estavam disponíveis no substrato.

Ximenes (1995), estudando a marcha de absorção de macronutrientes em mudas de cajueiro anão precoce (clone CCP 76), verificou que os cotilédones contêm expressivas reservas de N (54,82%), P (44,90%), S (36,19%), K (17,05%) e Mg (16,37%), em relação às quantidades máximas desses elementos extraídos pela planta. Assim, verifica-se que a demanda nutricional das mudas no estágio inicial é suprida pelos cotilédones e sistema radicular, com exceção do cálcio, que segundo o mesmo autor, não é transportado pelos cotilédones.

Em adição, Martins et al. (2014) concluíram que na fase de formação do porta-enxerto de cajueiro não há a necessidade de acréscimo de fertilizante, pois a maioria dos substratos que são utilizados já vem fertilizados ou apresentam composição química que supre a necessidade nutricional do cajueiro.

### **Carboidratos solúveis totais**

Para os carboidratos solúveis totais quantificados aos 60 DAS foi possível identificar na análise de variância que houve diferença significativa apenas para os clones de cajueiro. A adubação não interferiu nos teores de carboidratos e não houve interação entre os fatores (Tabela 5).

Tabela 5 – Resumo da análise de variância para o teor de carboidratos solúveis foliares de clones de cajueiro anão aos 60 dias após a semeadura.

<b>Teste F</b>		
<b>Fator de variação</b>	<b>GL</b>	<b>Carboidratos Totais</b>
Clones	2	21,9090 **
Adubação	2	0,5336 ns
Interação	4	0,5264 ns
CV (%)		20,28

Fonte: AUTOR.

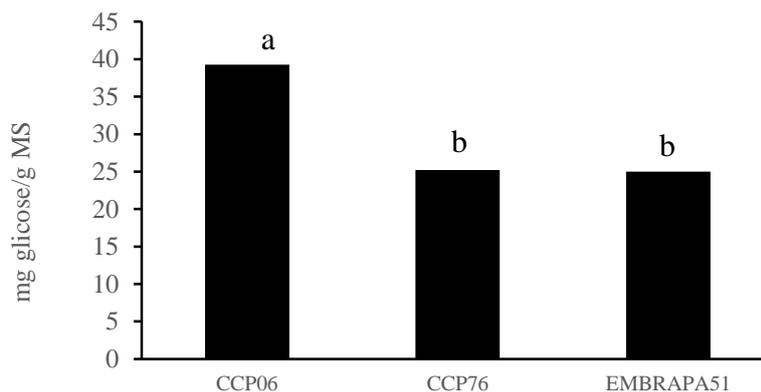
\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

C.V. %: Coeficiente de variação.

O clone CCP06 apresentou maior teor de carboidrato foliar em relação aos outros dois clones, que não diferiram entre si (Figura 9). Esse clone também apresentou

a maior MSF, o que indica que provavelmente ele tem a melhor eficiência de conversão das reservas cotiledonares, aliado a uma mais eficiente incorporação de fotoassimilados até o período estudado (60 DAS).

Figura 9 – Carboidratos solúveis totais em folhas de clones de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) aos 60 dias após a semeadura.



Fonte: AUTOR.

### Teores foliares de N, P e K

A análise de variância dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio das folhas aos 60 DAS identificou que somente para o nitrogênio houve diferenças, para ambos os fatores isolados e para a interação entre os clones e as doses de adubação aplicadas (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para os teores de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ), fósforo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e potássio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de clones de cajueiro, submetidos a três níveis de adubações e analisado aos 60 DAS.

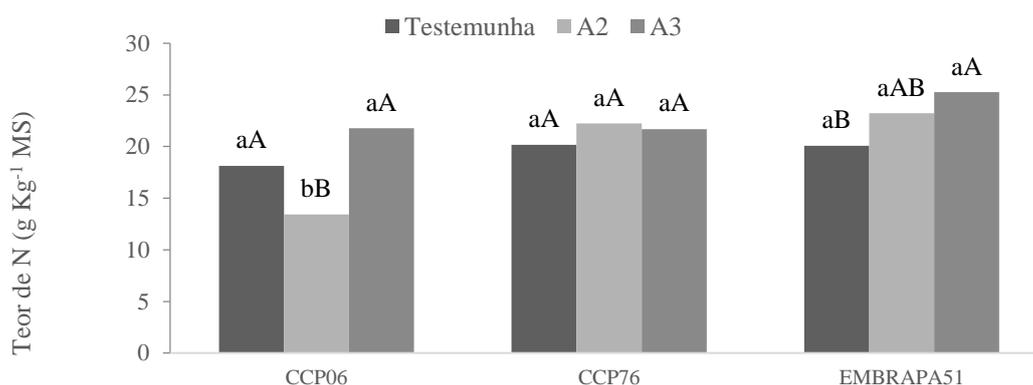
Quadro de Análise (F)				
Fator de variação	GL	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Clones	2	12,1506**	0,9467 ns	2,736 ns
Adubação	2	6,7715**	0,1757 ns	0,939 ns
Interação	4	4,2259**	0,8079 ns	1,084 ns
CV (%)		12,51	8,06	19,98

Fonte: AUTOR.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. C.V. %: Coeficiente de variação.

Comparando-se os teores de nitrogênio entre os clones, se observa que apenas no nível de 50% de adubação houve diferença entre eles, com os clones CCP76 e Embrapa51 apresentando os maiores valores (23,21 e 25,26 g kg<sup>-1</sup> de MS, respectivamente). Já o CCP06 apresentou o menor teor de nitrogênio nas folhas (20,06 g kg<sup>-1</sup> de MS) (Figura 10).

Figura 10 – Teores de nitrogênio dos clones de cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) submetidos a diferentes doses de adubação, aos 60 dias após a semeadura.



Fonte: AUTOR.

As letras minúsculas comparam os clones em cada tratamento de adubação, enquanto as letras maiúsculas comparam as adubações dentro de cada clone. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de nutrientes aqui encontrados são similares aos de Haag *et al.* (1975) e Kernot (1998), que trabalharam com cajueiro anão. Para esses dois autores, os níveis de N adequados situam-se, respectivamente entre 24,0 a 25,8 e 14,0 a 18,0 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca, para plantas com um ano. Tais diferenças podem ser atribuídas ao material genético.

A pouca diferença observada entre os níveis de adubação reforça a ideia de que nesse estágio de desenvolvimento das plântulas quase toda o crescimento é decorrente do uso das reservas cotiledonares, com pouca utilização dos nutrientes aplicados no substrato. Contudo, observa-se que o CCP06 foi o clone mais eficiente no uso de nitrogênio para seu crescimento inicial, pois mesmo apresentando o menor valor no acúmulo de nitrogênio nas folhas, obteve 57% a mais de carboidratos; 55% a mais de peso seco das folhas e 36% maior da área foliar, se comparado com os demais clones estudados.

Sabe-se que o nitrogênio é o elemento mais requerido para as culturas em todas as fases do seu desenvolvimento, e que sua disponibilidade limita a produtividade

das plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2005). Possivelmente essa resposta à adubação pelas plantas foi conseguido pelo nitrogênio mineral que estava junto com o substrato e que não foi lixiviado durante o experimento.

Para o fósforo (P) e potássio (K) o fator clone e o fator adubação não apresentaram diferença significativa. Contudo, os valores médios encontrados do teores ( $2,10 \text{ g Kg}^{-1}$ ) são similares aos de outros trabalhos que avaliaram a resposta de clones de cajueiro a diferentes doses de adubação mineral. O fósforo e o potássio desempenham diversas funções na planta, sendo de fundamental importância a absorção desses elementos. Possivelmente, as plantas que não foram adubadas tenham absorvido esses elementos do substrato nas quantidades suficiente para não causar danos, nem déficit nos seus processos bioquímicos, visto que as plantas em estudo tinham apenas 60 dias de emergidas, logo não precisaram de quantidades grandes desses elementos para o seu desenvolvimento.

Oliveira *et al.* (2009) trabalharam com cajueiro anão clone CCP76 e após 90 dias obtiveram valores de  $1,5 \text{ g kg}^{-1}$  para fósforo e  $8,0 \text{ g kg}^{-1}$  para potássio. Já para Haag *et al.* (1975) e Kernot (1998) que trabalharam com cajueiro anão, os valores adequados de fósforo e potássio nas folhas situam-se, entre  $7,2$  e  $11,0 \text{ g kg}^{-1}$  e  $11,0$  a  $20,0 \text{ g kg}^{-1}$  de matéria seca, respectivamente.

## **Conclusões**

As diferentes doses de adubação aplicadas no substrato antes da semeadura praticamente não interferiram nos parâmetros de emergência, crescimento e estado fisiológico e nutricional das plântulas de cajueiro.

O clone CCP76 foi o que apresentou a maior precocidade de emergência, seguido pelo clone CCP06 e Embrapa51, que apresentou uma emergência mais tardia.

Os três clones estudados mostraram-se aptos para serem utilizados como porta-enxerto, embora o CPP06 tenha sido o mais eficiente.

## REFERÊNCIAS

- BARRACLOUGH, P. B., HOWARTH, J. R., JONES, J., LOPEZ-BELLIDO, R., PARMAR, S., SHEPHERD, C. E. AND HAWKESFORD, M. J. (2010). **Nitrogen efficiency of wheat: genotypic and environmental variation and prospects for improvement.** *Eur. J. Agron.* 33, 1–11.
- BAETHGEN, W. E.; ALLEY, M. M. A manual colorimetric procedure for measuring ammonium nitrogen in soil and plant Kjeldahl digests. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.20, p.961-969, 1989.
- BENINCASA, M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.
- BEZERRA, F. C.; DUTRA, ADNA VIANA. **Efeito do porta-enxerto na formação de mudas de cajueiro anão precoce cultivadas em tubetes e submetidas a diferentes doses de adubo foliar.** Embrapa Agroindústria Tropical, 2000.
- BRANDELERO, E. M. **Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no município de Cruz das Almas - Ba.** 2001. 63f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2001.
- CAVALCANTI JÚNIOR, A.T.; CHAVES, J.C.M. **Produção de mudas de cajueiro.** Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2002. 43p. (**Documentos, 42**).
- CORRÊA, M.P.F.; CAVALCANTI JUNIOR, A.T.; ALMEIDA, J.L.L.; PEREIRA FILHO, J.E.; GADELHA, J.W R. Propagação vegetativa do cajueiro - macropropagação. In: Araújo, J.P.P., Silva, V.V. (Org.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção.** Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. p.95-131.
- DE FÁTIMA VIDAL, Maria. CAJUCULTURA NORDESTINA CONTINUA EM DECLÍNIO. BNB, 2017.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- HAAG, H, P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D DE.; SCOTON, L.C.; DECHEN, A.R. **Nutrição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*)**. Absorção de nutrientes – nota prévia **Anais da E S. A. “Luiz de Queiroz”**.32: 197-204, 1975.
- HANANMASHETTI, S. I.; HEGDE, M.; HIREMATH, I. G.; KHAN, M. M. Effect of diferente levels of fertilizers on yield of Young cashew trees. **South Indian Horticulture**, Coimbatore, v.33, n.3, p.190-192, 1985.
- HIREL, B., LE GOUIS, J., NEY, B. AND GALLAIS, A. **The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches.** *J. Exp. Bot.* 58, 2369–2387, 2007.
- HODGES, T.F. **Predicting crop phenology.** Boca Raton: CRC, 1991, 233p.

- IBGE: **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=72415.>. Acesso em: 23 de abril 2018.
- KERNOT, I. **Cashew: information kit. Queensland**: Department of Primary Industries. (Agrilink your growing guide of better farming, QAL 9806), 1998.
- LEFEBVRE, A. Indications preliminaires sur la fertilisation de L'anacardier. *Fruits*, Paris, v.25, n.9, p.621-629,1970.
- LIMA, R. L. S. DE, *et al.* "Growth of seedling dwarf-precocious cashew influenced by organic and mineral fertilizations." **Revista Brasileira de Fruticultura** **23.2** (2001): 391-395.
- MALAQUIAS, JARDELIO PAULO, *et al.* "Crescimento de porta-enxerto do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) em diferentes formulações de substratos." **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, 22. (2017).
- MARTINS, T. DA S., *et al.* **Substratos comerciais e adubo de liberação lenta (NPK 16-08-12) na produção de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, a pleno sol**. In: Embrapa Agroindústria Tropical-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: reunião nordestina de ciência do solo, 2., 2014, Ilhéus. **Resumos...** Ilhéus: UESC, 2014.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. *et al.* **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.
- NUNES, HELBER VERAS, *et al.* "Influência de sistemas de culturas, mucuna preta e adubação mineral sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho1." **Revista Brasileira de Sementes** **28.3** (2006): 06-12.
- OLIVEIRA, V H. DE. Cajucultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.1-3,2008.
- OLIVEIRA, A. R., de, *et al.* "Crescimento e conteúdo de nutrientes do cajueiro anão irrigado com águas salinas." **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science** **4.3** (2009).
- SERRANO, L. A. L., *et al.* "Produção de mudas de cajueiro'CCP 76'em diferentes substratos e doses de adubo de liberação lenta (NPK 16-08-12)." **Embrapa Agroindústria Tropical-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**.
- SERRANO, L. A. L., **Sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta na formação de porta-enxerto cítrico (Citrus limonia Osbeck cv. Cravo)**. Diss. Universidade Estadual do Norte Fluminense., 2003.
- SANTOS, R. M. dos. **Adubo de liberação controlada e foliar na produção de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226'**. 2017. 58 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

DA SILVA JÚNIOR, E. G., *et al.* "Influência de composto orgânico na germinação e desenvolvimento inicial de melancia." **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management** 11.1 (2015).

