

**NOVOS SUBSTRATOS COMERCIAIS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE
CAJUEIRO-ANÃO**

**NEW COMMERCIAL SUBSTRATES FOR THE PRODUCTION OF DWARF-
CASHEW SEEDLINGS**

**NUEVOS SUSTRATOS COMERCIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS
DE ANACARDO ENANO**

 <https://doi.org/10.56238/arev8n3-116>

Data de submissão: 24/02/2026

Data de publicação: 24/03/2026

Luiz Augusto Lopes Serrano

Doutor em Produção Vegetal

Instituição: Embrapa Agroindústria Tropical

Endereço: Ceará, Brasil

E-mail: luiz.serrano@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4596-2807>

Carlos Alberto Kenji Taniguchi

Doutor em Ciência do Solo

Instituição: Embrapa Agroindústria Tropical

Endereço: Ceará, Brasil

E-mail: carlos.taniguchi@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1280-8678>

Dheyne Silva Melo

Doutor em Melhoramento Genético Vegetal

Instituição: Embrapa Agroindústria Tropical

Endereço: Ceará, Brasil

E-mail: dheyne.melo@embrapa.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9961-7286>

Alex Queiroz Cysne

Mestre em Agronomia

Instituição: Embrapa Agroindústria Tropical

Endereço: Ceará, Brasil

E-mail: alex.cysne@embrapa.br

RESUMO

Novos substratos comerciais estão sendo comercializados na região metropolitana de Fortaleza-CE, e os viveiristas locais estão demandando informações sobre a possibilidade de uso deles para a produção de mudas de cajueiro-anão. Assim, foram testados os substratos mais comumente encontrados no comércio da região metropolitana, inicialmente eles foram avaliados para a produção do porta-enxerto ‘CCP 06’ e posteriormente para a produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’, sendo que em ambas as fases não houve a adição ou aplicação de fertilizantes. Os resultados mostraram que quatro substratos propiciaram a obtenção de porta-enxertos e mudas clonais de cajueiro-anão com maior massa de matéria seca total, característica que indica a qualidade das mudas. Contudo, na fase

pós-enxertia, as plantas cultivadas em todos os substratos apresentavam folhas mais claras que o padrão, sendo aplicado na fase final um adubo foliar. Aos 45 dias após a aplicação do fertilizante, os teores de todos os macronutrientes e de alguns micronutrientes se encontravam dentro da faixa de suficiência, enquanto que os teores foliares de Fe e Mn se mantiveram bem abaixo da faixa adequada. Portanto, ao usar os substratos comerciais recomendados, será necessária a complementação nutricional principalmente com os nutrientes Fe e Mn.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale*. Propagação de Plantas. Massa da Matéria Seca Total. Teores Foliares de Nutrientes.

ABSTRACT

New commercial substrates are being commercialized in the metropolitan region of Fortaleza-CE, Brazil. Local nurseries are demanding information about the possibility of using them for the production of dwarf-cashew seedlings. Thus, the substrates most commonly found in metropolitan region were tested, initially for production of rootstock 'CCP 06' and later for production of grafted seedlings clone 'BRS 226'. In both phases there was no addition or application of fertilizers. The results showed that four substrates allowed the obtaining of rootstocks and clonal seedlings with greater total dry matter mass, that indicates the major quality. However, in the post-grafting phase, the plants cultivated all substrates were light leaves than the standard, therefore a foliar fertilizer was applied in the final phase. At 45 days after spray, the foliar levels of all macronutrients and some micronutrients were within the sufficiency range, while the foliar contents of Fe and Mn remained well below the adequate range. Thus, will be necessary nutritional supplementation with Fe and Mn when fwhen using these substrates.

Keywords: *Anacardium occidentale* L. Plant Propagation. Total Dry Matter. Foliar Nutrients Contents.

RESUMEN

Nuevos sustratos comerciales se venden en la región metropolitana de Fortaleza-CE y los viveros locales exigen información sobre la posibilidad de utilizarlos para la producción de plántulas de anacardo enano. Así, se probaron los sustratos más comunes en el comercio de la región metropolitana. Inicialmente fueron evaluados para la producción del portainjerto 'CCP 06' y posteriormente para la producción de plántulas injertadas del anacardo enano 'BRS 226', sin adicionarse ni aplicarse fertilizantes en ambas fases. Los resultados mostraron que cuatro sustratos permitieron la obtención de portainjertos y plántulas clonales de anacardo enano con mayor masa seca total, característica que indica la calidad de las plántulas. Sin embargo, en la fase post-injerto, las plantas cultivadas en todos los sustratos tenían hojas más claras que el estándar, y en la fase final se aplicó un fertilizante foliar. A los 45 días después de la aplicación del fertilizante, los niveles de todos los macronutrientes y algunos micronutrientes se encontraban dentro del rango de suficiencia, mientras que los contenidos foliares de Fe y Mn se mantuvieron muy por debajo del rango adecuado. Por tanto, al utilizar sustratos comerciales recomendados, será necesaria una suplementación nutricional principalmente con los nutrientes Fe y Mn.

Palabras clave: *Anacardium occidentale*. Propagación de Plantas. Masa Total de Materia Seca. Contenido de Nutrientes de las Hojas.

1 INTRODUÇÃO

Os substratos são o meio poroso utilizado para o cultivo de plantas, conferindo sustentação pela fixação das raízes, disponibilidade de água pela retenção e fornecimento de nutrientes conforme sua composição. Na atualidade, os substratos comerciais formulados com compostos orgânicos são os mais utilizados, pois são mais leves, aerados e de alta praticidade (facilidade de uso). Ademais, esses substratos apresentam estabilidade física e química, baixo risco de contaminantes biológicos (pragas, doenças e propágulos de plantas daninhas); pH próximo a neutralidade e baixa salinidade (Ansub, 2023).

