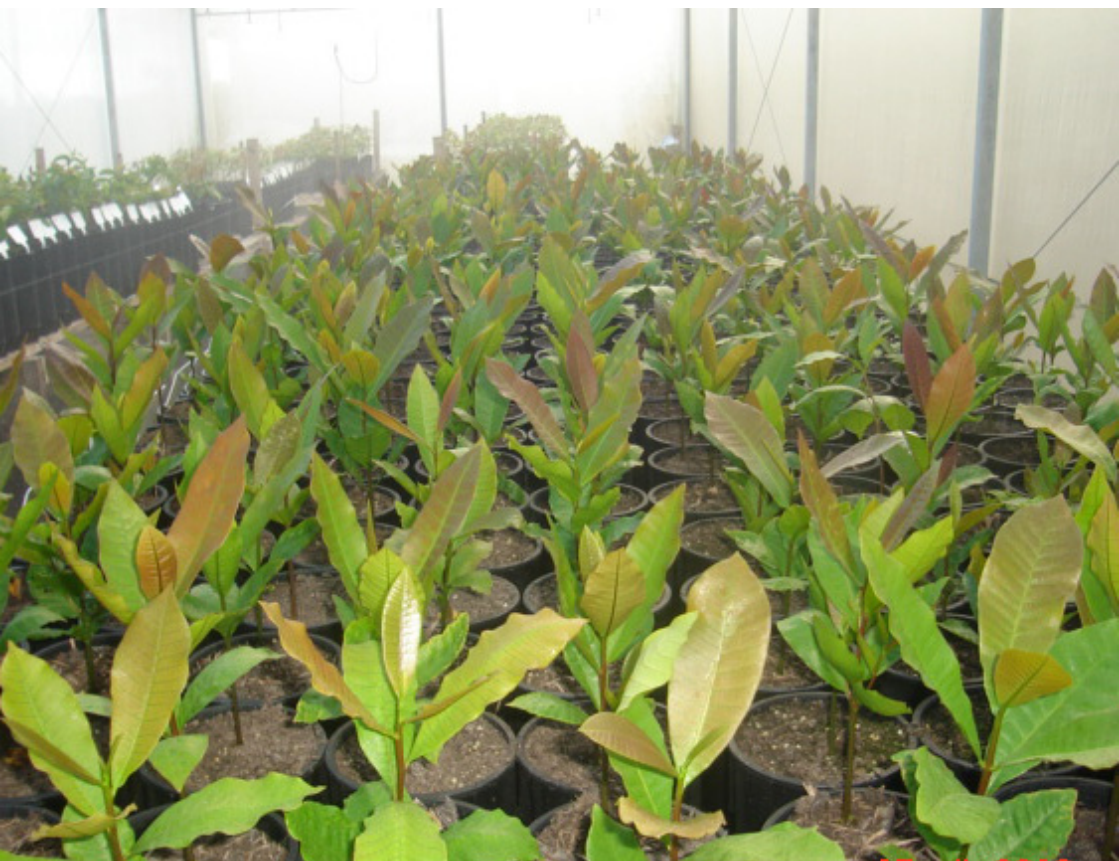


Substratos Orgânicos e Adubo de Liberação Lenta na Produção de Mudas de Cajueiro-Anão-Precoce



ISSN 1679-6543

Novembro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 66

Substratos Orgânicos e Adubo de Liberação Lenta na Produção de Mudas de Cajueiro-Anão-Precoce

*Luiz Augusto Lopes Serrano
César José Fanton
André Guarçoni M.*

Embrapa
Brasília, DF
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
Home page: www.cnpat.embrapa.br
E-mail: vendas@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Marlon Vagner Valentim Martins*
Secretário-Executivo: *Marcos Antonio Nakayama*
Membros: *José de Arimatéia Duarte de Freitas, Celli Rodrigues
Muniz, Renato Manzini Bonfim, Rita de Cassia Costa
Cid, Rubens Sonsol Gondim, Fábio Rodrigues de Miranda*

Revisão de texto: *Marcos Antonio Nakayama*
Normalização bibliográfica: *Edineide Maria Machado Maia*
Edição eletrônica: *Marcos Antonio Nakayama*
Foto da capa: *Luiz Augusto Lopes Serrano*

1ª edição (2012): versão eletrônica

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria Tropical**

Serrano, Luiz Augusto Lopes

Substratos orgânicos e adubo de liberação lenta na produção de mudas de cajueiro-anão-precoce / Luiz Augusto Lopes Serrano, César José Fanton, André Guarçoni Martins. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

25 p.; 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543, 66).