#### 4 FISILOGIA E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS ENXERTADAS DE CAJUEIRO ANÃO SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO E IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA

##### RESUMO

A salinidade é um dos principais problemas enfrentados pela agricultura irrigada no semiárido. Com o intuito de amenizar esse dano, diversas estratégias têm sido utilizadas, entre as quais a correta fertilidade dos solos e o melhoramento genético para a obtenção de genótipos mais resistentes. Em razão do exposto, o presente trabalho objetivou estudar os efeitos da adubação no desenvolvimento de mudas de cajueiro, irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidade. A pesquisa foi desenvolvida em ambiente protegido na Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, utilizando mudas enxertadas do clone BRS189 sobre o CCP 06. Os tratamentos resultaram da combinação de três doses de adubações com NPK (testemunha - sem adubação, 50% a menos da nutrição convencional utilizada e 100% da nutrição convencional utilizada pela cultura), que foi incorporado ao substrato antes da semeadura do CCP 06 com quatro níveis salinos (CEa de 0,8; 4,0 e 7,0 e 10,0 dS m<sup>-1</sup>) da água de irrigação das mudas. Foram realizadas avaliações das trocas gasosas, do acúmulo de fotoassimilados, do crescimento e dos teores de nutrientes nas folhas, caules e raízes das mudas, aos 90 dias após a enxertia. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando ocorreu efeito significativo, os dados de natureza qualitativa foram submetidos ao teste de Tukey, enquanto que os de natureza quantitativa foram submetidos à análise de regressão. No geral, a doses de adubação não influenciaram o crescimento das mudas, tendo uma tendência de redução de crescimento na dose de adubação máxima. O clone BRS 189 sobre o CCP 06 foi tolerante na fase de mudas à salinidade, até uma CEa aplicada por volta de 7,0 dS m<sup>-1</sup>. A adubação não interferiu na produção de fotoassimilados, que mostrou um melhor desempenho quando as mudas foram submetidas a uma salinidade de 7,0 dS m<sup>-1</sup>. A aplicação de NPK ao substrato proporcionou maiores teores de nitrogênio nas folhas, enquanto o fósforo apresentou menores teores e o potássio foliar não foi influenciado pela adubação.

**Palavras-chave:** *Anacardium occidentale*, Fotossíntese, Estresse Salino, Nutrição Mineral

##### ABSTRACT

Salinity is one of the main problems faced by irrigated agriculture in the semiarid. Several strategies have been used for the purpose of mitigating this damage, among which the correct soil nutrition and genetic improvement to obtain genotypes more resistant. Due to the above, the present work aimed to study fertilization effects on the cashew tree seedlings development, irrigated with different levels of salinity water. The research was carried out in a protected environment at Embrapa Tropical Agroindustry, Fortaleza, using grafted seedlings of clone BRS189 on CCP06. Treatments resulted from the combination of three fertilization levels with NPK (control - no fertilization, 50% and 100% of the conventional nutrition used by the crop), it was incorporated to the substrate before CCP06 sowing, with four water saline levels (ECw: 0.8, 4.0, 7.0, 10.0 dS m<sup>-1</sup>) of

seedlings. Gas exchange, photoassimilates accumulation, growth and nutrient content in leaves, stems, and roots of seedlings were evaluated at 90 days after grafting. The data were submitted to analysis of variance and when there was significant effect qualitative the data were submitted to the Tukey's test, and when there was significant effect quantitative they were submitted to regression analysis. In general, fertilization levels did not influence the seedlings growth, having a tendency of reduction of growth in the dose of maximum fertilization. showing a tendency to reduce growth at the maximum fertilization level. The BRS 189 clone grafted on the CCP 06 clone was tolerant to a ECw of approximately  $7.0 \text{ dS m}^{-1}$ . The fertilization did not interfere in the photoassimilates production, which showed a better performance when the seedlings were submitted to a salinity  $7.0 \text{ dS m}^{-1}$ . The NPK application to the substrate provided higher levels of nitrogen in leaves, while the phosphorus had lower contents and the leaf potassium was not influenced by fertilization.

**Keywords:** *Anacardium occidentale*, Photosynthesis, Stress Saline, Mineral Nutrition

## Introdução

A salinidade é um dos principais problemas enfrentados pela agricultura irrigada no semiárido, acarretando consequência no crescimento e na produção das plantas. Em geral, a salinidade inibe o crescimento das plantas em função dos efeitos osmóticos e tóxicos dos íons (Munns, 2002). No caso da germinação e estabelecimento das plântulas, esse efeito é mais pronunciado, uma vez que, nessa fase, as plântulas estão mais susceptíveis aos efeitos do sal nos processos bioquímicos e fisiológicos envolvidos (Ferreira-Silva *et al.*, 2009).

Os efeitos do sal sobre as plantas são evidenciados por sintomas de toxicidade, como clorose ou necrose foliar, decorrentes do acúmulo excessivo de  $\text{Na}^+$  ou de  $\text{Cl}^-$  nos tecidos (Wahome *et al.*, 2001; García Sánchez *et al.*, 2002). O aumento da concentração de  $\text{Na}^+$  nos tecidos foliares pode afetar processos fisiológicos e bioquímicos dependentes de  $\text{K}^+$ , como a abertura estomática, a fotossíntese, a respiração e a síntese de proteínas, em virtude da similaridade físico-química entre esses íons (Maathuis e Amtmann, 1999; Apse e Blumwald, 2007). A concentração elevada de  $\text{Cl}^-$  no meio de crescimento, por sua vez, pode interferir na absorção de  $\text{NO}_3^-$  e na osmorregulação (White e Broadley, 2001).

Com o intuito de amenizar os danos causados pelo estresse salino sobre o rendimento agrícola, diversas estratégias têm sido utilizadas. Essas estratégias incluem a

correção dos solos (Dasgan *et al.*, 2002) e o melhoramento genético para a obtenção de genótipos mais resistentes (Flowers, 2004).

O nitrogênio é o nutriente solicitado em maior quantidade pelas culturas, seguido pelo potássio. É considerado o nutriente fundamental para o desenvolvimento da planta (EPSTEIN; BLOOM, 2006) e sua disponibilidade proporciona maior crescimento e atividade do sistema radicular, com respostas positivas na absorção de outros nutrientes e na quantidade de massa seca produzida (SANTI, 2003).

Já nutrientes como  $K^+$  e cálcio ( $Ca^{2+}$ ) interagem positivamente durante o desenvolvimento de plantas de várias espécies, e um efeito benéfico desses íons ocorre sob as condições de estresse salino (Wu *et al.*, 2014; Diniz Neto *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2017). Uma nutrição potássica adequada resulta em vários benefícios às plantas, tais como: incremento no crescimento das raízes, aumento da resistência às secas e às baixas temperaturas, resistência a pragas e moléstias e incremento na nodulação das leguminosas (MEURER, 2006).

Por sua vez, o uso de P na formulação do substrato em mistura com material orgânico é uma excelente estratégia para a obtenção de mudas mais vigorosas, pois ajudam na formação do sistema radicular (CRUSCIOL *et al.*, 2005; SANT'ANA *et al.*, 2003; SILVA; DELATORRE, 2009).

Pesquisas vem sendo desenvolvidas procurando verificar o efeito do uso desses nutrientes para propiciar a produção de mudas mais vigorosas, impactando no melhor desempenho das plantas no campo, especialmente em condições estressantes. Em razão do exposto, o presente trabalho objetivou estudar os efeitos da adubação no desenvolvimento de mudas de cajueiro, irrigadas com águas de diferentes níveis de salinidade.

## **Material e Métodos**

### **Local do experimento**

O experimento foi conduzido inicialmente em ambiente telado, com sombrite nas laterais e na parte superior, propiciando uma boa ventilação e transmitância da radiação de 50%, localizado no Campo Experimental de Pacajus, da Embrapa

Agroindústria Tropical, Pacajus, Ceará, Brasil (4°11'12"S, 38°30'01"W e 79 m de altitude), nos meses de janeiro a maio de 2017.

### Caracterização dos tratamentos

O substrato utilizado constitui-se numa mistura em partes iguais de casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba e solo hidromórfico, mistura comercial utilizada na produção de mudas de cajueiro pela Embrapa Agroindústria Tropical.

O substrato foi adubado com ureia, como fonte de nitrogênio (N), superfosfato simples, como fonte de fósforo (P) e cloreto de potássio como fonte de potássio (K), de acordo com os tratamentos preconizados: testemunha (sem adubação) (A1) e dois níveis de adubações: 50% (A2) e 100% (A3) da recomendação de adubação mineral para o 1º ano do cajueiro anão (Crisóstomo *et al.*, 2001b)(Tabela 1).

A semeadura foi feita em tubetes (288 cm<sup>3</sup>), utilizando sementes obtidas no jardim clonal do genótipo, do Campo Experimental de Pacajus, durante a safra 2015. Os tubetes foram colocados em uma única estrutura metálica de sustentação (Figura 11). Durante toda a fase de produção, as mudas foram irrigadas manualmente, diariamente.

Figura 11 – Semeadura e disposição das sementes do clone CCP 06 (Experimento II).



Fonte: autor.

Aos 30 DAS após a enxertia, as mudas foram transportadas para Fortaleza, para a aplicação dos tratamentos referente ao experimento (Figura 12). Nessa etapa, as mudas ficaram em ambiente telado, com sombrite nas laterais e plástico transparente na parte superior, propiciando uma boa ventilação e transmitância da radiação acima de 80%, localizado na Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, numa altitude de 20m

acima do nível do mar, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 3° 44' S e longitude de 30° 33' W.

Figura 12 – Mudanças de cajueiro anão CCP06 enxertadas com propágulos do clone BRS 189.



Fonte: autor.

De imediato se iniciou os tratamentos salinos, que consistiram de irrigações diárias com soluções salinas nas condutividades elétricas (CEa) de 0,8; 4,0 e 7,0 e 10,0  $\text{dS m}^{-1}$ . Os tratamentos ficaram dispostos em blocos casualizados, num fatorial 3 (doses de adubações) x 4 (níveis de salinidade), com quatro repetições.

As soluções salinas foram preparadas pela mistura de cloreto de sódio adicionada a água. Essas soluções foram preparadas e acondicionadas em caixas d'água de 1000 L, e todos os dias antes de realizar a irrigação, era mensurado e ajustado a condutividade de acordo com os tratamentos estabelecidos com o auxílio de um condutivímetro portátil.

### **Variáveis analisadas**

#### ***Análises de crescimento***

O número de folhas (NF) foi mensurado pela contagem direta, área foliar (AF) foi realizada utilizando-se um medidor de área foliar (LI-3100, Li-Cor, Inc. Lincoln, NE, USA), altura da plântula (AP) foi realizado com auxílio de uma régua graduada e

diâmetro do caule (DC) com o auxílio de um paquímetro foram mensurados ao final do experimento, 60 dias após o início da aplicação das soluções salinas.

As plântulas foram, após as medições, separadas em folhas, caules e raízes para a determinação da massa seca (MS), obtida pela colocação do material em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, até atingir peso constante e posterior pesagem em balança analítica.

### ***Trocas Gasosas***

A fotossíntese líquida ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), a transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e a condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) foram mensuradas no final do experimento, em folhas plenamente desenvolvidas, com o auxílio de um analisador de gás por infravermelho (IRGA) (LCpro, ADC, Hoddesdon, UK), no horário de 9:00 as 12:00 da manhã, utilizando radiação artificial de  $1200 \mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , temperatura e  $\text{CO}_2$  ambiente.

### ***Carboidratos solúveis totais***

Para a análise de carboidratos solúveis totais foram selecionadas apenas as folhas e raízes extraídas da última coleta. A extração e determinação seguiu a mesma metodologia descrita no experimento I, no qual o material, após seco em estufa, foi triturado em moinho analítico para a preparação do extrato. O extrato foi confeccionado a partir da mistura de 0,5 grama de material seco com 25 ml de água desionizada, sob agitação por duas horas em agitador do tipo Sheik. Posteriormente, a solução foi filtrada em papel de filtro, obtendo-se assim o extrato.

Após, foi realizada a quantificação dos carboidratos solúveis totais. Para tanto, uma alíquota de 50  $\mu\text{l}$  do extrato foi adicionada à água desionizada (volume final de 0,2 mL) e a 0,2 mL de fenol a 5% e 1,0 mL de ácido sulfúrico concentrado. A mistura foi agitada vigorosamente e deixada em repouso para seu resfriamento. Em seguida, as amostras foram submetidas à quantificação dos carboidratos solúveis, por meio de leituras de absorbância em 490 nm, utilizando-se como branco uma mistura contendo 0,2 mL de água desionizada (em substituição ao extrato), 0,2 mL de fenol a 5% e 1,0 mL de ácido sulfúrico concentrado (Dubois, 1956). A curva padrão foi obtida utilizando-se concentrações crescentes de D(+) glicose anidra. Os resultados dos carboidratos foram expressos em  $\mu\text{g}$  de glicose  $\text{g}^{-1}$  MS.

### ***Teor de N, P e K***

Para a determinação dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio foram utilizadas folhas, caule e raízes da última avaliação.

Para a determinação dos teores de P e K, inicialmente realizou-se a extração dos nutrientes minerais. Pesou-se 0,5 gramas de matéria seca, adicionando-se 8,0 mL de mistura nítrico-perclórica, na proporção 3:1 (v/v) e procedeu-se a digestão a quente em bloco de digestão, aumentando-se a temperatura gradativamente, até atingir 120 °C. Depois da eliminação de toda a fumaça escura, a temperatura foi aumentada até 200 °C, mantendo-se até que o extrato se torna um líquido totalmente incolor (EMBRAPA, 2009). Após o resfriamento dos frascos, o extrato foi transferido para balão volumétrico de 50 mL, tendo cuidado para retirar todo o material dos tubos de digestão com auxílio de água deionizada. Após ser completado o volume do balão com água, o extrato foi filtrado para frascos de vidros, lavados e secos. Com esse extrato, foram determinados os teores de P e K, por espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), modelo Agilent 5100.

O teor de nitrogênio nas folhas foi determinado conforme metodologia descrita por Baethgen e Alley (1989), na qual a determinação de N foi efetuada pelo método semi-micro-Kjeldahl, pesando-se 0,2 g de matéria seca, adicionando-se 0,7 mL de mistura digestora de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e posterior digestão a quente em bloco digestor, aumentando-se a temperatura gradativamente até atingir 350 °C. Manteve-se essa temperatura até a obtenção de um líquido incolor. Após o resfriamento do extrato, o nitrogênio presente na solução ácida resultante foi determinado pela destilação de vapor, seguida de titulação com ácido diluído.