Segundo a Abisolo (2023), no Brasil os produtos que compõem o segmento de substratos para plantas, em sua maioria, são produzidos a partir da utilização de casca de coco, turfa de esfagno e, principalmente, de casca de pinus compostada. Essas matérias-primas se diferenciam principalmente pela densidade mais leve e pela porosidade ideal para reter água sem prejudicar a oxigenação das raízes. Nos últimos três anos, os volumes comercializados de substratos para plantas foram de 605, 671 e 624 mil metros cúbicos; conferindo um mercado de R\$ 360 milhões em 2022.

Vários substratos já foram testados e recomendados para a cultura do cajueiro (Correia et al, 2003; Serrano et al.,2018a), contudo vários produtos vem passando por atualizações em suas composições, outros encerraram a fabricação, e alguns foram adquiridos por novas empresas. Isso resultou em uma dinamicidade na oferta de produtos no mercado local, sendo que produtos que vinham sendo utilizados normalmente estão de difícil obtenção (aumentando o custo de produção) ou pararam de ser fabricados. Em contrapartida, novos produtos chegaram ao mercado local e novas empresas de substratos surgiram nas regiões norte e nordeste, minimizando a dependência de produtos oriundos da região sul do país, a maior produtora de substratos para plantas do Brasil.

Diante do exposto, o presente trabalho buscou avaliar substratos comerciais adquiridos no mercado local da região metropolitana de Fortaleza, Ceará, para a produção de mudas de cajueiro-anão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical (CEP), em Pacajus, Ceará, Brasil (4°11'12" S, 38°30'01" W e 79 m de altitude); entre os meses de julho de 2022 e fevereiro de 2023.

Diferentes substratos comerciais foram adquiridos no comércio da região metropolitana de Fortaleza, Ceará: S1: Germinaplant horta turfa fértil®; S2: Biomix mudas e plantio orgânico®; S3: Bioadubo®, composto orgânico com minerais misturado com vermiculita (1:1; v:v); S4: Vermsubst®

Urimamã; S5: Golden mix[®] verde, fibra de coco para uso agrícola e florestal; S6: All Garden Turfa[®]; S7: TN Mix[®] e S8: Bioadubo[®], composto orgânico com minerais. As formulações e garantias, conforme seus respectivos fabricantes, são apresentadas na Tabela 1. Amostras de cada substrato também foram retiradas para análises químicas, realizadas pelo Laboratório de Água e Solos da Embrapa Agroindústria Tropical, sendo os resultados apresentados na Tabela 2.

A semeadura foi realizada no dia 20 de julho de 2022, utilizando castanhas-sementes do clone de cajueiro-anão ‘CCP 06’, que é indicado por apresentar maiores taxas de germinação e sucesso de enxertia (Serrano et al., 2013). Foi semeada uma castanha-semente por tubete de 288 mL de capacidade volumétrica. Os tubetes foram dispostos em canteiros suspensos a pleno sol (Figura 1A), e após a semeadura foram cobertos por tela sombrite 50% (Figura 1B).

Os tratamentos foram distribuídos sob delineamento inteiramente casualizado, sendo a parcela experimental composta por uma bandeja com 54 plantas na primeira etapa (produção do porta-enxerto de cajueiro-anão ‘CCP 06’). As bandejas foram irrigadas diariamente por aspersão convencional, e não foi necessária pulverização com defensivos agrícolas para controle de pragas ou doenças. Nenhum fertilizante foi adicionado nesta fase de produção de porta-enxertos.

Tabela 1. Composições e garantias dos fabricantes dos substratos utilizados na produção de mudas de cajueiro-anão⁽¹⁾.

Substratos	Composição	Garantias
S1	Turfa e calcário calcítico, aditivado com N (0,04%), P ₂ O ₅ (0,04%) e K ₂ O (0,05%).	CE: 0,7 ± 0,3 dS/m; Densidade em base seca: 280 kg/m ³ ; pH: 5,8 ± 0,5; Umidade máxima: 55% e CRA: 80%.
S2	Casca de pinus/eucalipto moída e compostada e fibra ou pó de coco.	CE: 0,4 dS/m; Densidade em base seca: 300 kg/m ³ ; pH: 6,5; Umidade máxima: 45% e CRA: 50%.
S3 e S8	Bagaço de cana, esterco bovino, esterco de galinha, serragem de madeira, sulfato de cálcio e rocha fosfítica. Vermiculita: (Mg,Fe) ₃ [(Si,Al) ₄ O ₁₀] [OH] ₂ 4H ₂ O	CE: 0,4 dS/m; pH: 6,5; Umidade máxima: 44,5%; Carbono orgânico total (C): 136,8; Nitrogênio total (N): 11,8; CTC: 20,9; CTC/C: 1,0 e C/N: 15,0.
S4	Fibras orgânicas e cargas minerais.	CE: 1,76 dS/m; pH: 6,5; CTC: 180 mmolc/kg e CRA: 300%.
S5	Fibras do mesocarpo de cascas de coco.	CE: 0,5 ± 0,3 dS/m; Densidade em base seca: 85 kg/m ³ ; pH: 6,0 ± 0,5; Umidade máxima: 55% e CRA: 500%.
S6	Turfa e casca de pinus compostada e NPK.	Não informado
S7	Turfa de esfagno, vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada, calcário dolomítico, gesso agrícola, fertilizante NPK e micronutrientes.	CE: 0,6 dS/m; Densidade em base seca: 150 kg/m ³ ; pH: 5,0; Umidade máxima: 55% e CRA: 140%.