1. *Anacardium occidentale* L. 2. Bagacilho-de-cana. 3. Torta-de-filtro. 4. Casca de pinus. 5. Matéria seca – parte aérea. I. Fanton, César José. II. Martins, André Guarçoni. III. Título. IV. Série.

CDD 634.573

© Embrapa 2012

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusões	22
Agradecimentos	23
Referências	24

Substratos Orgânicos e Adubo de Liberação Lenta na Produção de Mudanças de Cajueiro-Anão-Precoce

Luiz Augusto Lopes Serrano¹

César José Fanton²

André Guarçoni M.³

Resumo

A geração de resíduos e a remoção do solo de uma área são fatores que contribuem para a degradação do ambiente. Nesse sentido, o aproveitamento de resíduos agroindustriais gerados pelo homem como substratos para mudas de plantas em substituição ao solo torna-se uma opção interessante para os sistemas de produção sustentáveis. Os objetivos desta pesquisa foram avaliar a utilização de resíduos das agroindústrias canavieira e madeireira como substratos para a produção de mudas de cajueiro-anão-precoce, bem como aferir doses de um adubo de liberação lenta para esses substratos. O experimento foi realizado sob delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial (2x2x5), sendo avaliada a produção de mudas dos genótipos 'CCP 06' e 'CCP 76', em substratos compostos por bagacilho-de-cana e torta-de-filtro, e por casca de pínus moída e vermiculita (comercial).

¹ Engenheiro-agrônomo, D.Sc em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, luiz.serrano@embrapa.br

² Engenheiro-agrônomo, D.Sc em Entomologia, pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Linhares, ES, fanton@incaper.es.gov.br

³ Engenheiro-agrônomo, D.Sc em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Domingos Martins, ES, guarconi@incaper.es.gov.br

Ambos os substratos foram fertilizados com cinco doses de um adubo de liberação lenta (NPK 15-09-12): 0 kg m⁻³; 3 kg m⁻³; 6 kg m⁻³; 9 kg m⁻³ e 12 kg m⁻³ do substrato. Os genótipos apresentaram resultados semelhantes aos tratamentos aplicados. No substrato oriundo da agroindústria canavieira, a adição do adubo prejudicou o crescimento das mudas. Já no substrato comercial, a produção de mudas com maior matéria seca foi com a dose de 5,8 kg m⁻³ do adubo.

Termos para indexação: *Anacardium occidentale* L.; bagacilho-de-cana; torta-de-filtro; casca de pínus; matéria seca da parte aérea.

Organic Substrates and Slow Release Fertilizer in the Production of Dwarf Cashew Seedlings

Abstract

The production of residues and the soil removal from a site are factors that contribute to environment degradation. Therefore, the agro-industries residues utilization to replace soil for seedlings production becomes an interesting option for sustainable production processes. The objectives of this work were to evaluate the sugarcane processing plant and timber residues utilization as substrates for production of dwarf cashew seedlings, and to measure controlled-release fertilizer doses for these substrates. The experiment was conducted in a randomized block design in a factorial scheme (2x2x5). It was evaluated seedlings production of two genotypes, 'CCP 76' and 'CCP 06', in two substrates, one composed of sugarcane processing plant residues (sugarcane bagasse and filter cake) and the other by pine bark and vermiculite, both fertilized with five controlled-release fertilizer rates (NPK 15-09-12): 0 kg m⁻³, 3 kg m⁻³, 6 kg m⁻³, 9 kg m⁻³ and 12 kg m⁻³. The genotypes showed results similar to treatments applied. In the substrate derived from the sugar cane agroindustry the addition of the fertilizer hampered seedlings growth. In substrate composed by pine bark and vermiculite, the seedlings with higher dry matter occurred with 5.8 kg m⁻³ of the controlled-release fertilizer.