Os teores de macronutrientes foram expressos em g kg<sup>-1</sup>MS.

### **Análise dos dados**

Foi feita a análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos. Quando ocorreu efeito significativo na ANOVA, os dados de natureza qualitativa foram submetidos ao teste de Tukey, enquanto que os de natureza quantitativa foram submetidos à análise de regressão, com o objetivo de se encontrar a equação que melhor represente a relação entre as variáveis analisadas e os tratamentos aplicados. As análises estatísticas foram executadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

## Resultados e Discussão

Os parâmetros número de folhas, área foliar e diâmetro do caule das mudas de cajueiro anão CCP06 não foram influenciadas pela adubação nem tampouco pelos níveis salinos, sem interação entre os fatores. Contudo, observa-se ter ocorrido efeito significativo da adubação e da salinidade da água, isoladamente (Tabela 7).

Pela análise de regressão, se observa que o aumento da salinidade da água de irrigação inibiu linearmente o crescimento em altura da planta (Figura 13a), havendo reduções de 11,4, 12,9 e 16,9%, para o aumento progressivo dos três níveis salinos empregados, comparados com a menor dose de salinidade (0,8 dS m<sup>-1</sup>).

Tabela 7 – Resumo da análise de variância para os parâmetros de crescimento de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).

Fator de variação	GL	QM			
		Número de folhas	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	Diâmetro (mm)	Altura (cm)
Adubação	2	4,7031 ns	4939,59 ns	0,9035 ns	16,1399*
Salinidade	3	4,894 ns	3325,54 ns	0,319 ns	50,3485**
Interação	6	1,3836 ns	2095,05 ns	0,5979 ns	4,8493 ns
Blocos	3	10,9218*	906,60 ns	0,2646 ns	12,7975*
Resíduo	33	1,8764	1611,4	0,3412	3,403
CV (%)		14,66	20,48	6,66	7,3
Média geral		9,34	196,03	8,77	25,2586

Fonte: AUTOR.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

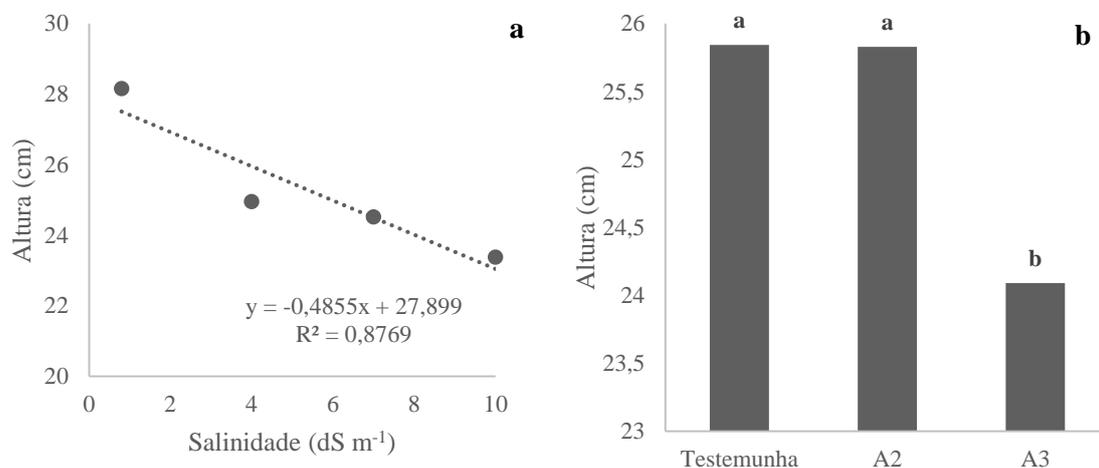
C.V. %: Coeficiente de variação.

As aplicações das diferentes doses de adubos influenciaram as médias das alturas das mudas de cajueiro. A aplicação da dose máxima de adubação (100% da dose recomendada) promoveu as menores médias de altura para as mudas de cajueiro (24,1 cm). Para as mudas que foram adubadas com 50% da dose recomendada e as mudas que não foram adubadas, essa média aumentou (25,8 cm), não apresentando diferença significativa entre elas (Figura 13b).

Independentemente do tratamento utilizado, todas as mudas apresentaram-se superiores as características mínimas aptas ao plantio no campo, apresentando cerca de 20 cm de altura e seis folhas expandidas (CAVALCANTI JÚNIOR, 2001), características

geralmente observadas entre 60 a 80 dias após a enxertia.

Figura 13 – Altura das mudas de cajueiro anão BRS 189 sobre CCP06, submetidas a diferentes níveis salinos (a) e submetidas a diferentes doses de adubação(b), analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



Fonte: AUTOR.

Carneiro et al., (2002 e 2004) e Bezerra et al. (2002) verificaram que irrigações com águas salinas, contendo cloreto de sódio, na fase inicial de desenvolvimento de clones de cajueiro anão, também proporcionaram reduções da altura de planta com o aumento da CEa acima de 0,7 dS m<sup>-1</sup>. A redução do crescimento de mudas do cajueiro anão com o aumento da salinidade da água é consonante com os resultados obtidos por Sousa et al. (2010), com uso de água salina de até 12,0 dS m<sup>-1</sup>. Esses resultados também vão ao encontro de Santos (2017), que trabalhando com aplicação de adubos de liberação controlada e foliar em mudas enxertadas de cajueiro anão BRS 226 obteve diminuição na altura.

A redução no crescimento das plantas em razão do estresse salino pode, de acordo com Lopes e Klar (2009) está relacionado ao gasto energético para síntese de compostos orgânicos osmoticamente ativos e necessários aos processos de compartimentação na regulação do transporte de íons. Isso também pode acontecer com os sais contidos na adubação, os quais poderiam provocar um aumento da condutividade elétrica, ou na absorção de outros nutrientes, aumentando o efeito da salinidade, justificando a diminuição no desenvolvimento inicial das plantas.

Ferreira-Silva et al (2009) trabalhando com mudas obtidas pela enxertia do clone BRS 226 sobre os porta-enxertos CAPI 4, CCP 09 e BRS 226, observaram que

dependendo do porta-enxerto usado, as mudas apresentaram efeitos maiores ou menores à salinidade, mostrando que essa variação é decorrente da influência que os porta-enxertos tem ou não na partição do  $\text{Na}^+$  e do  $\text{Cl}^-$ .

Respostas negativas aos sais foram observados em clones de cajueiro anão precoce por Carneiro et al. (2002) e Carneiro et al. (2004), ao registrarem diferenças significativas na área foliar das plantas irrigadas com água de condutividade elétrica superior a  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ , na fase de formação de porta-enxertos. Contudo, no presente experimento, a salinidade só foi aplicada a pós a enxertia, o que pode explicar a não observação de efeito negativo dos sais na área foliar das mudas.

A importância de se avaliar o diâmetro do caule, segundo Mesquita et al. (2004), está na propriedade desta variável poder expressar o vigor da planta, devido à importância do crescimento do câmbio vascular que é responsável pela formação de novas camadas do floema e xilema e pelo aumento do diâmetro do caule e dos ramos. Se isto for verdadeiro, as mudas de cajueiro anão BRS 189 enxertadas no clone CCP 06, mesmo sofrendo estresse salino e independente do nível de adubação aplicado, apresentarão bom vigor no campo.

As matérias secas das folhas (MSF), caules (MSC) e raízes (MSR) apresentaram efeito significativo para a aplicação da salinidade, sendo que a adubação somente não influenciou a MSR. Por outro lado, a MSF e MSR apresentarem efeito significativo na interação entre os fatores salinidade e adubação ( $p < 0,01$ ) (Tabela 8).

Tabela 8 –Resumo da análise de variância para os parâmetros de massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e da massa seca das raízes (MSR) de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).

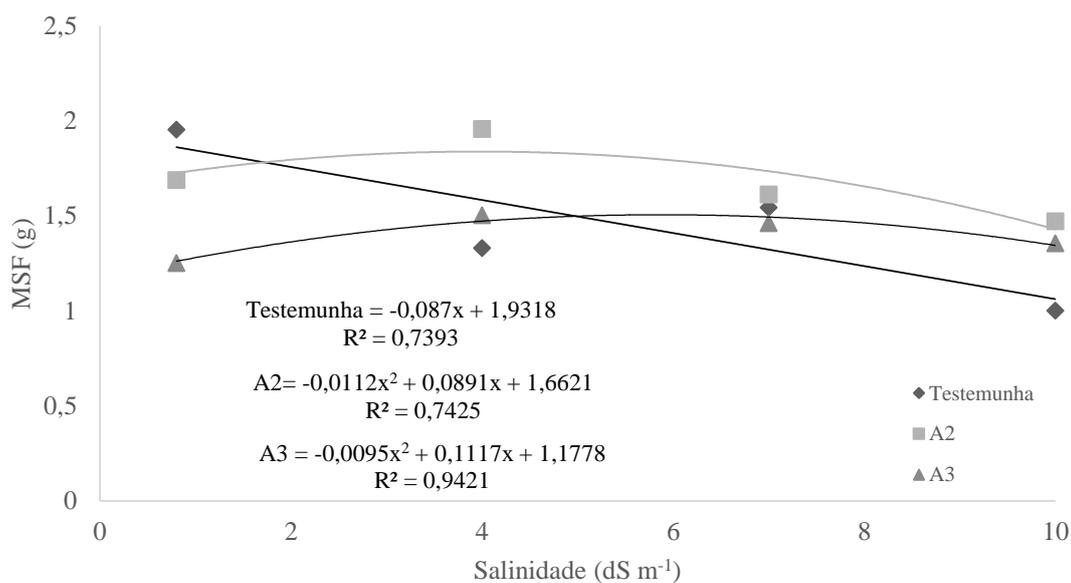
Fator de variação	GL	QM		
		MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)
Adubação	2	0,3722**	1,8389**	0,2357 ns
Salinidade	3	0,5023**	0,4372**	0,4042**
Interação (S x A)	6	0,2778**	0,1983 ns	0,3266**
Blocos	3	0,038 ns	0,1257 ns	0,0528 ns
Resíduo	33	0,0624	0,0978	0,0754
CV (%)		16,53	16,6	9,63
Média geral		1,51	1,8842	2,8517

Fonte: AUTOR.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. C.V. %: Coeficiente de variação.

A análise da massa seca das folhas das mudas de cajueiro anão revelou que a adubação e a salinidade afetaram esse parâmetro. Foi observado influência tanto na adubação, quanto nos níveis salinos e na interação, apresentando as maiores médias quando submetidas a metade da adubação recomendada (50% de NPK) (Figura 14).

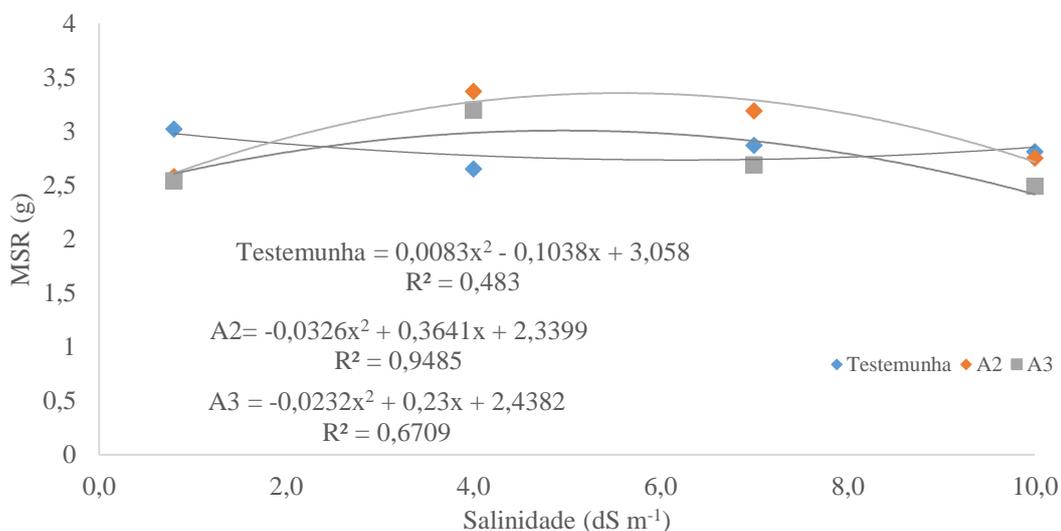
Figura 14 – Massa seca das folhas de mudas de cajueiro anão BRS 189 sobre CCP06, submetida a diferentes doses de adubação e níveis salinos, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



Fonte: AUTOR.

Para a massa seca das raízes, a interação entre os fatores mostrou que a salinidade não afetou as plantas que não foram adubadas, enquanto nos dois níveis de adubação, os níveis intermediários de salinidade promoveram o crescimento da massa seca das raízes, com declínio no nível mais elevado de salinidade (10,0 dS m<sup>-1</sup>), que apresentou valores semelhantes às plantas controle (Figura 15).

Figura 15 – Massa seca das raízes de mudas de cajueiro anão BRS 189 sobre CCP06, submetida a diferentes doses de adubação e níveis salinos, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).

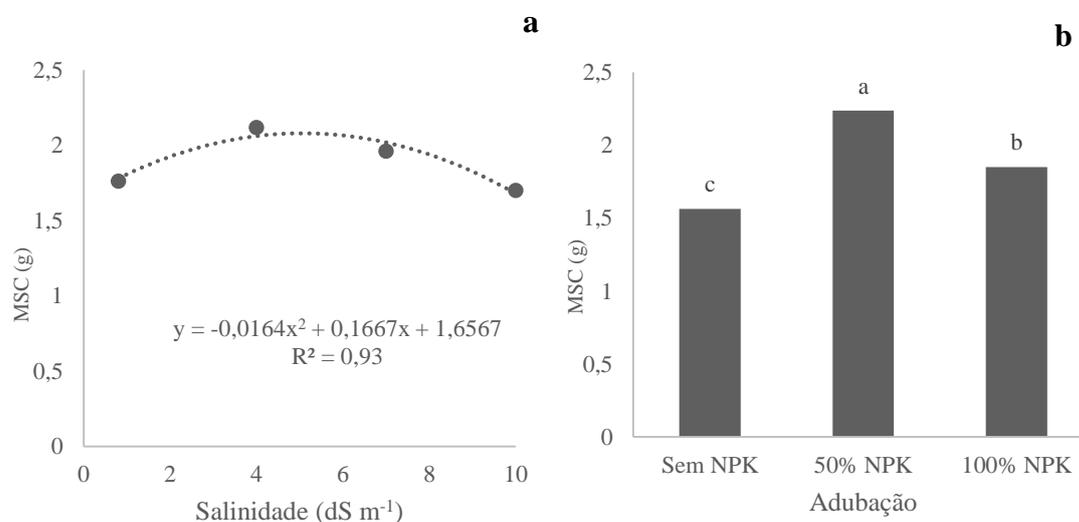


Fonte: AUTOR.