⁽¹⁾ CE: condutividade elétrica; CRA: capacidade de retenção de água; pH: potencial de hidrogênio; CTC: capacidade de troca catiônica.

Fonte: Autores.

Tabela 2. Caracterização física e química dos substratos utilizados na produção de mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’⁽¹⁾.

Substra- tos	pH	CE	C-org	N- total	Ca	Mg	K	Na	P	Cl	S	N- NH ₄ ⁺	N- NO ₃ ⁻	CTC	DU	D S
		dS/ m	 g/kg								 mg/L			mmol _c / kg	 kg/m ³	
S1	5,1	2,04	50	9	165 1	370	82	55	1	142	87 7	2	61	1341	719	44 7
S2	6,6	0,50	36	5	40	19	423	110	10	160	65 15	12	12	507	548	35 1
S3	6,2	2,06	19	5	214	495	730	403	73	993	6	9	26	263	667	50 7
S4	6,6	0,51	94	2	9	19	203	134	4	957	6 11	5	10	476	189	17 9
S5	6,1	0,62	372	4	2	3	597	70	46	266	1	12	5	763	138	11 5
S6	5,6	0,10	60	2	8	7	31	5	0	213	19 46	12	10	281	1023	83 7
S7	5,6	1,30	87	4	266	557	253	129	18	408	8 14	5	76	546	198	17 2
S8	6,6	2,00	43	6	203	237	810	627	4	826	24 6	3	24	232	901	65 5

(1) Análises realizadas no Laboratório de Água e Solos da Embrapa Agroindústria Tropical. CE: condutividade elétrica; CTC: capacidade de troca catiônica.

Fonte: Autores.

Figura 1. Semeadura em tubetes de castanhas-sementes do clone ‘CCP 06’(A), e cobertura do canteiro com tela sombrite 50%.



Fonte: (Fotos: Luiz Serrano).

Aos 64 dias após a semeadura, as plantas apresentavam as características desejáveis para a enxertia (Figura 2). Foram colhidas e amostradas 10 plantas de cada tratamento para avaliação da altura, diâmetro do caule no ponto de enxertia (≈ 6 cm do colo) e número de folhas. Em seguida, foram separadas as partes aéreas e os sistemas radiculares de cada planta, as quais foram submetidas à secagem em estufa a 70 °C por 72 horas. Após a secagem, foram determinadas as massas das matérias secas das folhas, dos caules, da parte aérea, dos sistemas radiculares e a total. As amostras das matérias secas das folhas seguiram para a avaliação de nutrientes, sendo moídas e submetidas às digestões sulfúrica e nítrica-perclórica e à incineração em forno mufla para a quantificação dos teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Zn, Mn e B (Miyazawa et al., 2009).

Figura 2. Porta-enxertos de cajueiro-anão ‘CCP 06’ aptos à enxertia, aos 64 dias após a semeadura. Pacajus, Ceará.



Fonte: (Foto: Luiz Serrano).

Após a avaliação dos porta-enxertos, as demais plantas de cada parcela experimental foram enxertadas, via garfagem lateral, com o clone ‘BRS 226’. Em seguida, as bandejas foram realocadas sob viveiro telado por sombrite a 50%, permanecendo por 25 dias. Após esse período, as mudas enxertadas foram novamente dispostas em canteiro a pleno sol. Em todos esses períodos, as mudas foram irrigadas diariamente, e não foram realizadas pulverizações com defensivos agrícolas ou adubos foliares.

Aos 70 dias após a enxertia (equivalente a 134 dias após a semeadura), as mudas atingiram os parâmetros recomendados para o plantio no campo, sendo assim avaliadas novamente conforme os mesmos parâmetros da primeira avaliação, sendo dez plantas por tratamento. Nessa época, por meio da observação de sintomas visuais de deficiências foliares, caracterizado por folhas verde-claras,

amareladas e até rendilhadas em alguns tratamentos (Figura 3), decidiu-se aplicar um adubo foliar nas mudas restantes de todos os tratamentos para posterior avaliação do efeito. Desse modo, foi pulverizado um adubo foliar composto pelos seguintes nutrientes: N total solúvel em água 5%, N (NO₃) 5%, P₂O₅ 10%, K₂O 20%, Mg 1,5%, Ca 1,4%, S 4,8%, B 1,5%, Cu 0,5%, Fe 0,1%, Mn 0,5%, Mo 0,5% e Zn 4,0%. O produto foi diluído conforme recomendação do fabricante para mudas: 150 g para 100 litros de água.

Figura 3. Mudanças de cajueiro-anão 'BRS 226', aos 70 dias após a enxertia. Alguns tratamentos (substratos) conferiram plantas com sintomas visuais de deficiência de nutrientes nas folhas.



Fonte: (Foto: Luiz Serrano).

Por fim, aos 45 dias após a pulverização com o adubo foliar (equivalente a 180 dias após a semeadura e 115 dias após a enxertia), dez plantas de cada tratamento novamente foram coletadas para análise dos teores foliares de nutrientes.

Todos os dados obtidos foram submetidos à ANOVA ($p \leq 0,05$), sendo que as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, a 1% e 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os substratos utilizados não interferiram nos parâmetros técnicos de produção de mudas, sendo constatadas taxas de 97% de germinação das castanhas-sementes, aos 30 dias após a semeadura; e de 86% de plantas aptas à enxertia, aos 64 dias após a semeadura. Os dados corroboram Serrano et al.