Index terms: Anacardium occidentale L., sugarcane bagasse, sugarcane filter cake, pinus bark, shoot dry matter.

Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta nativa do Brasil, com expressiva importância econômica para a região Nordeste, pois o seu principal produto, a amêndoa da castanha-de-caju, é exportado para diversos mercados, gerando importantes divisas para os estados produtores.

Considerando o cenário econômico positivo da fruticultura brasileira, os produtores devem buscar a utilização de técnicas que contribuam para a comercialização dos produtos dentro dos padrões internacionais adotados e reconhecidos nesses mercados. Um desses padrões exigidos é a sustentabilidade ambiental, que consiste na manutenção das funções e componentes do ecossistema de modo sustentável, isto é, produzir com o mínimo de danos ao ambiente.

No setor de produção de mudas, devido à busca pela sustentabilidade, vem se tornando cada vez mais restrita a utilização de solo nos substratos, pois a remoção deste de um local para outro degrada o ambiente de origem e pode contaminar (com metais pesados, patógenos, plantas invasoras, etc.) o local de destino. No mesmo sentido, considerando que um dos impactos negativos da agricultura em um ambiente é a geração de grandes quantidades de resíduos – oriundos principalmente da produção animal e das agroindústrias –, surgiu como alternativa o aproveitamento ou a reciclagem desses resíduos na própria agricultura.

Diversas empresas que buscam se adequar às novas exigências globais quanto à proteção ambiental estão realizando a produção de mudas de diversas espécies comerciais em substratos isentos de solo, por meio da utilização de substratos orgânicos compostos por resíduos oriundos da atividade agrícola. Além do benefício ambiental, Kämpf (2004) relata que os substratos compostos por fontes orgânicas apresentam várias vantagens, como melhor equilíbrio entre a retenção e a liberação

de água e nutrientes, adequados valores de pH e salinidade, baixa densidade e ausência ou menor incidência de propágulos de plantas daninhas e de patógenos de solo.

No mercado de substratos orgânicos, os mais comercializados são aqueles compostos principalmente por casca de pínus moída, material considerado resíduo das indústrias madeireiras, pois é descartado pelas serrarias e pelas indústrias que elaboram painéis de madeira ou celulose. Para a produção de mudas de cajueiro-anão-precoce, Correia et al. (2003) obtiveram sucesso utilizando substrato composto por casca de arroz carbonizada misturada com pó da casca de coco (verde ou maduro). Outros trabalhos mostraram êxito na produção de mudas de goiabeira (SCHIAVO; MARTINS, 2002), citros e maracujazeiro (Serrano et al., 2004, 2006), com a utilização de um substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira.

Carvalho (2001) e Milner (2002) relatam que, na produção de mudas em substratos orgânicos, por eles apresentarem boa drenagem, há maior lixiviação de nutrientes, os quais precisam ser frequentemente aplicados. Nos viveiros comerciais, devido ao uso intenso de adubos convencionais compostos por sais solúveis associado ao manejo de irrigação, pode haver contaminação dos corpos hídricos e do solo na área do viveiro. Todos esses danos ambientais são de difícil reversão, e a perda de nutrientes torna-se um prejuízo econômico para o próprio produtor.

Por esses inconvenientes, novas tecnologias de fertilização das mudas foram desenvolvidas, destacando-se o uso de adubos que apresentam liberação controlada dos nutrientes (Reetz Jr, 2010). Esses adubos têm por objetivo melhorar a eficiência das plantas no uso dos nutrientes, disponibilizando-os gradativamente. Isso representa uma alternativa eficaz para reduzir a perda de nutrientes e, conseqüentemente, a contaminação ambiental (Zekri; Koo, 1992), além de possibilitar a sincronização entre o fornecimento dos nutrientes e a demanda fisiológica da planta.