Para a matéria seca do caule (MSC), as plantas não apresentaram diferença significativa para a interação entre os fatores, assim a análise dos dois fatores é mostrada isoladamente.

Pela análise de regressão para a salinidade, verifica-se que as mudas que foram irrigadas com o nível salino de 4,0 dS m<sup>-1</sup> mostraram as maiores médias de MSC (2,11 g), assim como observado na MSF (Figura 16a). Isso demonstra que as mudas quando irrigadas com esse nível salino, tiveram um maior desenvolvimento, mostrando estarem confortáveis com essa concentração de salinidade. Quanto à adubação, as mudas apresentaram diferenças significativas entre as doses aplicadas, com as mudas que foram adubadas com 50% de NPK apresentando as maiores médias (2,23 g). Isso representou 43,0 % e 21,0 % a mais do que as mudas que não foram adubadas e as mudas que tiveram 100% da adubação, respectivamente (Figura 16b).

Figura 16 – Massa seca dos caules de mudas de cajueiro anão BRS 189 sobre CCP06, submetida a diferentes doses de adubação e diferentes níveis salinos, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



Fonte: AUTOR.

Dentre as variáveis de crescimento estudadas, a MSF foi a que se mostrou mais sensível à salinidade uma vez que foi a que apresentou maior queda. No nível de salinidade mais elevado houve uma diminuição da MSF, MSC e MSR, em porcentagem, de 22,0 %, 4,0 % e 2,0 %, respectivamente em relação ao tratamento controle, logo as folhas foram mais afetadas, independente da adubação.

Os resultados obtidos nesse experimento corroboram com Araújo (2013), que trabalhando com clones de cajueiro anão CCP06 e BRS 265 obteve uma redução nas massas secas das folhas, caules e raízes quando submetidas a doses salinas de irrigação. Nesse mesmo trabalho, Araújo (2013) observou que o CCP 06 mostrou-se mais resistente, apresentando redução no nível mais alto de salinidade (CEa de 3,0 dS m<sup>-1</sup>), enquanto o BRS 265 apresentou redução com a aplicação de CEa de 1,5 dS m<sup>-1</sup>. Sousa (2011) observou que as variáveis massa seca da folha e do caule dos clones CCP 06, BRS 189, BRS 226 e BRS 265 foram afetadas negativamente pela salinidade da água de irrigação, com redução em função do incremento da CEa.

A redução da fitomassa das plantas nos níveis mais altos de salinidade ocorreu, provavelmente, devido ao aumento da pressão osmótica das soluções provocado pelo elevado nível de sal e consequente diminuição da absorção de água pelas plantas (SHINOARA, 2004). Reduções das massas da parte aérea decorrente do aumento da

salinidade da água de irrigação e, conseqüentemente, da solução do solo, também se relacionam com um possível mecanismo de controle que a planta desenvolve em condições de estresse para diminuir a transpiração (Correia et al. 2009).

### Trocas gasosas

Em todas as variáveis analisadas do metabolismo fotossintético, observou-se diferença significativa entre os níveis salinos ( $p < 0,01$ ), pelo teste F. Contudo, para a adubação, as mudas não apresentaram diferença estatística, havendo ainda interação entre os fatores para condutância estomática e fotossíntese (Tabela 9).

A taxa de transpiração ( $E$ ) foi maior à medida que os níveis salinos foram maiores, apresentando aumentos proporcionais até a salinidade de  $7,0 \text{ dS m}^{-1}$ , mostrando ser um clone bastante tolerante a salinidade nessa fase de desenvolvimento, contudo quando as mudas foram expostas ao nível máximo de salinidade aplicado ( $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), as mudas apresentaram uma transpiração semelhante às das plantas controle (Figura 17).

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para os parâmetros de troca gasosa: transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e fotossíntese ( $A$ ) de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).

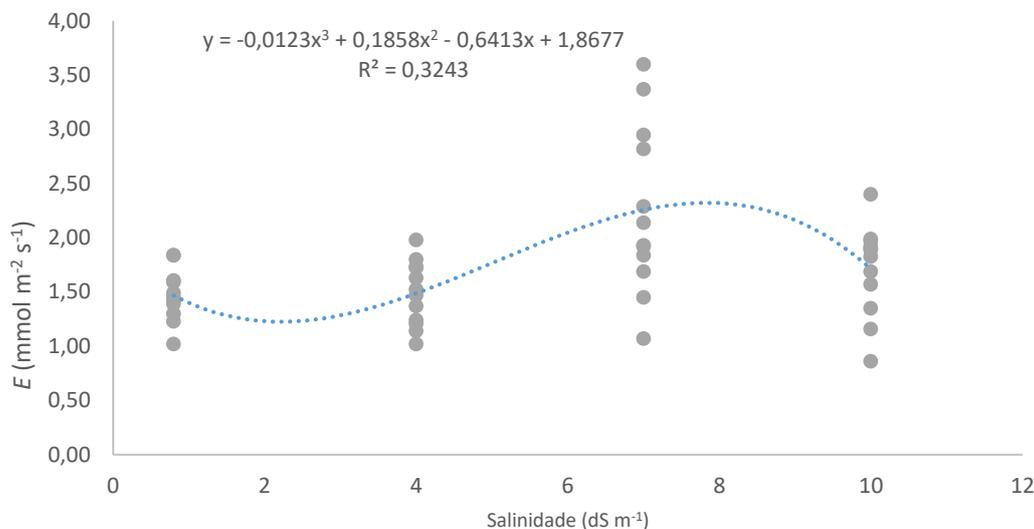
QM (Quadrado médio)				
Fator de Variação	GL	Transpiração ( $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Condutância estomática ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	Fotossíntese ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
Adubação	2	0,4376 ns	0,0029 ns	5,2595 ns
Salinidade	3	1,6205**	0,0137**	44,3118**
Interação	6	0,0989 ns	0,0060**	25,5895**
Blocos	3	0,1778 ns	0,0028 ns	8,2735 ns
Resíduo	33	0,2462	0,0010	3,1319
CV (%)		28,69	31,77	18,80
Média geral		1,73	0,09	9,41

Fonte: AUTOR.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

C.V. %: Coeficiente de variação.

Figura 17 – Transpiração de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



Fonte: AUTOR.

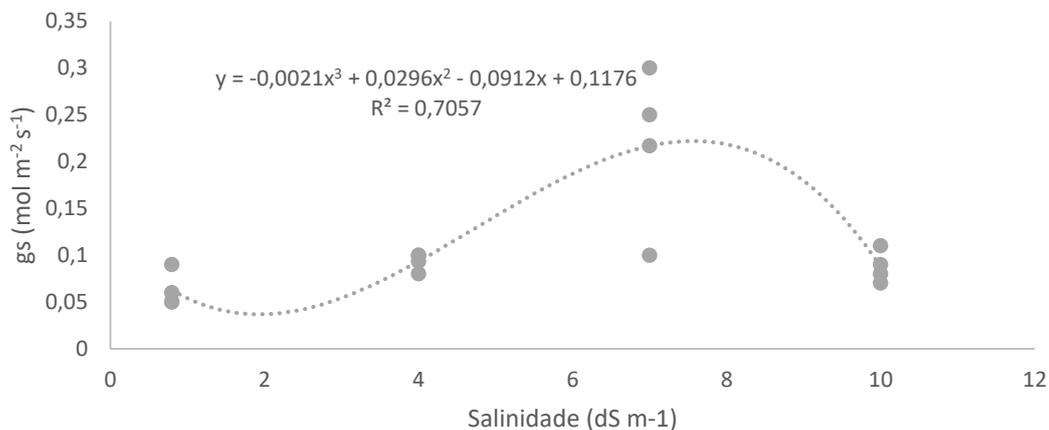
Autores como Carneiro et al. (2012), que trabalharam com clones CCP76, observaram que tais mudas já apresentaram redução na taxa transpiratória quando expostas a níveis salinos de 0,7 dS m<sup>-1</sup>. Uma alteração modificativa ocorre quando as folhas que crescem sob condições de deficiência hídrica apresentam os estômatos menores, mas uma densidade estomática maior. Essa modificação oferece condições para uma redução mais rápida da transpiração, por meio da regulação do fechamento estomático (LARCHER, 2006).

A condutância estomática apresentou o mesmo comportamento polinomial quadrático para as três doses de adubação para os níveis salinos (Figura 18), contudo as plantas que foram adubadas com 100% da dose recomendada apresentaram os maiores valores de condutância estomática. Observa-se que a medida que os níveis salinos aumentaram, os valores de condutância estomática foram crescendo, com as mudas mostrando valores maiores de  $g_s$  quando foram submetidas a irrigação com salinidade de 7,0 dS m<sup>-1</sup>, seguido de uma queda no nível mais elevado (Figura 18).

Para a condutância foi observado efeito semelhante ao da transpiração, no qual as mudas tiveram os maiores valores quando estavam submetidas a salinidade de 7,0 dS m<sup>-1</sup>. Independentemente do nível salino, as mudas apresentaram valores altos de condutância estomática. Provavelmente, isso pode ter acontecido pelo fato dessas mudas

receberem sempre água (irrigação e nebulização), não havendo falta de água durante todo o experimento.

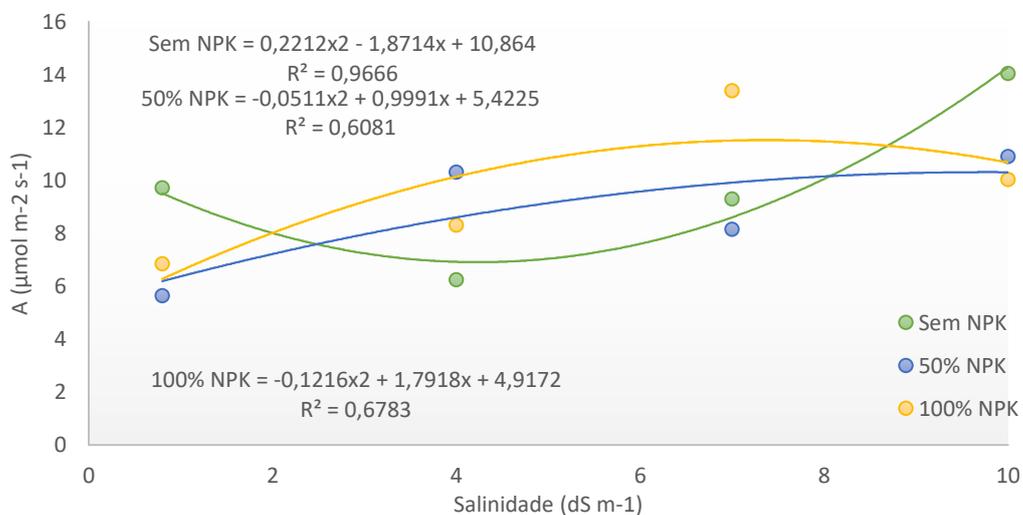
Figura 18 – Condutância estomática de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação e de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



Fonte: AUTOR.

Com relação a fotossíntese, foi observado um comportamento polinomial quadrática para todas as doses de adubações a medida que o nível salino aumentava, mostrando que quando as plantas foram submetidas ao maior nível salino (10 dS m<sup>-1</sup>) elas apresentaram a maior taxa fotossintética, em medias, para todos os tratamentos (Figura 19).

Figura 19 – Fotossíntese de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação e de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



Fonte: AUTOR.

As reduções da atividade de trocas gasosas observadas nesse trabalho, possivelmente estão relacionadas ao efeito osmótico. O efeito osmótico atua nas relações hídricas da planta, reduzindo o conteúdo celular, promovendo retrações e relaxamento da membrana celular (Taiz e Zeiger, 2013). Dessa maneira, o efeito osmótico atua sobre a atividade estomática, promovendo o fechamento dos estômatos e conseqüentemente reduções na taxa transpiratória, na concentração interna de CO<sub>2</sub> pela redução do influxo de CO<sub>2</sub> para interior da célula, comprometendo com isso, atividade fotossintética.

Sousa (2006) relatou que a salinidade pode reduzir a taxa de transpiração por estar associada ao fechamento parcial dos estômatos devido à redução da condutividade hidráulica do sistema radicular, provocada pela salinidade, causando redução no fluxo de água, através das plantas. Contudo, nesse trabalho, observou-se que a adubação proporcionou um efeito amenizador do estresse salino.

### Teores de açúcares solúveis totais

A análise de variância para açúcares solúveis totais (AST) em função da adubação apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) nas folhas e raízes, enquanto para a salinidade o efeito foi observado somente nas folhas, sem interação entre os fatores para ambos os órgãos (Tabela 10).

Tabela 10 – Resumo da análise de variância para açúcares solúveis totais de folhas de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).

Fator de variação	GL	QM	
		Folha	Raiz
Adubação	2	1652,0428*	757,1415*
Salinidade	3	1384,6962*	147,8958 ns
Interação	6	783,3378 ns	276,4291 ns
Blocos	3	4609,6934 **	195,9773 ns
Resíduo	33	402,8547	195,136
CV (%)		15,82	32,95
Média geral		126,8300	42,38

Fonte: AUTOR.