(2013) na recomendação do ‘CCP 06’ como porta-enxerto ao considerar suas altas taxas de germinação e de plantas aptas à enxertia.

Na época da enxertia (64 dias após a semeadura) constatou-se que os substratos interferiram no crescimento e nos teores foliares das plantas do porta-enxerto (Tabelas 3 e 4). As plantas produzidas nos substratos S4 e S5 foram as que apresentaram, no geral, as maiores médias para a maioria dos parâmetros de crescimento avaliados (Tabela 3; Figura 4). Contudo, considerando que a massa da matéria seca total é uma das mais importantes características de qualidade, outros dois substratos também se destacaram, o S2 e o S6.

Serrano et al. (2018a) ao utilizarem três substratos comerciais (orgânicos) e um convencional (com solo), sem adição de fertilizantes, para a produção de porta-enxerto ‘CCP 06’, obtiveram as médias de 34,35 cm de altura, 4,31 mm de diâmetro do caule, 10,79 folhas e 1,58 g, 0,96 g, 0,50 g, 3,04 g para massas das matérias secas das folhas, caule, sistema radicular e total, respectivamente. No presente trabalho, as médias de diâmetro do caule, número de folhas e massas das matérias secas das folhas, caule e total foram superiores às obtidas por Serrano et al. (2018a). Do mesmo modo, as médias das massas das matérias secas da parte aérea, radicular e total das plantas produzidas em todos os substratos comerciais testados foram superiores às obtidas por Serrano et al. (2013) ao utilizarem um substrato convencional composto pela mistura de casca de arroz carbonizada, bagana de carnaúba triturada e solo hidromórfico (2:1:1).

Quanto aos teores de nutrientes nas folhas dos porta-enxertos de ‘CCP 06’, houve grandes variações em relação aos substratos utilizados, não havendo diferenças significativas apenas para os teores de Cu, Fe e Zn (Tabela 4). Santos et al.(2020) avaliando diferentes formas de adubação na produção de porta-enxertos ‘CCP 06’ também não constataram diferenças nos teores foliares de Cu e Zn, sendo obtidos as respectivas médias de 5 mg.kg⁻¹ e 16 mg.kg⁻¹, ambas inferiores às obtidas no presente trabalho para todos os substratos.

Tabela 3. Características biométricas das plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão ‘CCP 06’ produzidas em diferentes substratos comerciais, aos 64 dias após a semeadura⁽¹⁾.

Tratamentos		Altura (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Nº folhas	MSF (g)	MSC (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
Substratos (S)	S1	27,48 b	5,30 b	11,00 b	1,77 a	1,29 b	3,06 b	0,70 b	3,76 b
	S2	28,96 b	5,82 a	11,60 b	1,87 a	1,66 a	3,53 a	0,85 a	4,38 a
	S3	27,92 b	5,33 b	11,40 b	1,74 a	1,38 b	3,12 b	0,80 a	3,92 b
	S4	33,17 a	5,54 b	12,90 a	1,89 a	1,58 a	3,48 a	0,80 a	4,28 a
	S5	33,40 a	5,96 a	11,80 b	2,02 a	1,75 a	3,77 a	0,88 a	4,65 a
	S6	29,63 b	5,57 b	10,90 b	1,78 a	1,62 a	3,40 a	0,85 a	4,25 a
	S7	27,93 b	5,32 b	11,20 b	1,78 a	1,34 b	3,14 b	0,81 a	3,95 b
	S8	28,54 b	5,42 b	11,70 b	1,74 a	1,23 b	2,97 b	0,60 b	3,57 b
Teste F									
Substratos (S)		7,49**	3,11**	2,98**	1,17 ^{n.s.}	4,57**	3,14**	4,15**	5,26**
Média Geral		29,63	5,53	11,56	1,83	1,48	3,31	0,79	4,10
CV (%)		9,18	7,93	9,98	15,55	19,27	15,01	18,36	12,03

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras diferentes nas colunas se diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. *n.s.*: não significativo. MSF: massa da matéria seca das folhas; MSC: massa da matéria seca do caule; MSPA: massa da matéria seca da parte aérea; MSR: massa da matéria seca do sistema radicular; MST: massa da matéria seca total.

Fonte: Autores.

Tabela 4. Teores foliares de nutrientes em plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão ‘CCP 06’ produzidas em diferentes substratos comerciais, aos 64 dias após a semeadura⁽¹⁾.

Tratamentos	N	P	K	Ca g kg ⁻¹	Mg	S	Na	Cu	Fe	Zn mg kg ⁻¹	Mn	B
Substratos (S)	S1	15,7 0 b	1,50 e	9,15 e	4,12 a	2,49 d	1,04 b	2,73 d	6,67 a	34,6 7 a	21,00 a	84,65 c 00 b
	S2	16,8 5 b	1,61 d	14,14 c	2,43 b	2,35 d	0,85 d	4,00 c	7,00 a	32,3 3 a	20,00 a	33,67 d 00 b
	S3	20,9 4 a	2,31 b	12,43 d	1,92 c	2,93 b	1,08 a	3,91 c	7,33 a	32,6 7 a	20,33 a	21,67 d 00 a
	S4	18,3 4 a	1,74 d	12,23 d	1,93 c	2,46 d	0,80 e	5,29 a	7,33 a	36,6 7 a	20,00 a	182,7 b 67 c
	S5	15,9 2 b	1,95 c	19,17 a	1,71 c	2,30 d	0,80 e	5,17 a	8,00 a	32,6 7 a	21,00 a	72,00 c 00 b
	S6	17,0 4 a	1,35 e	9,81 e	1,62 c	2,06 e	0,86 d	3,39 c	6,67 a	36,3 3 a	18,67 a	200,0 a 00 c
	S7	19,4 3 a	2,38 b	9,79 e	1,97 c	3,28 a	0,94 c	3,72 c	7,67 a	34,3 3 a	25,67 a	35,00 d 67 c
	S8	22,0 3 a	3,70 a	16,99 b	2,14 b	2,71 c	1,12 a	4,43 b	8,00 a	32,6 7 a	22,00 a	39,00 d 00 a
Teste F												
Substratos (S)	3,66 *	108, 4**	108,1 **	58,84 **	43,13 **	49,52 **	24,42 **	2,57 <i>n.s.</i>	0,51 <i>n.s.</i>	1,03 <i>n.s.</i>	200,55 **	21,69 **
Média Geral	18,2 8	2,07	12,96	2,23	2,57	0,93	4,08	7,33	34,0 4	21,08	83,58	23, 29
CV (%)	11,5 8	6,09	4,64	8,15	3,96	3,40	7,43	7,87	12,4 0	16,94	10,22	10, 80