Diante das considerações acima, os objetivos desta pesquisa foram avaliar a utilização de resíduos das agroindústrias canavieira e madeireira como substratos para a produção de mudas de cajueiro-anão-precoce, bem como aferir doses de um adubo de liberação lenta para esses substratos.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental do Incaper, em Linhares, ES (19°25'03"S, 40°04'50"O e 17 m), em uma estufa agrícola modelo *poly house*, com tela antiafídeos nas laterais, filme plástico transparente na cobertura e irrigação automática por nebulização.

O experimento foi distribuído sob delineamento de blocos casualizados completos (DBC), em esquema fatorial (2x2x5), com 10 repetições.

Foram produzidas mudas de dois genótipos de cajueiro-anão-precoce, 'CCP 06' e 'CCP 76', em dois substratos orgânicos: 1) composto orgânico obtido pela mistura entre bagacilho-de-cana e torta-de-filtro (3:2; v:v); 2) substrato comercial composto pela mistura entre casca de pínus moída e vermiculita – Plantmax HT®. A composição química de ambos os substratos encontra-se na Tabela 1.

O composto orgânico de resíduos da agroindústria canavieira foi formado pela mistura de três partes de bagacilho-de-cana e duas partes de torta-de-filtro, ambos obtidos nas usinas de cana da região Norte Capixaba (Lasa, Disa e Cridasa). Os resíduos foram misturados sobre uma lona plástica preta de polietileno, e enleirados com 1 m de altura e 3 m de largura (Figura 1A). Após a montagem da leira, ela foi molhada por aspersão convencional (Figura 1B), e logo em seguida totalmente coberta com a lona (Figura 1C). Na frequência de duas vezes por semana, as leiras eram revolvidas, irrigadas e recobertas. Após 60 dias da montagem das leiras, e após avaliações das características físicas (coloração, temperatura, granulometria, entre outras), constatou-se que o composto estava adequado para utilização (Figura 1D).

Tabela 1. Composição química dos substratos utilizados para a produção de mudas de cajueiro-anão-precoce ⁽¹⁾.

Substrato	w (%)	pH (CaCl ₂)	dag kg ⁻¹							mg kg ⁻¹				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Fe	C	Cu	Zn	Mn	b
BC + TF	56,6	5,1	2,56	0,96	0,23	1,05	0,11	0,26	0,86	33,7	41,3	187	312	8,2
Plantmax	49,8	5,6	0,49	0,41	0,38	0,90	1,78	0,27	2,00	10,7	36,5	45	215	13,8

⁽¹⁾ Metodologia preconizada pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2007); w: umidade; BC+TF: bagacilho-de-cana + torta-de-filtro.

O substrato orgânico composto por casca de pínus e vermiculita (Plantmax HT[®]) foi adquirido no comércio local, em embalagens com 55 litros (25 kg) do substrato.

No dia do plantio, ambos os substratos foram fertilizados com cinco doses do adubo de liberação lenta Osmocote Plus[®], fórmula NPK 15-09-12 com micronutrientes: 0 kg m⁻³; 3 kg m⁻³; 6 kg m⁻³; 9 kg m⁻³ e 12 kg m⁻³ (Figuras 1E e 1F). O adubo foi misturado aos substratos de forma homogênea, e, em seguida, os citrovasos (3,8 L) foram preenchidos com os substratos. Por fim, procedeu-se a semeadura colocando-se duas sementes por recipiente, com posterior desbaste das plântulas, deixando uma por citrovaso.

Aos 150 dias após a semeadura (equivalente a 120 dias após a emergência de todas as plântulas), todas as mudas foram avaliadas quanto à altura (do colo até o ápice da gema apical), diâmetro do caule (a 2 cm do colo) e número de folhas desenvolvidas. Posteriormente, as plantas foram secas em estufa (72 °C por 72 horas) para determinação da matéria seca da parte aérea. Em seguida, as folhas foram moídas em moinho tipo Willey e mineralizadas por via úmida, sendo determinados os teores foliares de nutrientes, segundo metodologia descrita por Silva (2009).