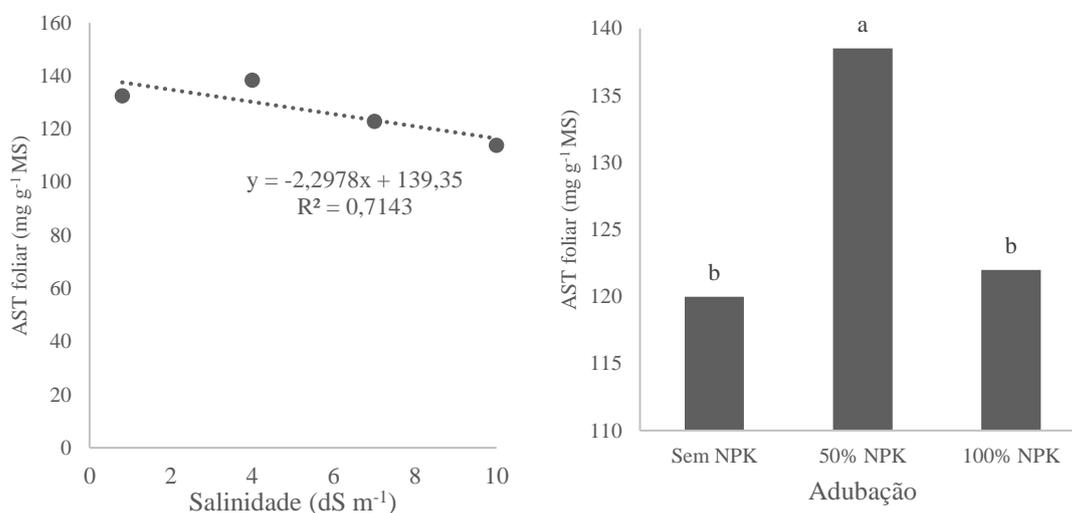
\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. C.V. %: Coeficiente de variação.

O incremento dos níveis de salinidade reduziu, linearmente, o teor dos carboidratos solúveis nas folhas, sendo que as mudas irrigadas com a menor salinidade ( $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ ) apresentaram os maiores valores ( $132,4 \text{ mg glc g}^{-1}\text{MS}$ ) (Figura 20A). Houve uma redução de 14,0 % dos carboidratos das folhas das mudas que receberam irrigação com a CE máxima ( $10 \text{ dS m}^{-1}$ ) em relação às plantas controle.

Com relação à adubação, as mudas que receberam 50% da dose recomendada apresentaram as maiores quantidades de carboidratos solúveis totais nas folhas, sem diferença entre os dois outros tratamentos (Figura 20B).

Já para as raízes, os diferentes níveis de salinidade não afetaram a concentração de AST entre as mudas, contudo, assim como para as folhas, as mudas que receberam 50% da dose recomendada de adubação apresentaram as maiores quantidades de AST (Figura 21). Proporcionalmente, as mudas apresentaram reduções de 25 e 21% nas concentrações de carboidratos nas raízes dos tratamentos testemunha (sem adubação) e 100% da adubação recomendada, respectivamente.

Figura 20 – Carboidratos solúveis totais em folhas de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação e de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



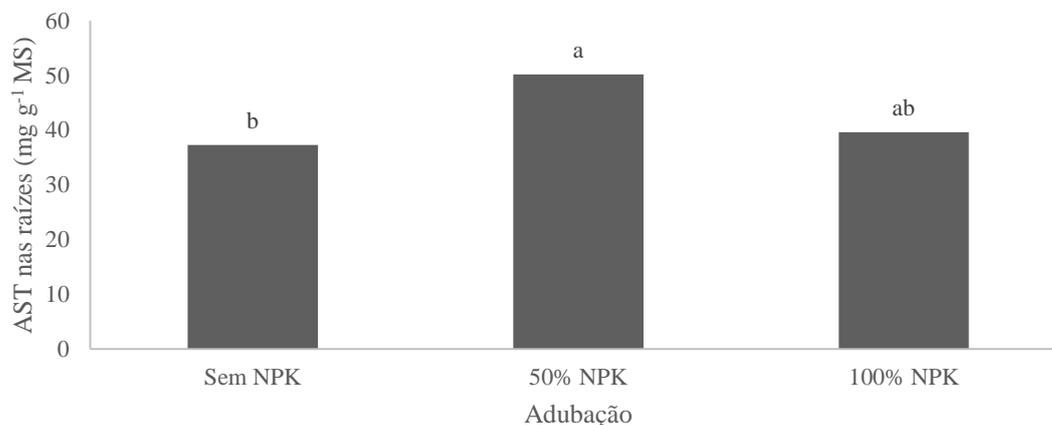
Fonte: AUTOR.

O acúmulo de compostos inorgânicos e orgânicos, tais como alguns íons e os carboidratos solúveis, é bem evidenciado em condições de estresse salino, pois são esses alguns dos solutos que mais contribuem para o potencial osmótico celular (AZEVEDO NETO et al., 2004). Com relação aos teores de carboidratos solúveis, Kerbauy (2004)

afirma que a elevação nos teores de carboidratos solúveis totais nas folhas está ligada à finalidade de se manter o nível de água da folha e induzir um ajustamento osmótico na planta, visando o equilíbrio osmótico da célula. Contudo, autores como Kerepesi e Galiba (2000) e Singh et al., (2000) observaram que o aumento do estresse salino reduz as concentrações de açúcares como a glicose, a frutose e a sacarose, em grande número de plantas.

Quando o nível de salinidade foi aumentado, houve uma diminuição da MSF e MSR, em porcentagem de 22 e 2%, respectivamente em relação ao tratamento controle, mostrando que as folhas foram mais afetadas pela salinidade, independente da adubação. De maneira geral, tem-se sugerido que essa tendência de menores decréscimos na produção de MSR, comparativamente a MSF, em condições de salinidade é explicada, em grande parte, por aumentos na exportação de carboidratos da parte aérea até as raízes (Viégas *et al.*, 2004), permitindo que o crescimento radicular seja privilegiado a despeito das condições restritivas de cultivo (Silveira *et al.*, 2003). No presente estudo, houve decréscimo nos AST nas folhas sem aumento nas raízes.

Figura 21 – Carboidratos solúveis totais em raízes de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação e de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



Fonte: AUTOR.

### Teores de nitrogênio, fósforo e potássio

A análise de variância apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para os teores de nitrogênio nas folhas apenas para os tratamentos de doses de adubação, não apresentando efeito significativo para salinidade. O teor de nitrogênio no caule não sofreu

efeitos de ambos os fatores, enquanto nas raízes, houve efeito da adubação e interação entre os fatores (Tabela 11).

Tabela 11 – Resumo da análise de variância para os teores de nitrogênio nas folhas, caules e raízes de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).

Fator de variação	GL	QM		
		N na folha	Nitrogênio no caule	Nitrogênio na raiz
		g Kg <sup>-1</sup> MS		
Adubação	2	9,5982*	0,1921 ns	4,2376*
Salinidade	3	4,3855 ns	2,8603 ns	2,1374 ns
Interação	6	3,3050 ns	3,1885 ns	7,2593**
Blocos	3	2,5968 ns	1,2136 ns	4,9028*
Resíduo	33	2,0988	1,0712	1,2100
CV (%)		8,24	17,35	13,42
Média geral		17,57	5,96	8,19

Fonte: AUTOR.

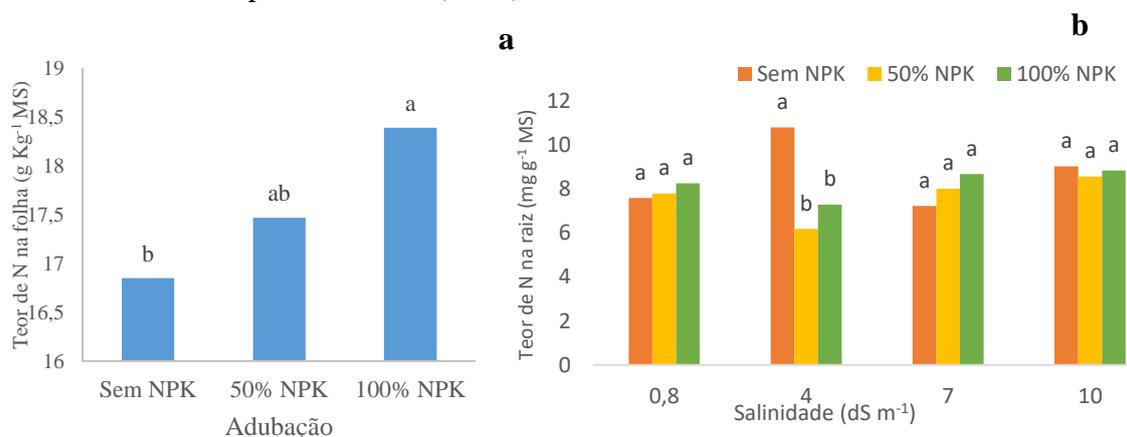
\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. C.V. %: Coeficiente de variação.

Os teores foliares de nitrogênio foram aumentando, gradativamente, à medida que as mudas foram submetidas a adubações maiores de NPK, apresentando os maiores valores nas mudas adubadas com 100% da recomendação, com aumento de 10,0 % em relação às mudas do tratamento controle (sem adubação) (Figura 22A).

Os teores de nitrogênio caulinares não sofreram influência dos níveis salinos aplicados na irrigação nem das doses de adubação.

Nas raízes, os teores de nitrogênio não foram afetados pela salinidade. Com relação ao efeito da adubação, somente no nível de salinidade de 4,0 dS m<sup>-1</sup> houve diferença entre os tratamentos aplicados, com os maiores teores de nitrogênio encontrados nas plantas que não foram adubadas (testemunha) (Figura 22B).

Figura 22 – Teores de nitrogênio em folhas (a) e raízes (b) de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação e de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



Fonte: AUTOR.

Como esperado no comportamento de mudas, os maiores teores de nitrogênio foram encontrados nas folhas, seguido pelas raízes e por último nos caules, mostrando que as folhas estavam em plena fase de crescimento e expansão, atuando como um dreno na planta. Nesse órgão, bem como nos demais, o nitrogênio tem função estrutural na planta, fazendo parte de várias moléculas. Também, auxilia na síntese de carboidratos, proteínas e outros metabólitos.

Ao contrário do observado no presente trabalho, Oliveira et al. (2009) trabalhando com mudas de cajueiro CCP 76 irrigadas com (CEa) de 0,8, 1,6, 2,4, 3,2 e 4,0 dS m<sup>-1</sup> observaram que todas as partes das mudas apresentaram efeito significativo ( $p < 0,01$ ) para a salinidade, no qual as raízes, folhas e caules tiveram maiores valores de nitrogênio com o aumento da salinidade.

A análise de variância revelou que a adubação influenciou os teores de fósforo tanto nas folhas, quanto nos caules e nas raízes. Por sua vez, a salinidade influenciou o fósforo nas folhas e raízes, sem interação entre os fatores nos três órgãos (Tabela 12).

Tabela 12 – Resumo da análise de variância para os teores de fósforo nas folhas, caules e raízes de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).

Fator de variação	GL	QM		
		Fósforo na folha	Fósforo no caule	Fósforo na raiz
		g Kg <sup>-1</sup> MS		
Adubação	2	0,5705**	5,6924**	42,9755**
Salinidade	3	0,1544*	0,0369 ns	1,7619**
Interação	6	0,0355 ns	0,1799 ns	0,6826 ns

Blocos	3	0,0305 ns	0,1491 ns	0,3146 ns
Resíduo	33	0,0400	0,1350	0,3113
CV (%)		15,63	22,25	18,83
Média geral		1,28	1,65	2,96

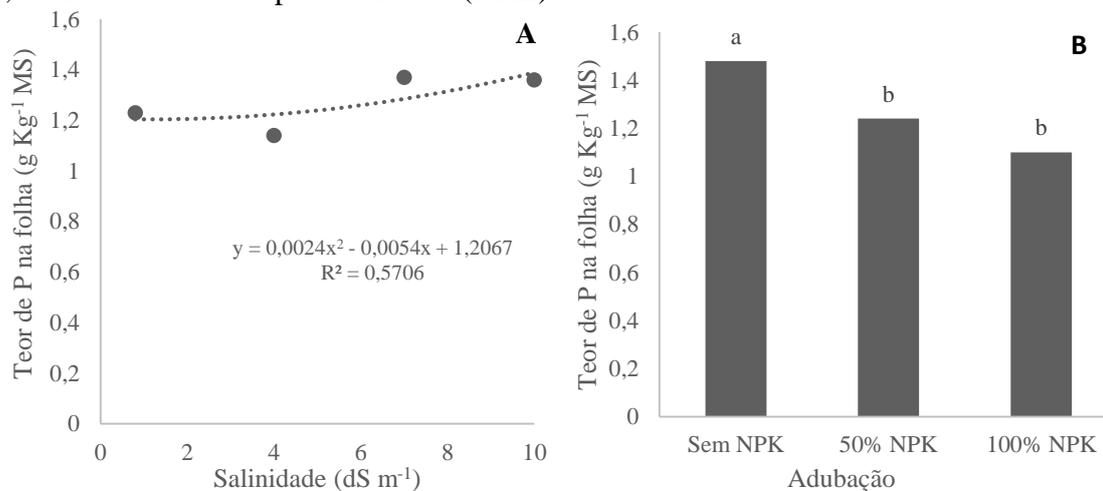
Fonte: AUTOR.

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

C.V. %: Coeficiente de variação.

Observou-se que à medida que a CEa da água de irrigação foi aumentada, as folhas das mudas foram acumulando mais fósforo, com dois patamares visíveis (0,8 e 4,0 dS m<sup>-1</sup> mais baixos e 7,0 e 10,0 dS m<sup>-1</sup> mais elevados) (Figura 23a). Contudo, com relação a adubação, as mudas apresentaram menores concentrações de fósforo nas folhas das mudas que receberam NPK no substrato (Figura 23b).