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras diferentes nas colunas se diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. *n.s.*: não significativo. Fonte: Autores.

Figura 4. Plantas do porta-enxerto de cajueiro-anão ‘CCP 06’ produzidas em diferentes substratos, aos 64 dias após a semeadura. Os substratos 2, 4, 5 e 6 conferiram as maiores médias de massa da matéria seca total.



Fonte: (Foto: Luiz Serrano).

Apesar de apresentarem maiores acúmulos de massa de matérias secas, as plantas produzidas nos substratos 2 e 5 apresentaram baixos teores de N, P, Ca, Mg, S, Mn e B (Tabela 4). Em contrapartida as plantas produzidas no S5 apresentaram os teores mais elevados de K e Na, fato que pode ser explicado pelo alto teor desses nutrientes na matéria prima desse substrato, a fibra de coco (Mattos e Rosa, 2023). O alto teor desses cátions no meio, podem interferir negativamente na absorção de outros, como o Ca, Mg e Zn (Malavolta, 2006).

No geral, não foram constatados sintomas foliares de deficiência nutricional das plantas do porta-enxerto. Ao compararmos as médias obtidas no presente trabalho com as obtidas por Santos et al. (2020), que produziram porta-enxertos sem adubo, com adubo de liberação lenta e com adubo foliar; apenas os teores foliares médios de K, Ca e Fe foram menores. Os maiores teores obtidos por esses autores foram com a utilização de fertilizantes, sendo: $18,9 \text{ g.kg}^{-1}$ de N, $1,9 \text{ g.kg}^{-1}$ de P, $16,5 \text{ g.kg}^{-1}$ de K, $2,7 \text{ g.kg}^{-1}$ de Ca, $2,8 \text{ g.kg}^{-1}$ de Mg, $1,3 \text{ g.kg}^{-1}$ de S, 5 mg.kg^{-1} de Cu, 47 mg.kg^{-1} de Fe, 16 mg.kg^{-1} de Zn, 143 mg.kg^{-1} de Mn e 30 mg.kg^{-1} de B.

Aos 70 dias após a enxertia, época em que as mudas do clone ‘BRS 226’ se apresentavam aptas ao plantio no campo, verificou-se que o diâmetro de caule, o número de folhas e a massa da matéria

seca das folhas não foram influenciados pelos diferentes substratos (Tabela 5 e Figura 5). Nessa fase pós-enxertia, os mesmos quatros substratos (S2, S4, S5 e S6) foram os que propiciaram mudas com maior acúmulo de massa da matéria seca total, sendo que o S2 e S6 também se destacaram em relação à matéria seca do sistema radicular, importante característica para o sucesso pós-plantio no campo.

Figura 5. Mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ produzidas em diferentes substratos, aos 70 dias após a enxertia. Os substratos 2, 4, 5 e 6 conferiram as maiores médias de massa da matéria seca total.



Fonte: (Foto: Luiz Serrano).

Serrano et al. (2013) obtiveram para mudas de ‘BRS 226’, aos 80 dias após a enxertia, as seguintes médias: 20,92 cm de altura, 6,70 mm de diâmetro de caule, 6 folhas, 2,07 g massa da matéria da parte aérea, 1,12 g de massa da matéria das raízes e 4,08 g de massa da matéria total. Desse modo, as médias obtidas pela maioria dos substratos utilizados no presente trabalho são consideradas satisfatórias.

Quanto aos teores foliares de nutrientes nas mudas do ‘BRS 226’, os substratos não influenciaram os teores de Ca e Fe (Tabela 6). Nessa fase, as mudas produzidas nos substratos S3 e S8 foram que apresentaram, no geral, as maiores médias para todos os nutrientes, exceto para Mn, em que os teores foram os menores. Algumas plantas exibiram sintomas de deficiência nutricional,

caracterizado por nervuras verdes e amarelecimento entre as nervuras (Figura 6). A média do teor foliar de Fe foi de $19,92 \text{ mg kg}^{-1}$, bem abaixo das observadas em mudas de ‘BRS 226’ por Serrano et al. (2017), 39 mg kg^{-1} e por Santos et al. (2019), 50 mg kg^{-1} . Já o teor foliar médio de Mn foi de $50,87 \text{ mg kg}^{-1}$, também muito abaixo ao observado por Serrano et al. (2017) e por Santos et al. (2019), $271,50 \text{ mg kg}^{-1}$ e $171,4 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente. Alguns dos substratos utilizados apresentaram pH próximo da neutralidade, além de altos teores de Ca e Mg (Tabela 2), sendo que pH mais elevado pode diminuir a absorção de Mn e Fe, além de que Ca, Mg, Fe e Mn, por terem valência iônica semelhante, podem competir entre si pelo mesmo sítio de absorção (Malavolta, 2006).