Fotos: Luiz Augusto Lopes Serrano

Figura 1. Resíduos da agroindústria canieira dispostos sobre a lona, com o bagacilho-de-cana sob a torta de filtro (A). Após a mistura dos resíduos, a leira foi irrigada por aspersão (B) e coberta com a lona (C). Após 60 dias do preparo, o composto estava pronto para uso (D). O adubo de liberação lenta (E) foi aplicado e misturado ao substrato (F).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), sendo que as diferenças entre os dois genótipos e entre os dois substratos foram testadas pelo teste F da ANOVA. Para verificar os efeitos das doses do adubo de liberação lenta, foi realizada análise de regressão a 5%.

Resultados e Discussão

As mudas dos dois genótipos de cajueiro-anão-precoce apresentaram-se semelhantes quanto ao crescimento, diferindo apenas em relação ao diâmetro do caule (Tabela 2). Essa semelhança também foi observada

Tabela 2. Crescimento médio de mudas de cajueiro-anão-precoce, em função das doses de adubo de liberação lenta, aos 150 dias após a semeadura.

Dose do adubo (kg m ⁻³)	Altura (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Número de folhas	Matéria seca da parte aérea (g)
0	46,86	11,94	30,14	14,20
3	48,56	11,40	36,42	18,59
6	42,03	9,81	31,61	14,13
9	38,32	8,72	27,23	10,85
12	36,89	8,12	20,96	8,81
Média Geral	42,53	10,00	29,26	13,32
Teste F ⁽¹⁾				
Genótipo (G)	n.s.	**	n.s.	n.s.
Substrato (S)	**	*	*	*
Dose ALL (D)	**	**	**	**
G x S	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
G x D	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S x D	**	*	**	**
G x S x D	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

⁽¹⁾ *significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade; n.s. não significativo.

nas respostas dos genótipos aos efeitos dos substratos e das doses do adubo de liberação lenta, pois não houve interações dos genótipos com esses fatores para nenhuma variável de crescimento.

Os substratos influenciaram todas as variáveis de crescimento das mudas de cajueiro-anão-precoce (Tabela 2). Para todas as variáveis, as mudas apresentaram os maiores valores médios no cultivo realizado com o substrato comercial (Tabela 3).

Tabela 3. Características de crescimento das mudas de dois genótipos de cajueiro-anão-precoce, cultivados em dois substratos, aos 150 dias após a semeadura⁽¹⁾.

Genótipo	Substrato		\bar{X}
	BC + TF	Plantmax HT®	
Altura (cm)			
'CCP 06'	39,6	43,3	41,5 ^{n.s}
'CCP 76'	42,1	45,2	43,7
\bar{X}	40,8	44,2*	
Diâmetro de caule (mm)			
'CCP 06'	10,0	10,7	10,4*
'CCP 76'	9,4	9,9	9,7
\bar{X}	9,7	10,3*	
Número de folhas			
'CCP 06'	28,4	31,0	29,7 ^{n.s}
'CCP 76'	27,0	30,6	28,8
\bar{X}	27,7	30,8*	
Matéria seca da parte aérea (g)			
'CCP 06'	12,6	14,6	13,6 ^{n.s}
'CCP 76'	11,9	14,2	13,1
\bar{X}	12,2	14,4*	

⁽¹⁾ *significativo e ^{n.s} não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade; BC + TF: substrato composto pela mistura entre bagacilho-de-cana e torta-de-filtro (3:2; v:v).

Foi observado que o substrato composto por resíduos da agroindústria canvieira se mantinha mais úmido, devido à maior retenção de água, quando comparado ao substrato comercial. Desse modo, a alta umidade no substrato favoreceu a incidência dos fungos *Phytophthora heveae*, *P. nicotiana*. e *Pythium splendens* (Freire, 2003), ocasionado a morte de algumas plantas (Figura 2). No substrato comercial, a incidência de doenças observada foi baixa.