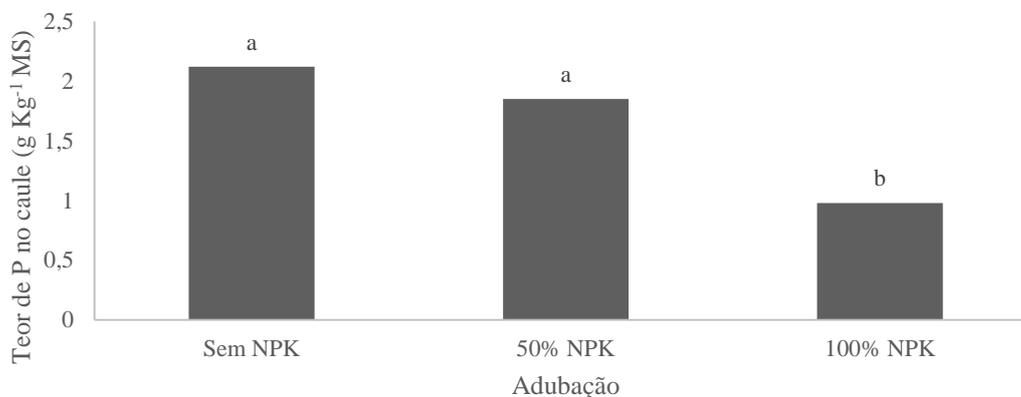
Figura 23 – Teores de fósforo em folhas mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de salinidade (a) e diferentes níveis de adubação (b), analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



Fonte: AUTOR.

Os teores de fósforo caulinares sofreram influência apenas para as doses de NPK aplicadas no substrato das mudas. As mudas apresentaram maiores concentrações de fósforo no caule quando não foram adubadas e quando adubadas com 50% da dose recomendada, contudo apresentou uma redução de 44% quando submetida a dose máxima de adubação (Figura 24).

Figura 24 – Teores de fósforo em caules de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de adubação, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



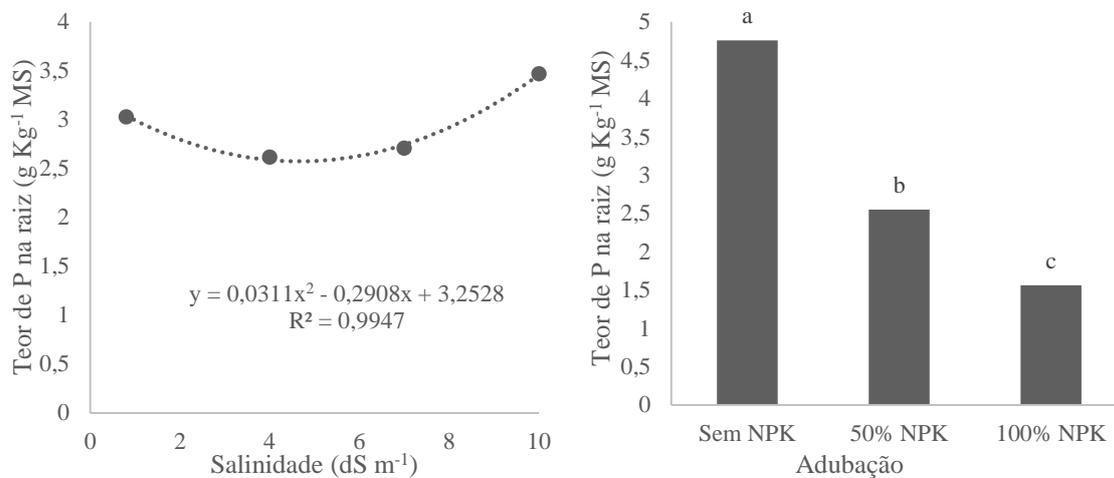
Fonte: AUTOR.

Por fim, os teores de fósforo radiculares foram influenciados pela adubação e pela salinidade, isoladamente. A medida que o nível salino da água usada na irrigação das mudas foi aumentado, os teores de fosforo nas raízes foram reduzidos nos níveis intermediários de sal, havendo elevação no nível máximo de salinidade (10,0 dS m<sup>-1</sup>) (Figura 25A). Já para o tratamento de doses de NPK, as raízes apresentaram o mesmo comportamento observado nas folhas e caules, com a adubação aplicada ao substrato influenciando negativamente o teor de fosforo (Figura 25B).

Oliveira et al. (2009), trabalhando com mudas de cajueiro CCP 76 irrigadas com (CEa) de 0,8, 1,6, 2,4, 3,2 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>, obtiveram respostas um pouco diferentes às obtidas nesse trabalho, com as raízes, folhas e caules apresentando maiores valores de fósforo com o aumento da salinidade. Sabe-se que a presença de íons em excesso pode impedir a absorção de elementos essenciais ao crescimento da planta, levando ao desbalanceamento nutricional (Tester e Davenport, 2003).

Diferentemente do observado em nitrogênio, as maiores médias de fosforo nos órgãos das mudas foram encontrados nas raízes, em seguida nos caules e depois nas folhas.

Figura 25 – Teores de fósforo nas raízes de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de salinidade (a) e diferentes níveis de adubação (b), analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).



Fonte: AUTOR.

Possivelmente, a redução da concentração de P nos órgãos analisados das mudas se deveu em razão dos efeitos de força iônica, que reduzem a atividade do fosfato na solução do solo, a elevada adsorção do fosfato e a diminuição da solubilidade desse mineral, em virtude do aumento dos níveis de Na e de Cl no solo devido a água de irrigação usada (DO CARMO *et al.*, 2011).

Para o teor de potássio, a análise de variância apresentou efeito significativo a 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) para os tratamentos de salinidade e doses de adubações no caule. Para as raízes, apenas o tratamento de doses de adubação apresentou efeito significativo a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ), enquanto as folhas não apresentaram efeito significativo para os tratamentos aplicados (Tabela 13).

Tabela 13 – Resumo da análise de variância para os teores de potássio nas folhas, caules e raízes de mudas de cajueiro anão submetidas a três níveis de adubações e quatro níveis de salinidade, analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).

Fator de variação	GL	QM		
		Potássio na folha	Potássio no caule	Potássio na raiz
g Kg <sup>-1</sup> MS				
Adubação	2	0,2870 ns	6,2357**	2,0792*
Salinidade	3	0,7100 ns	3,4211**	1,4020 ns
Interação	6	0,2973 ns	0,3256 ns	0,1920 ns
Blocos	3	0,1238 ns	0,4818 ns	0,5674 ns
Resíduo	33	1,6080	0,6015	0,5446
CV (%)		16,31	10,81	16,64
Média geral		7,77	7,17	4,43

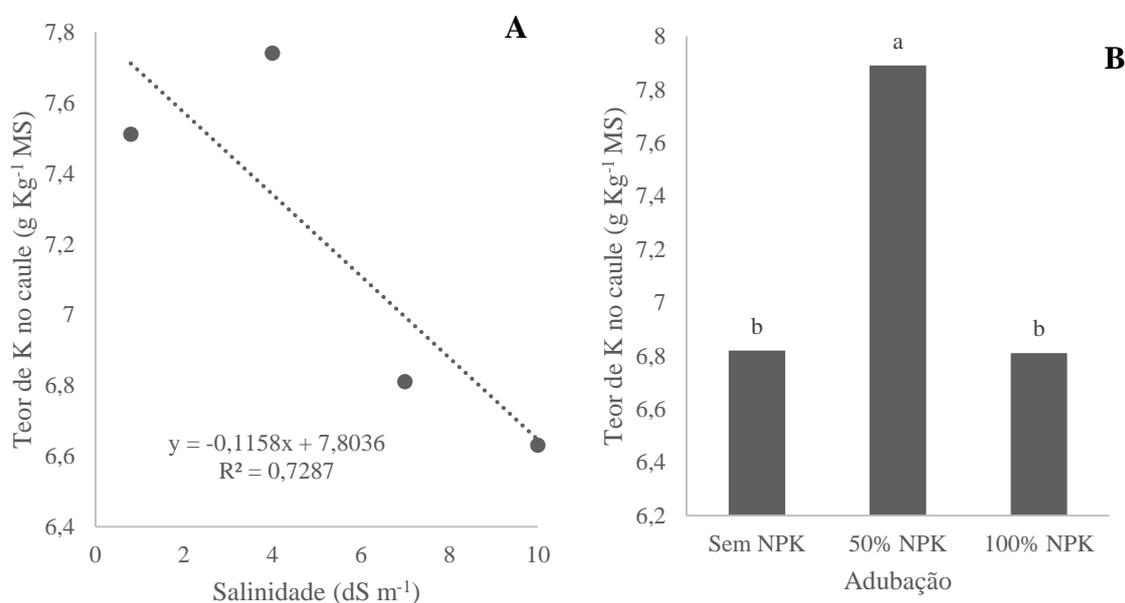
Fonte: AUTOR.

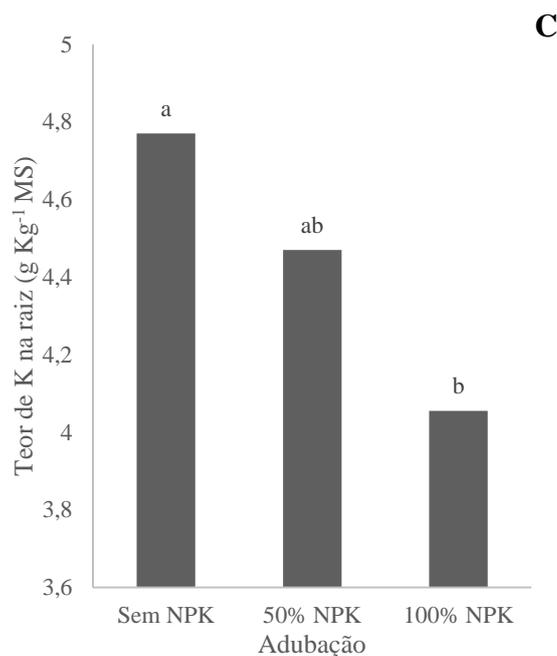
\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.  
C.V. %: Coeficiente de variação.

Observou-se que, à medida que a CEa da água de irrigação foi aumentada, os teores de potássio no caule das mudas foram diminuindo, exceto para as mudas que foram irrigadas com a CEa de 4,0 dS m<sup>-1</sup>, as quais apresentaram as maiores medias observadas (Figura 26A). Se comparamos as mudas que foram irrigadas com água de menor salinidade com os demais níveis salinos, estas últimas apresentaram uma redução de 13 e 15% na quantidade de potássio no caule, para as CEa de 7,0 e 10,0 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 26A).

Com relação à adubação, a melhor resposta para o caule foi quando as mudas foram adubadas com 50% da dose recomendada de NPK (Figura 26B), enquanto para as raízes, os maiores teores de potássio foram encontrados nas mudas que estavam sem adubação e com 50% da dose recomendada de NPK (Figura 26C).

Figura 26 – Teores de potássio nos caules de mudas de cajueiro anão, clone BRS 189 sobre CCP 06, submetidas a diferentes níveis de salinidade (a) e diferentes níveis de adubação (b) e nas raízes sob diferentes níveis de adubação (c), analisadas 90 dias após a enxertia (DAE).





Fonte: AUTOR.

A aplicação de potássio na mistura com o substrato antes da semeadura não proporcionou maiores teores desse nutriente nos órgãos das mudas, indicando assim, um desperdício de fertilizantes e um aumento desnecessário de custo para a produção de mudas de cajueiro anão. Resultados semelhantes também foram verificados por Mirisola Filho (1997), Ribeiro *et al.*, (2016) e Santos *et al.*, (2004). Esses autores concluíram que elevados teores de K no solo não resultaram em grande absorção pelas plantas.

## Conclusões

No geral, as doses de adubação não influenciaram o crescimento das mudas, tendo uma tendência de redução de crescimento na dose de adubação máxima.

O clone BRS 189 enxertado sobre o CCP 06 foi tolerante na fase de mudas à salinidade, até uma CEa aplicada por volta de 7,0 dS m<sup>-1</sup>.

A adubação não interferiu na produção de fotoassimilados, que mostrou um melhor desempenho quando as mudas foram submetidas a uma salinidade de 7,0 dS m<sup>-1</sup>.

A aplicação de NPK ao substrato proporcionou maiores teores de nitrogênio nas folhas e redução no teor de fósforo, enquanto o potássio foliar não foi influenciado pela adubação.

## REFERÊNCIAS

APSE, M.P.; BLUMWALD, E. Na<sup>+</sup> transport in plants. **FEBS Letters**, v.581, p.2247-2254, 2007.

ARAÚJO, L.F de. **Desenvolvimento e trocas gasosas de plantas de cajueiro-anão precoce sob irrigação salina em neossolo quartzarênico**. 2013. 117p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

AZEVEDO NETO, A. D.; PRISCO, J. T.; ENÉAS FILHO, J.; LACERDA, C. F. D.; SILVA, J. V.; COSTA, P. H. A. D.; GOMES FILHO, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 16, n. 1, p. 31-38, 2004.

CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce em condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n. 2, p.199- 206, 2002.

CAVALCANTI JUNIOR, A. T.; CHAVES, J. C. M. Produção de mudas de cajueiro. Embrapa Agroindústria Tropical, **Documentos**, 42, 2001.

CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**, v. 64, n. 04, p. 643-649, 2005.

DASGAN, H.Y.; AKTAS, H.; ABAK, K.; CAKMAK, I. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. **Plant Science**, v.163, p.695-703, 2002.

DINIZ NETO, M.A.; SILVA, I. DE F. DA; CAVALCANTE, L.F.; DINIZ, B.L.M.T.; SILVA, J.C.A. DA; SILVA, E.C. da. Mudas de oiticica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.10-18, 2014.

DO CARMO, GILCIMAR A., *et al.* Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, 2011, 15.5.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas**. 2 ed. Editora Planta, 416p, 2006.

FERREIRA-SILVA, S.L.; VOIGT, E.L.; VIÉGAS, R.A.; PAIVA, J.R. DE; SILVEIRA, J.A.G. Influência de porta-enxertos na resistência de mudas de cajueiro ao estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.361-367, 2009.

FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, v.55, p.307-319, 2004.

GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; JIFON, J.L.; CARVAJAL, M.; syvertsen, J.P. Gas exchange, chlorophyll and nutrient contents in relation to Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> accumulation in 'Sunburst' mandarin grafted on different Rootstocks. **Plant Science**, v.162, p.705-712, 2002.