Figura 6. Muda de cajueiro-anão ‘BRS 226’ apresentando sintoma de deficiência foliar de micronutrientes Mn e Fe.



Fonte: (Foto: Luiz Serrano).

Tabela 5. Características biométricas das mudas de cajueiro-anão 'BRS 226' produzidas em diferentes substratos comerciais, aos 70 dias após a enxertia (equivalente a 134 dias após a semeadura)⁽¹⁾.

Tratamentos		Altura (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Nº folhas	MSF (g)	MSC (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
Substratos (S)	S1	21,11 a	7,74 a	5,40 a	0,74 a	2,41 b	3,15 b	1,11 b	4,26 b
	S2	19,90 b	7,51 a	5,10 a	0,74 a	2,60 a	3,34 a	1,39 a	4,73 a
	S3	20,26 b	7,55 a	5,20 a	0,88 a	2,34 b	3,22 b	1,13 b	4,35 b
	S4	21,00 a	7,61 a	5,20 a	0,80 a	2,60 a	3,39 a	1,15 b	4,55 a
	S5	21,02 a	7,10 a	5,30 a	0,76 a	2,99 a	3,74 a	1,10 b	4,85 a
	S6	21,12 a	7,71 a	4,90 a	0,79 a	2,73 a	3,52 a	1,27 a	4,79 a
	S7	20,44 b	6,86 a	4,30 a	0,67 a	2,35 b	3,02 b	1,07 b	4,09 b
	S8	21,04 a	7,12 a	5,90 a	0,74 a	2,19 b	2,93 b	0,81 c	3,74 b
Teste F									
Substratos (S)		2,30*	1,91 <i>n.s</i>	1,93 <i>n.s</i>	1,11 <i>n.s</i>	3,65**	2,56*	9,17**	5,06**
Média Geral		20,74	7,40	5,16	0,76	2,53	3,29	1,13	4,42
CV (%)		4,72	10,17	19,97	22,95	16,74	16,07	15,48	12,24

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras diferentes nas colunas se diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. *n.s*: não significativo. MSF: massa da matéria seca das folhas; MSC: massa da matéria seca do caule; MSPA: massa da matéria seca da parte aérea; MSR: massa da matéria seca do sistema radicular; MST: massa da matéria seca total.

Fonte: Autores.

Tabela 6. Teores foliares de nutrientes em mudas de cajueiro-anão 'BRS 226' produzidas em diferentes substratos comerciais, aos 70 dias após a enxertia (equivalente a 134 dias após a semeadura)⁽¹⁾.

Tratamentos		N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	B
		g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹				
Substratos (S)	S1	12,5	1,95	11,3	3,47	3,76	0,91	2,88	10,0	24,6	18,6	70,67	14,6
		9 b	c	0 c	a	b	a	d	0 b	7 a	7 a	a	7 b
	S2	8,94	1,68	12,6	2,88	2,96	0,54	3,04	8,67	20,6	13,6	40,33	13,6
		c	d	5 b	a	b	b	d	b	7 a	7 b	c	7 b
	S3	15,8	3,21	14,4	2,63	4,31	0,81	3,92	12,0	18,0	17,3	35,33	18,3
		1 a	b	0 a	a	a	a	b	0 a	0 a	3 a	c	3 a
	S4	8,27	1,73	12,4	2,32	2,91	0,47	3,49	9,67	20,0	14,3	44,00	9,67
		c	d	1 b	a	c	c	c	b	0 a	3 a	c	c
	S5	9,01	1,62	14,0	2,40	2,94	0,51	4,38	9,67	20,3	13,6	54,00	14,0
		c	d	0 a	a	c	c	a	b	3 a	7 b	b	0 b
	S6	8,84	1,67	10,2	2,68	3,74	0,60	3,20	13,3	20,0	19,6	76,67	10,6
		c	d	5 c	a	b	b	c	3 a	0 a	7 a	a	7 c
	S7	9,15	2,19	10,4	3,04	3,73	0,59	2,96	11,3	19,3	17,3	45,00	11,3
		c	c	2 c	a	b	b	d	3 a	3 a	3 a	c	3 c
	S8	16,4	4,11	13,3	2,94	4,33	0,86	3,89	11,0	18,0	17,3	40,33	20,0
		9 a	a	8 a	a	a	a	b	0 a	0 a	3 a	c	0 a
		Teste F											
Substratos (S)		22,5 8**	63,6 2**	11,5 2**	2,09 ⁿ .s	28,5 8**	40,2 3**	29,1 7**	4,3 0**	1,63 ⁿ .s	7,73 **	42,05 **	22,6 1**
Média Geral		11,1 3	2,27	12,3 5	2,79	3,58	0,66	3,47	10, 71	19,9 2	16,5 0	50,87	14, 04
CV (%)		11,0 2	8,72	6,50	15,9 3	5,32	7,12	5,03	11, 75	16,3 3	8,74	7,93	9,4 2

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras diferentes nas colunas se diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. *n.s*: não significativo.

Fonte: Autores.