Figura 2. Morte de mudas de cajueiro-anão-precoce cultivadas em substrato composto por resíduos da agroindústria canvieira.

As doses do adubo de liberação lenta também influenciaram todas as características de crescimento das mudas de cajueiro-anão-precoce, havendo, do mesmo modo, interação com os substratos (Tabela 2).

A aplicação e o aumento nas doses do adubo no substrato composto por bagacilho-de-cana e torta-de-filtro promoveram a redução linear nos valores de todas as variáveis (Tabela 4), indicando um efeito depressivo nas mudas.

Tabela 4. Efeito das doses do adubo de liberação lenta, fórmula NPK 15-09-12, aplicado em dois substratos, sobre o crescimento de mudas de cajueiro-anão-precoce, aos 150 dias após a semeadura⁽¹⁾.

Substrato	Equação de regressão	R ²
Altura (cm)		
BC + TF ⁽²⁾	$\hat{Y} = 49,30 - 1,4092x$	0,91
Plantmax HT [®]	$\hat{Y} = 45,81 + 0,7468x - 0,1125x^2$	0,74
Diâmetro do caule (mm)		
BC + TF	$\hat{Y} = 12,24 - 0,4189x$	0,93
Plantmax HT [®]	$\hat{Y} = 11,88 - 0,2679x$	0,97
Número de folhas		
BC + TF	$\hat{Y} = 39,98 - 2,0414x$	0,98
Plantmax HT [®]	$\hat{Y} = 21,71 + 5,4517x - 0,4372x^2$	0,90
Matéria seca da parte aérea (g)		
BC + TF	$\hat{Y} = 19,18 - 1,1518x$	0,92
Plantmax HT [®]	$\hat{Y} = 11,34 + 2,2622x - 0,1954x^2$	0,74

⁽¹⁾ Equação de regressão a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ BC + TF: substrato composto pela mistura entre bagacilho-de-cana e torta-de-filtro.

No substrato comercial, fato semelhante ocorreu apenas para o diâmetro de caule das mudas. Para a altura, número de folhas e matéria seca da parte aérea, foram observadas respostas quadráticas positivas, indicando um acréscimo nos valores dessas características até a uma determinada dose (dose máxima). As doses de 3,3 kg m⁻³; 6,2 kg m⁻³

e 5,8 kg m⁻³ do adubo de liberação lenta foram as que proporcionaram os maiores valores de altura (47,05 cm), número de folhas (38,7) e matéria seca da parte aérea (17,89 g) das mudas de cajueiro-anão-precoce, respectivamente.

Lima et al. (2001) também observaram um efeito depressivo no crescimento de mudas de cajueiro decorrente da utilização de doses elevadas de fertilizantes minerais.

É válido destacar que, mesmo sem a adição de adubo de liberação lenta (0 kg m⁻³), as mudas de cajueiro-anão-precoce produzidas no substrato orgânico composto por resíduos da agroindústria canavieira apresentaram valores superiores aos valores máximos obtidos pelas mudas produzidas no outro substrato.

No aspecto nutricional, também houve semelhança entre os genótipos de 'CCP 06' e 'CCP 76', pois foi constatada diferença significativa apenas para o teor foliar de K (Tabela 5). As mudas de 'CCP 06' apresentaram teor foliar médio de 1,50 dag kg⁻¹ de K, enquanto as de 'CCP 76' apresentaram teor de 1,24 dag kg⁻¹.

Os teores foliares de N, P, K, Ca, Fe, Mn e Zn obtidos pelas mudas de cajueiro-anão-precoce estão acima dos teores recomendados por Haag et al. (1975), citados por Crisóstomo e Oliveira (2005), para cajueiros adultos. Os teores foliares de Mg, S, B e Cu ficaram abaixo dos teores citados por Crisóstomo e Oliveira (2005); no entanto, as mudas não apresentaram sintomas visuais de deficiência desses nutrientes.