HANANMASHETTI, S. I.; HEGDE, M.; HIREMATH, I. G.; KHAN, M. M. Effect of diferente levels of fertilizers on yield of Young cashew trees. *South Indian Horticulture*, **Coimbatore**, v.33, n.3, p.190-192, 1985.

LEFEBVRE, A. Indications preliminaires sur la fertilisation de L'anacardier. **Fruits**, Paris, v.25, n.9, p.621-629,1970.

LOPES, T. C.; KLAR, A. E. Influência de diferentes níveis de salinidade sobre aspectos morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus urograndis*. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n.1, p.68-75, jan/mar. 2009.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro - RJ, 2004. 452p.

KEREPESI, I. E GALIBA, G. 2000. Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. **Crop Science**, 40: 482-487.

MAATHUIS, F.J.M.; Amtmann, A.  $K^+$  nutrition and  $Na^+$  toxicity: the basis of cellular  $K^+ /Na^+$  ratios. **Annals of Botany**, v.84, p.123-133, 1999.

MESQUITA, R.C.M.; PARENTE, J.I.G.; MONTENEGRO, A.A.T.; MELO, F.I.O.; PINHO, J.L.N. DE; JÚNIOR CAVALCANTI, A.T. Influência de regimes hídricos na fenologia do crescimento de clones e progênies de cajueiro precoce e comum nos primeiro vinte meses. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.1, p.96-103, 2004.

MEURER, E. J. Potássio. In: Fernandes, M. S. (ed.) Nutrição mineral de plantas. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006, p.281-298.

MIRISOLA FILHO L. A., **Avaliação do estado nutricional do coqueiro anão (Cocos nucifera L.) na região Norte Fluminense. Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 57p, 1997.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environmental**, Oxford, v.25, n.2, p.239- 250, mar. 2002.

OLIVEIRA, V.H. de. Nutrição mineral do cajueiro. Fortaleza: EmbrapaCNPAT. 1995. 35p. (Embrapa-CNPAT. **Documentos**, 14).

OLIVEIRA, A. R. de, *et al.* "Crescimento e conteúdo de nutrientes do cajueiro anão irrigado com águas salinas." *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science* 4.3 (2009).

RIBEIRO, G.; MONNERAT, P. H; CAMPANHARO, M .; RABELLO, W. S., Adubação potássica aplicada na axila foliar e no solo em coqueiro anão verde. **Revista Ceres**, v.63, p.68-75, 2016.

SANTOS A. L., MONNERAT P. H E CARVALHO A. J.C., Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro anão verde na região Norte Fluminense., **Revista Brasileira de Fruticultura** 26:330-334, 2004.

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. **Fósforo: essencial para a vida**. In: Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Potafos/Anda, 2004.

- SANT'ANA, E. P. *et al.* Utilização de fósforo e características do sistema radicular e da parte aérea de plantas de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 02, p. 370-381, 2003.
- SANTI, A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I – Influência na produção de massa seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n.6, p. 1075-1083, 2003.
- SANTOS, R.M dos. **Adubo de liberação controlada e foliar na produção de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226'**. 2017. 58p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências dos Solos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- SILVA, A. A.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, v. 08, n. 02, p.152-163, 2009.
- SILVA, F.A. DA; FERREIRA, A.A.; LIMA, D.C.; MEDEIROS, A.C. DE; MARACAJÁ, P.B.; MEDEIROS, A.P. de. Estresse salino e adubação mineral na composição nutricional da cultura do milho. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.11, p.76-83, 2017.
- SINGH, S.C.; SINHAA, R.P. E HADER, D.P., Role of lipids and fatty acids in stress tolerance in cyanobacteria.. **Acta Protozoologica**, 41: 297-308, 2002.
- SOUSA, A. B. O. de. **Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cajueiro-anão precoce sob irrigação salina**. 2011. 60 p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- SOUZA FILHO, H. M. DE.; GUANZIROLI, C. E.; FIGUEIREDO, A. M.; VALENTE JÚNIOR, A. S. Barreiras às novas formas de coordenação no agrossistema do caju na região Nordeste, Brasil. **Gestão de Produção**, v. 17, p. 229-244, 2010.
- TESTER, M.; Davenport, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.
- VIDYACHANDRA, B.; HANAMASHETTI, S. I. Response of cashew to nitrogen, phosphorus and potash application. **Indian Cashew Journal, Cochin**, v.16, n.3, p.17-18, 1995.
- WAHOME, P.K.; JESCH, H.H.; GRITNER, I. Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: *Rosa chinensis* Major and *R. rubiginosa*. **Scientia Horticulturae**, v.87, p.207-216, 2001.
- WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. **Annals of Botany**, v.88, p.967-988, 2001.
- WU, H; SHABALA, L; ZHOU, M; SHABALA, S. Durum e trigo de pão diferem em sua capacidade de reter potássio no mesófilo foliar: implicações para a tolerância ao estresse salino. **Fisiologia Vegetal e Celular**, v.55, p.1749-1762, 2014. DOI: 10.1093 / pcp / pcu105.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adição de nutrientes minerais na forma de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, ao substrato de produção de mudas não beneficiou o desenvolvimento do porta enxerto, possivelmente pelo fato das reservas cotiledonares, aliadas aos nutrientes já contidos no substrato, serem suficientes para o bom desenvolvimento das plântulas de cajueiro até o estágio de desenvolvimento avaliado, que é o padronizado para a utilização das plântulas como porta enxerto na produção de mudas propagadas assexuadamente.

A adição de nutrientes minerais na forma ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, ao substrato de produção de mudas também não beneficiou o desenvolvimento das mudas enxertadas até o estágio de desenvolvimento em que as mesmas estão aptas a serem levadas ao plantio definitivo no campo. Ademais, essa adubação no substrato inicial também não foi eficiente em minorar os efeitos do estresse salino durante a fase de pós enxertia das mudas até o momento de serem levadas ao campo.

Essa falta de respostas da adubação na produção de mudas de cajueiro não pode estar relacionada ao fato de no primeiro momento as plântulas não necessitarem de adubação adicional ao substrato de germinação e após a enxertia, quando já haviam se passado 70 dias da aplicação da adubação, os nutrientes aplicados não estivessem mais disponíveis na quantidade necessária, em função de lixiviações provocadas pelas regas diárias das mudas. Uma alternativa para a resolução dessa possível limitação seria a utilização de adubos de liberação lenta, que garantisse a entrega dos nutrientes quando as plântulas estiverem necessitando.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. I. L. DE; ARAÚJO, F. E. DE; LOPES, J. G. V. **Evolução do cajueiro anão precoce na estação experimental de Pacajus**. Ceará, *Fortaleza - EPACE*, 1993b. 17p.
- ALVES, F. A. L.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V.L.A. Efeito do  $\text{Ca}^{2+}$  externo no conteúdo de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  em cajueiros expostos a salinidade. *Agrária* (Recife. Online), v. 6, p. 602-608, 2011.
- APSE, M.P.; BLUMWALD, E.  $\text{Na}^+$  transport in plants. *FEBS Letters*, v.581, p.2247-2254, 2007.
- ARAÚJO, L.F de. **Desenvolvimento e trocas gasosas de plantas de cajueiro-anão precoce sob irrigação salina em neossolo quartzarênico**. 2013. 117p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 1985.
- AZEVEDO NETO, A. D.; PRISCO, J. T.; ENÉAS FILHO, J.; LACERDA, C. F. D.; SILVA, J. V.; COSTA, P. H. A. D.; GOMES FILHO, E. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 16, n. 1, p. 31-38, 2004.
- BAETHGEN, W. E.; ALLEY, M. M. A manual colorimetric procedure for measuring ammonium nitrogen in soil and plant Kjeldahl digests. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.20, p.961-969, 1989.
- BARRACLOUGH, P. B., HOWARTH, J. R., JONES, J., LOPEZ-BELLIDO, R., PARMAR, S., SHEPHERD, C. E. AND HAWKESFORD, M. J. (2010). **Nitrogen efficiency of wheat: genotypic and environmental variation and prospects for improvement**. *Eur. J. Agron.* 33, 1–11.
- BARROS, L DE M.; PIMENTEL, C.R.M.; CORREA, M.P.F; MESQUITA, A.L.M. Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro-anão precoce. *Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica (INFOTECA-E)*, 1993.
- BARROS, L. de M.; ARAÚJO, J. I. L.; TEIXEIRA, L. M. S. A cultura do cajueiro anão. Fortaleza: EPACE, 1984. (**EPACE. Documentos, 3**).
- BARRS, H. D. Determination of water deficits in plant tissues. *Water deficit and plant growth*, 1968, 235-368.
- BENINCASA, M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.
- BEZERRA, F. C.; DUTRA, ADNA VIANA. **Efeito do porta-enxerto na formação de mudas de cajueiro anão precoce cultivadas em tubetes e submetidas a diferentes doses de adubo foliar**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2000.

BEZERRA, I. L. Produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce, usando águas de diferentes salinidades. 2001. 85f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

BEZERRA, J. R. C.; LUZ, M. J. da S e; SANTOS, J. W. dos ; DIAS, J. M; PEREIRA, J. R. **Efeito de doses de nitrogênio sobre o rendimento do agodoeiro, cultivar BRS 201, em condições irrigadas**. In: VI Congresso Brasileiro do Algodão, 2007, Uberlândia. VI Congresso Brasileiro do Algodão. Uberlândia - MG: ABRAPA/AMIPA/EMBRAPA ALGODÃO, 2007.

BEZERRA, M. A.; OLIVEIRA, R. A. DE; LACERDA, C. F. DE; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fotossíntese de Plantas de Cajueiro-Anão Precoce Submetidas ao Estresse Salino. **Proceedings Interamerican Society For Tropical Horticultural**, Homestead - Flórida - USA, v. 47, p. 149-152, 2003.

BLUMWALD, E.; AHARON, G. S.; APSE, M. P. Sodium transport in plant cells. *Biochimica et Biophysica Acta – Biomembranes*, v. 1465, n. 1-2, p. 140-151, 2000.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VASCONCELLOS, M. A. S. A cultura do meloeiro. In: Goto, R.; Tivelli, S. W. (Ed.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. p161-193.

BRANDELERO, E. M. **Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no município de Cruz das Almas - Ba**. 2001. 63f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2001.

CALVET, A. S. F.; PINTO, C. M.; LIMA, R. E. M.; MAIA-JOCA, R. P. M.; BEZERRA, M. A. Crescimento e acumulação de solutos em feijão-caupi irrigado com águas de salinidade crescente em diferentes fases de crescimento. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 18, n.1, p. 148-159, 2013.

CARMELLO, Q. A. C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, Q. (Ed.). **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. p. 7-27.

CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro anão-precoce em condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n. 2, p.199- 206, 2002.

CARNEIRO, P.T.; CAVALCANTI, M. L. F.; BRITO, M. E. B.; GOMES, A. H. S.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Sensibilidade do cajueiro anão precoce ao estresse salino na pré-floração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, p.150-155, 2007.

CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; BARROS, L. M. Jardins clonais e jardins de semente. In: BARROS, L.M. **Caju produção: aspectos técnicos**. Fortaleza: EMBRAPA CNPAT, 2002. p.95-131.

CAVALCANTI JÚNIOR, A.T.; CHAVES, J.C.M. **Produção de mudas de cajueiro**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 2002. 43p. (**Documentos, 42**).

CEINFO – **Centro de Informações Tecnológicas e Comerciais para Fruticultura Tropical. Perguntas e respostas caju: perguntas e respostas, clima, solos, adubação e nutrição mineral do caju**. 2009. Disponível em: <<http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/artigo.php?op=2&i=1&si=34&ar=92>>. Acesso em: 08 mar. 2013.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_02\\_01\\_16\\_14\\_48\\_castanha\\_de\\_caju\\_dezembro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_01_16_14_48_castanha_de_caju_dezembro_2016.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2017.

CORRÊA, M.P.F.; CAVALCANTI JUNIOR, A.T.; ALMEIDA, J.I.L.; PEREIRA FILHO, J.E.; GADELHA, J.W R. Propagação vegetativa do cajueiro - macropropagação. In: Araújo, J.P.P., Silva, V.V. (Org.). **Cajucultura: modernas técnicas de produção**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. p.95-131.

CRISÓSTOMO, L. A. Cajueiro-Anão Precoce. In: Crisóstomo, L.A.; Naumov, A. **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 238p. (IIP. Boletim 18).

CRISÓSTOMO, L. A; SANTOS, F. J. de S; OLIVEIRA, V. H. de; RAIJ, B. van; BERNARDI, A. C. de C; SILVA, C. A; SOARES, I. Cultivo do cajueiro anão precoce: Aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 2003. 8p. (**Embrapa-CNPAT. Circular Técnica, 08**).

CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**, v. 64, n. 04, p. 643-649, 2005.

DA SILVA JÚNIOR, E. G., *et al.* "Influência de composto orgânico na germinação e desenvolvimento inicial de melancia." **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management** 11.1 (2015).

DASGAN, H.Y.; AKTAS, H.; ABAK, K.; CAKMAK, I. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. **Plant Science**, v.163, p.695-703, 2002.

DAVID, M. A. *et al.* Efeito de doses de superfosfato simples e de matéria orgânica sobre o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 03, p. 147-152, 2008.

DE FÁTIMA VIDAL, Maria. CAJUCULTURA NORDESTINA CONTINUA EM DECLÍNIO. BNB, 2017.

DINIZ NETO, M.A.; SILVA, I. DE F. DA; CAVALCANTE, L.F.; DINIZ, B.L.M.T.; SILVA, J.C.A. DA; SILVA, E.C. da. Mudas de oiticica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.10-18, 2014.

DO CARMO, GILCIMAR A., et al. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, 2011, 15.5.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

EMBRAPA. **Sistema de Produção do Caju**. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2016. Disponível em: < <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/> > Acesso em: 16 fev. 2017.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas**. 2 ed. Editora Planta, 416p, 2006.

FAGERIA, N.K. ; GHEYI, H.R. **Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares**. In: Simpósio: “Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada”, 1997, Campina Grande, PB. **Anais...**, Campina Grande: UFPB, p. 363-383, 1997.