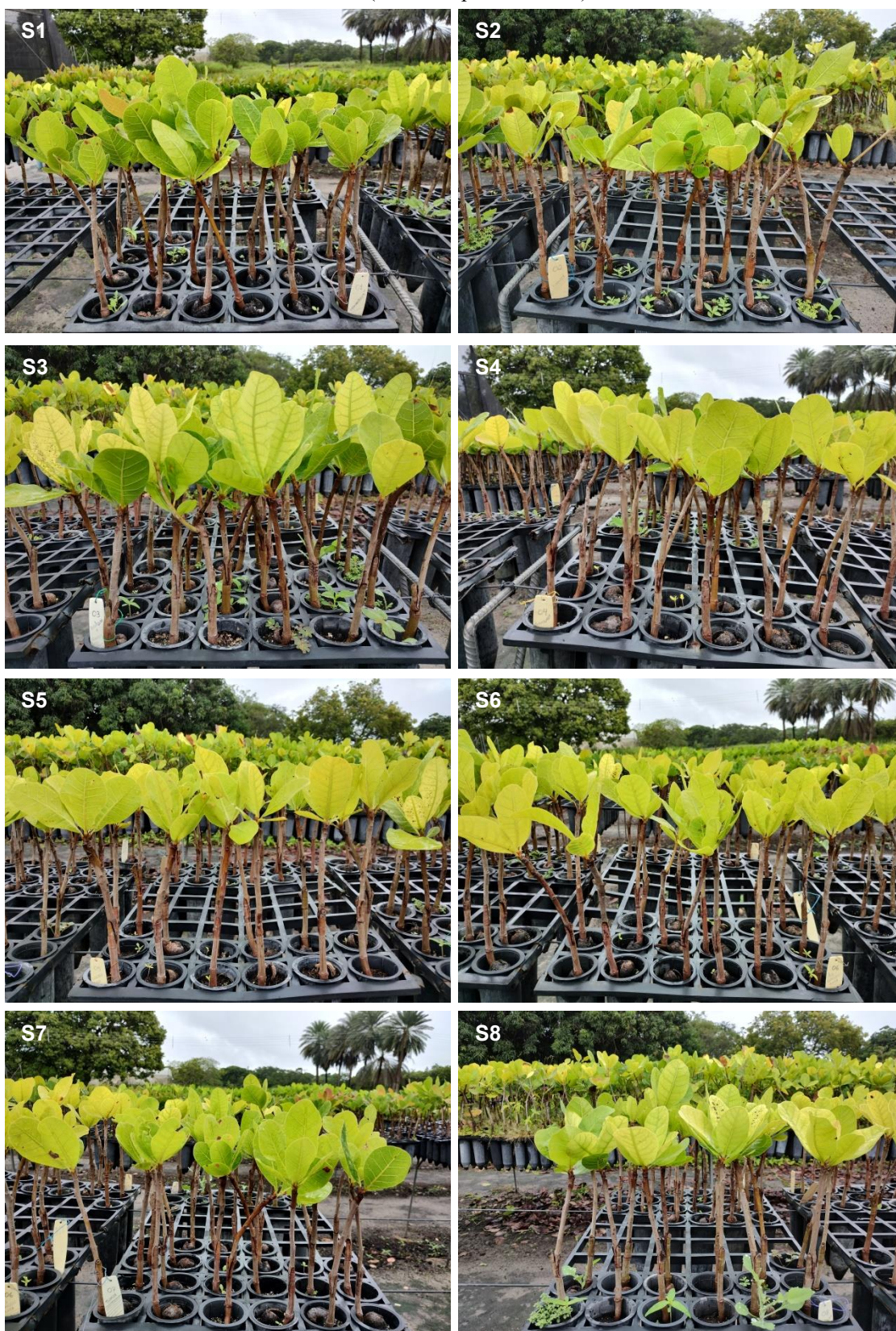
Como as mudas apresentaram folhas mais claras do que o normal (Figura 5), sugerindo algum tipo de deficiência nutricional em todos os tratamentos (substratos), procedeu-se a aplicação do adubo foliar. Aos 45 dias após a pulverização, as mudas cultivadas em vários substratos ainda se apresentavam com coloração amarelada, e as dos substratos S3 e S8 permaneceram com os mesmos sintomas característicos das deficiências de Fe e Mn (Figura 7). Mesmo o produto tendo 0,1% de Fe e 0,5% de Mn, houve um pequeno incremento nos teores foliares de Fe e Mn, mas as médias continuaram baixas, 25,21 mg kg⁻¹ Fe e 51,83 mg kg⁻¹ de Mn, quando comparados aos reportados por Serrano et al. (2017) e Santos et al. (2019).

A aplicação do produto também incrementou os teores foliares de K, Ca, Mg, Cu, Zn e B (Tabela 7). Os teores foliares de N, P e S tiveram ligeira queda, podendo ser explicada pelo fator diluição dos nutrientes, uma vez que as mudas se desenvolveram mais do que a avaliação anterior, atingindo médias de 21,02 cm de altura, 8,18 mm de diâmetro do caule, 3,29 g de massa da matéria seca da parte aérea, 1,62 g de massa da matéria seca do sistema radicular e 5,22 g de massa da matéria seca total.

Considerando que os trabalhos de Santos et al. (2019; 2020) sejam as referências atuais na adubação de mudas de cajueiro-anão, os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn e B das mudas do presente trabalho podem ser considerados dentro da faixa de suficiência, enquanto que os teores de Fe e Mn ficaram bem abaixo.

Os substratos comerciais S2, S4, S5 e S6 foram os que propiciaram a produção de porta-enxertos e mudas clonais de cajueiro-anão com maior massa de matéria seca total, podendo ser utilizados para tal fim, desde que haja suplementação com fertilizantes foliares contendo Fe e Mn, principalmente.

Figura 7. Mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ produzidas em oito substratos (S), após 45 dias da pulverização com adubo foliar (115 dias após a enxertia).



Fonte: (Fotos: Luiz Serrano).

Tabela 7. Teores foliares de nutrientes em mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ produzidas em diferentes substratos

comerciais, aos 45 dias após a pulverização com adubo foliar (equivalente a 180 dias após a semeadura e 115 dias após a enxertia)⁽¹⁾..

Tratamentos		N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	B
		g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹				
Substratos (S)	S1	9,37 b	1,55 b	13,2 8 a	3,37 a	3,92 a	0,83 a	3,48 c	26,6 7 a	21,6 7 c	20,3 3 a	67,00 a	19,0 0 a
	S2	6,90 c	1,80 b	14,3 1 a	4,49 a	4,02 a	0,56 b	3,94 c	25,3 3 a	13,0 0 c	21,0 0 a	42,33 b	24,3 3 a
	S3	13,5 0 a	3,02 a	13,8 7 a	3,22 a	4,92 a	0,68 a	4,09 c	15,0 0 b	15,6 7 c	18,6 7 a	26,33 b	21,6 7 a
	S4	6,00 c	1,19 b	13,6 5 a	3,50 a	3,34 b	0,37 b	4,98 b	21,3 3 a	13,6 7 c	18,3 3 a	59,33 a	16,6 7 a
	S5	6,12 c	0,84 b	15,2 7 a	2,96 a	2,76 b	0,41 b	6,06 a	21,3 3 a	16,6 7 c	17,0 0 a	60,00 a	18,3 3 a
	S6	7,26 c	1,67 b	11,7 9 b	3,35 a	4,36 a	0,56 b	4,42 c	22,0 0 a	33,3 3 b	22,3 3 a	67,67 a	25,0 0 a
	S7	8,96 b	1,54 b	11,4 8 b	3,35 a	4,38 a	0,52 b	4,12 c	17,6 6 b	48,3 3 a	21,0 0 a	42,00 b	18,3 3 a
	S8	14,8 7 a	3,16 a	12,5 4 b	3,55 a	4,42 a	0,57 b	4,66 c	22,0 0 a	39,3 3 b	19,6 7 a	50,00 b	28,6 7 a
Teste F													
Substratos (S)		13,8 6**	2,55 *	5,96 **	1,54 ⁿ .s	5,68 **	5,96 **	9,07 **	5,4 1**	12,9 1**	0,70 n.s	3,07* *	2,49 ⁿ .s
Média Geral		9,12	1,84	13,2 7	3,47	4,01	0,56	4,47	21, 42	25,2 1	19,7 9	51,83	21, 50
CV (%)		17,1 8	48,4 9	6,86	18,0 1	12,3 5	18,6 6	10,1 7	13, 06	25,6 4	18,1 0	27,38	21, 25

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras diferentes nas colunas se diferem estatisticamente pelo teste de Scott & Knott a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. n.s: não significativo.

Fonte: Autores.

4 CONCLUSÃO

Os substratos comerciais S2, S4, S5 e S6 podem ser utilizados para a produção de porta-enxertos e mudas clonais de cajueiro-anão, contudo é necessária a complementação nutricional principalmente com os micronutrientes Fe e Mn.

REFERÊNCIAS

ABISOLO - Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal: **Anuário brasileiro de tecnologia em nutrição vegetal, 2023**. São Paulo. 160 p. Disponível em: <https://www.abisolo.com.br/anuario-abisolo/> Acesso: 07 nov. 2023.

ANSUB - Associação Nacional de Substratos para Plantas. Sobre substratos. Disponível em: <https://ansub.com.br/sobre-substratos/> Acesso: 08 nov. 2023.

CORREIA, D.; ROSA, M. F.; NORÕES, E. R. V.; ARAUJO, F. B. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 557-558, 2003.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006, 638p.

MATTOS, A.L.A.; ROSA, M.F. **Processamento da casca de coco-verde para a produção de substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2023. 17 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 279). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1157644/1/CT-279.pdf>.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S. do; MELO, W. J. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. de. (Ed). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 191-234.

SANTOS, R.M.; SERRANO, L.A.L.; TANIGUCHI, C.A.K.; ARTUR, A.G.; NATALE, W.; CORRÊA, M.C.M. Foliar fertilization on the production of grafted dwarf cashew seedlings. **Ciência e Agrotecnologia**, 43, 2019. <https://doi.org/10.1590/1413-7054201943028119>

SANTOS, R.M.; NATALE, W.; TANIGUCHI, C.A.K.; CORRÊA, M.C.M.; SERRANO, L.A.L.; ARTUR, A.G. Association of controlled-release and foliar fertilizers in the production of grafted dwarf cashew seedlings. **Journal of Plant Nutrition**, v.43, n.7, 1048-1056, 2020. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1711934>.

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

SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; MARTINS, T. S.; FEITOSA, M. M. **Adubo de liberação lenta (NPK 13-06-16) na produção de mudas de clones de cajueiro-anão em citrovasos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. 24 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 131). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161403/1/BPD17008.pdf>.

SERRANO, L. A. L.; MARTINS, T. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; MELO, D. S.; HAWERROTH, F. J. **Crescimento e acúmulo de nutrientes de mudas de cajueiro-anão ‘CCP 76’ produzidas em diferentes substratos e doses de adubo de liberação controlada (NPK 13-06-16)**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018a. 42 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 154). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173201/1/BPD18003.pdf>.

SERRANO, L. A. L.; TEIXEIRA, D.B.S; TANIGUCHI, C. A. K.; MELO, D. S.; MARTINS, T. S.
Porta-enxertos na produção de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226' submetidos à adubação.
Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018b. 42 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 166).
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/179550/1/BPD18014.pdf>.