FERREIRA, F.S.; MORENO; N.B.C.; EVANGELISTA, J.S.B.; SILVA, A.C.A.; AMANCIO, L.C.S. 2014. A fruticultura no Ceará: Evolução e tendências na Região Metropolitana do Cariri. **Revista Conhecer** 10, 2.

FERREIRA-SILVA, S.L.; VOIGT, E.L.; VIÉGAS, R.A.; PAIVA, J.R. DE; SILVEIRA, J.A.G. Influência de porta-enxertos na resistência de mudas de cajueiro ao estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.361-367, 2009.

FIGUEIREDO, R. W. Desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculos de cajueiro anão precoce CCP-76 sob influência do cálcio 2000, 149 f. **Tese** (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, v.55, p.307-319, 2004.

GARCÍA-SÁNCHEZ, F.; JIFON, J.L.; CARVAJAL, M.; syvertsen, J.P. Gas exchange, chlorophyll and nutrient contents in relation to Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> accumulation in 'Sunburst' mandarin grafted on different Rootstocks. **Plant Science**, v.162, p.705-712, 2002.

GHOSH, S.N. Effect of different levels of nitrogen on growth and yield of cashew in old plantation. *The Cashew*, **Kerala**, v. 4, n. 1, p. 15-17,1990.

GHOSH, S.N. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on flowering duration, yield and shelling percentage of cashew (*Anacardium occidentale* L.) **Indian Cashew Journal**, Cochin, v. 19, n. 1, p. 19-23, 1989.

GHOSH, S.N.; BOSE, T.K. Nutritional requirement of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in laterite tract of West Bengal. **Indian Cashew Journal**, Cochin, v. 18, n. 1, p. 11-17, 1986.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L. M.; BENEDETI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GRUNDON, N.J. Cashew nuts in North Queensland respond to phosphorus and sulfur fertilizers. *Better Crops International*, **Norcross**, v. 13, n.2, p. 22- 24, 1999.

HAAG, H, P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D DE.; SCOTON, L.C.; DECHEN, A.R. **Nutrição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*)**. Absorção de nutrientes – nota prévia **Anais da E S. A. “Luiz de Queiroz”**.32: 197-204, 1975.

HANANMASHETTI, S. I.; HEGDE, M.; HIREMATH, I. G.; KHAN, M. M. Effect of diferente levels of fertilizers on yield of Young cashew trees. **South Indian Horticulture**, Coimbatore, v.33, n.3, p.190-192, 1985.

HASEGAWA, P.M., BRESSAN, R.A., ZHU, J.-K. and BOHNERT, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.** **51**, 463–499, 2000.

HIREL, B., LE GOUIS, J., NEY, B. AND GALLAIS, A. **The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches**. *J. Exp. Bot.* **58**, 2369–2387, 2007.

HODGES, T.F. **Predicting crop phenology**. Boca Raton: CRC, 1991, 233p.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010. p. 43-61.

IBGE: **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=72415.>. Acesso em: 23 de abril 2018.

IBGE: **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br, 2016.>. Acesso em: 05 mar. 2016.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro - RJ, 2004. 452p.

KEREPESEI, I. E GALIBA, G. 2000. Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. **Crop Science**, **40**: 482-487.

KERNOT, I. **Cashew: information kit. Queensland**: Department of Primary Industries. (Agrilink your growing guide of better farming, QAL 9806), 1998.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos-SP. Ed. Rima Arts e Textos, 2000. 531 p.

LEÃO, D. A. S. **Estresse hídrico e adubação fosfatada no desenvolvimento inicial e na qualidade da forragem da gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. e do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.)**. 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2006.

LEFEBVRE, A. Indications preliminaires sur la fertilisation de L'anacardier. **Fruits**, Paris, v.25, n.9, p.621-629,1970.

LIMA, R. L. S. DE, *et al.* "Growth of seedling dwarf-precocious cashew influenced by organic and mineral fertilizations." **Revista Brasileira de Fruticultura** **23.2** (2001): 391-395.

LOPES, T. C.; KLAR, A. E. Influência de diferentes níveis de salinidade sobre aspectos morfofisiológicos de mudas de *Eucalyptus urograndis*. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n.1, p.68-75, jan/mar. 2009.

LYNDON, R.F. (1990) Plant development: the cellular basis. In: **Topics in Plant Physiology** (Black, M. and Chapman, J., eds). London: Unwin-Hyman Ltd. , pp. 165–189.

MAATHUIS, F.J.M.; Amtmann, A.  $K^+$  nutrition and  $Na^+$  toxicity: the basis of cellular  $K^+ /Na^+$  ratios. **Annals of Botany**, v.84, p.123-133, 1999.

MAHANTHESH, B; MELANTA, K.R. **Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on yield of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.)**. Cashew, Chintamani, v.8, n.4, p.14-18, 1994

MALAQUIAS, JARDELIO PAULO, *et al.* "Crescimento de porta-enxerto do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) em diferentes formulações de substratos." **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, 22. (2017).

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Informações Agrônomicas, n. 111, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989.

MARTINS, T. DA S., *et al.* **Substratos comerciais e adubo de liberação lenta (NPK 16-08-12) na produção de porta-enxerto de cajueiro CCP 06, a pleno sol**. In: Embrapa Agroindústria Tropical-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: reunião nordestina de ciência do solo, 2., 2014, Ilhéus. **Resumos...** Ilhéus: UESC, 2014.

MESQUITA, R. O.; BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Desenvolvimento e distribuição de íons em plântulas de cajueiro anão precoce cultivadas em diferentes substratos e submetidas ao estresse salino**. In: annals do

workshop manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada, 2007, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2007. 1 CD-ROM.

MESQUITA, R.C.M.; PARENTE, J.I.G.; MONTENEGRO, A.A.T.; MELO, F.I.O.; PINHO, J.L.N. DE; JÚNIOR CAVALCANTI, A.T. Influência de regimes hídricos na fenologia do crescimento de clones e progênies de cajueiro precoce e comum nos primeiro vinte meses. **Revista Ciência Agrônômica**, v.35, n.1, p.96-103, 2004.

MEURER, E. J. Potássio. In: Fernandes, M. S. (ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006, p.281-298.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p.281-298.

MIRISOLA FILHO L. A., **Avaliação do estado nutricional do coqueiro anão (Cocos nucifera L.) na região Norte Fluminense. Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 57p, 1997.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.

MUNNS, R. Physiological Processes Limiting Plant Growth On Saline Soils: some dogmas and hypotheses. **Plant Cell Environment** v.16, p.15-24, 1993

MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole-plant responses to salinity. **Australian Journal Of Plant Physiology**. v.13, p.143-160, 1986.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanism of Salinity Tolerance. **Annual Review Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseado no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C. *et al.* Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

NIU, X., BRESSAN, R.A., HASEGAWA, P.M. and PARDO, J.M. (1995) Ion homeostasis in NaCl stress environments. **Plant Physiol.** 109, 735–742.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399 p.

NUNES, HELBER VERAS, *et al.* "Influência de sistemas de culturas, mucuna preta e adubação mineral sobre a qualidade fisiológica de sementes de milho1." **Revista Brasileira de Sementes** 28.3 (2006): 06-12.

OLIVEIRA, A. R., de, *et al.* "Crescimento e conteúdo de nutrientes do cajueiro anão irrigado com águas salinas." **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science** 4.3 (2009).

OLIVEIRA, F. N. S. **Sistema de produção para manejo do cajueiro comum e recuperação de pomares improdutivos**. Fortaleza: EMBRAPA CNPAT, 2004. 37 P. (SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 2).

OLIVEIRA, F.N. S.: AQUINO, A. R. L. de; LIMA, A. A. C. **Correção da acidez e adubação mineral em solos de Cerrado cultivados com cajueiro anão precoce enxertado**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 31p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 5)

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

OLIVEIRA, V.H. de. Nutrição mineral do cajueiro. Fortaleza: EmbrapaCNPAT. 1995. 35p. (Embrapa-CNPAT. **Documentos**, 14).

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

POZZA, A. A. A. *et al.* Suprimento de fósforo na produção e intensidade da cercosporiose de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 05, p. 970-976, 2002.

PRADO, R. M.; VALE, D. W.; ROMUALDO, L. M. Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 03, p. 493-498, 2005.

PRISCO, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do “stress” Salino. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.3, p.85-94, 1980.

QADIR, M.; OSTER, J. D.; SHUBERT, S.; NOBLE, A. D.; SAHRAWAT, K. L. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. **Advances in Agronomy**, v. 96, p. 197-247, 2007.

RHODES, D. and HANSON, A.D. Quaternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher plants. **Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.** **44**, 357–384, 1993.

RIBEIRO, G.; MONNERAT, P. H; CAMPANHARO, M .; RABELLO, W. S., Adubação potássica aplicada na axila foliar e no solo em coqueiro anão verde. **Revista Ceres**, v.63, p.68-75, 2016.

RIBEIRO, J. S.; LIMA, A. B.; CUNHA, P. C.; WILLADINO, L.; CÂMARA, T. R. O estresse abiótico em regiões semiáridas: respostas metabólicas das plantas. IN: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. (Orgs.) Biodiversidade, potencial econômico e processos eco- fisiológicos em ecossistemas nordestinos, Recife: **Comunigraf.**, 2007. 361 p.

SANT'ANA, E. P. *et al.* Utilização de fósforo e características do sistema radicular e da parte aérea de plantas de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 02, p. 370-381, 2003.

SANTI, A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I – Influência na produção de massa seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n.6, p. 1075-1083, 2003.

SANTOS A. L., MONNERAT P. H E CARVALHO A. J.C., Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro anão verde na região Norte Fluminense., **Revista Brasileira de Fruticultura** 26:330-334, 2004.

SANTOS, M. G. *et al.* Gás exchange and yield response to foliar phosphorus application in *Phaseolus vulgaris* L. under drought. **Brazilian Journal of Physiology**, v. 16, n. 03, p. 171-179, 2004.

SANTOS, R. M. dos. **Adubo de liberação controlada e foliar na produção de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226'**. 2017. 58 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SERRANO, L. A. L., *et al.* "Produção de mudas de cajueiro'CCP 76'em diferentes substratos e doses de adubo de liberação lenta (NPK 16-08-12)." **Embrapa Agroindústria Tropical-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**.

SERRANO, L. A. L., **Sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta na formação de porta-enxerto cítrico (Citrus limonia Osbeck cv. Cravo)**. **Diss.** Universidade Estadual do Norte Fluminense., 2003.

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. Aspectos botânicos, fenologia e manejo da cultura do cajueiro. In.: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). **Agronegócio caju: prática e inovações**. **Fortaleza**: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. parte 2, cap. 3, p.77-165

SEVERINO, R. P. **Busca de produtos naturais como inibidores específicos de enzimas**. Tese (Doutorado em Ciências – Química Inorgânica), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

SILVA, A. A.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciência Agroveterinárias**, v. 08, n. 02, p.152-163, 2009.

SILVA, F.A. DA; FERREIRA, A.A.; LIMA, D.C.; MEDEIROS, A.C. DE; MARACAJÁ, P.B.; MEDEIROS, A.P. de. Estresse salino e adubação mineral na composição nutricional da cultura do milho. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.11, p.76-83, 2017.

SILVA, R. P. da; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.23, n.2, p.377-381, agosto 2001.

SINGH, S.C.; SINHAA, R.P. E HADER, D.P., Role of lipids and fatty acids in stress tolerance in cyanobacteria.. **Acta Protozoologica**, 41: 297-308, 2002.

SOARES, A. C. D. **Tolerância de porta-enxertos de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.) à salinidade do substrato**. 1998. 40f. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SOARES, E. M. R. *et al.* Emergência e desenvolvimento inicial de plântula de cupuaçu em substrato enriquecido com biofertilizante. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 1, p. 176-184, 2014.

SOUSA, A. B. O. de. **Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cajueiro anão precoce sob irrigação salina**. 2011. 60 p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

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

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. **Fósforo: essencial para a vida**. In: Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Potafos/Anda, 2004.

TESTER, M.; Davenport, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v.91, p.503-527, 2003.

VICHIATO, M. **Influência da fertilização do porta-enxerto tangerineira (*Citrus reshni* Hort. Ex Tan. cv. Cleópatra) em tubetes, até a repicagem**. 1996. 82 p. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

VIDYACHANDRA, B.; HANAMASHETTI, S. I. Response of cashew to nitrogen, phosphorus and potash application. **Indian Cashew Journal**, Cochin, v.16, n.3, p.17-18, 1995.

VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G.; LIMA JUNIOR, A. R.; QUEIROZ, J. E.; FAUSTO, M. J. M. Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic solute accumulation in young cashew plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p.216-222, 2001.

VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J. A. G. da; SILVA, L. M. de M.; VIÉGAS, P. R. A.; QUEIROZ, J. E.; ROCHA, I. M. A. Redução assimilatória de NO<sub>3</sub> - em plantas de cajueiros cultivados em meio salinizado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.189-195, 2004.

VOIGT, E. L.; ALMEIDA, T. D.; CHAGAS, R.M.; PONTE, L. F. A.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Source-sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. **Journal of Plant Physiology**, v.166, p.80-89, 2009.

WAHOME, P.K.; JESCH, H.H.; GRITTNER, I. Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: *Rosa chinensis* Major and *R. rubiginosa*. **Scientia Horticulturae**, v.87, p.207-216, 2001.

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. **Annals of Botany**, v.88, p.967-988, 2001.

WU, H; SHABALA, L; ZHOU, M; SHABALA, S. Durum e trigo de pão diferem em sua capacidade de reter potássio no mesófilo foliar: implicações para a tolerância ao estresse salino. **Fisiologia Vegetal e Celular**, v.55, p.1749-1762, 2014. DOI: 10.1093 / pcp / pcu105.

YAMADA, T. Nutrição fosfatada melhora a resistência da planta às doenças. **Informações Agronômicas**, n. 97, p. 1-2, 2002.

YEAGER, T. H.; WRIGHT, R. D. Response of *Ilex crenat* Thunb. Cv. *Helleri* to superphosphat-incorporated pine bark. **Hortscience**, Alexandria, v.19, n.7, p. 823-826, july 1984.