No geral, as mudas cultivadas no substrato composto pelos resíduos da agroindústria canavieira apresentaram teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn e Zn superiores às mudas cultivadas no substrato orgânico comercial (Tabela 6). O inverso ocorreu somente para o teor foliar de B. Os teores foliares de Cu e Fe nas mudas de cajueiro-anão-precoce não foram influenciados pelos substratos. Por sua composição (Tabela 1), constata-se que o substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira contém os maiores teores de N, P, Ca, Mn e Zn que o substrato comercial, e, em contrapartida, este apresenta maior teor de B.

Tabela 5. Teores foliares de nutrientes em mudas de dois genótipos de cajueiro-anão-precoce, aos 150 dias após a semeadura.

Dose kg m ⁻³	dag kg ⁻¹			mg kg ⁻¹							
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
0	3,49	0,37	0,97	1,07	0,29	0,13	11,37	151	42,4	449	32,8
3	3,52	0,37	1,15	0,91	0,29	0,15	10,13	153	50,1	693	33,8
6	3,76	0,45	1,40	0,84	0,31	0,16	11,00	159	56,0	779	37,5
9	3,86	0,53	1,63	0,73	0,27	0,16	10,87	150	43,9	634	30,8
12	3,91	0,56	1,71	0,73	0,31	0,18	12,75	165	54,9	784	34,4
Média Geral	3,71	0,46	1,37	0,86	0,29	0,16	11,2	156	49,6	668	34,8
Teste F ⁽¹⁾											
Genótipo (G)	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Substrato (S)	**	**	**	**	**	**	n.s.	n.s.	**	**	*
Dose ALL (D)	*	**	**	**	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	**	n.s.
G x S	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
G x D	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
S x D	n.s.	n.s.	*	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
G x S x D	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

⁽¹⁾ * significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade; n.s.: não significativo.

Tabela 6. Teores foliares de nutrientes em mudas de cajueiro-anão-precoce produzidos em dois substratos orgânicos, aos 150 dias após a semeadura ⁽¹⁾.

Nutriente	Substrato	
	BC + TF ⁽²⁾	Plantmax HT [®]
	dag kg⁻¹	
N	3,88 *	3,54
P	0,58 *	0,34
K	1,48 *	1,26
Ca	1,14 *	0,58
Mg	0,33 *	0,26
S	0,17 *	0,14
	mg kg⁻¹	
B	32,85	36,80 *
Cu	11,50	10,95
Fe	154,50	157,50
Mn	979,70 *	356,25
Zn	69,40 *	29,80

⁽¹⁾ *significativo pelo teste F a 5% de probabilidade;

⁽²⁾ BC + TF: substrato composto pela mistura entre bagacilho-de-cana e torta-de-filtro (3:2, v:v).

Haag et al. (1975), citado por Crisóstomo e Oliveira (2005), apontam como faixa adequada para o teor foliar de N os valores entre 2,40 dag kg⁻¹ e 2,58 dag kg⁻¹; contudo, nesta pesquisa, as mudas cultivadas no substrato orgânico comercial sem a adição do adubo de liberação lenta (0 kg m⁻³) apresentaram sintomas foliares visuais de deficiência de N (Figura 3), mesmo com teor foliar médio de 3,2 dag kg⁻¹ de N. Já as mudas cultivadas no substrato composto por resíduos da agroindústria canieira sem a adição do adubo apresentaram teor foliar médio de 3,7 dag kg⁻¹ de N, não demonstrando sintomas foliares de deficiência de N.



Fotos: Luiz Augusto Lopes Serrano

Figura 3. Mudanças de cajueiro-anão-precoce 'CCP 76' produzidas em dois substratos orgânicos sem adubo: à esquerda no substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira e à direita no substrato orgânico comercial. Verificam-se sintomas visuais de deficiência de N nas mudanças produzidas no substrato comercial.

O aumento das doses do adubo de liberação lenta proporcionou uma resposta linear positiva nos teores foliares de N, P, S e Cu em ambos os genótipos de cajueiro-anão-precoce (Figura 4). Assim, quanto maior a dose do adubo aplicada, maior foi o teor foliar obtido pelas mudanças de cajueiro para esses nutrientes.

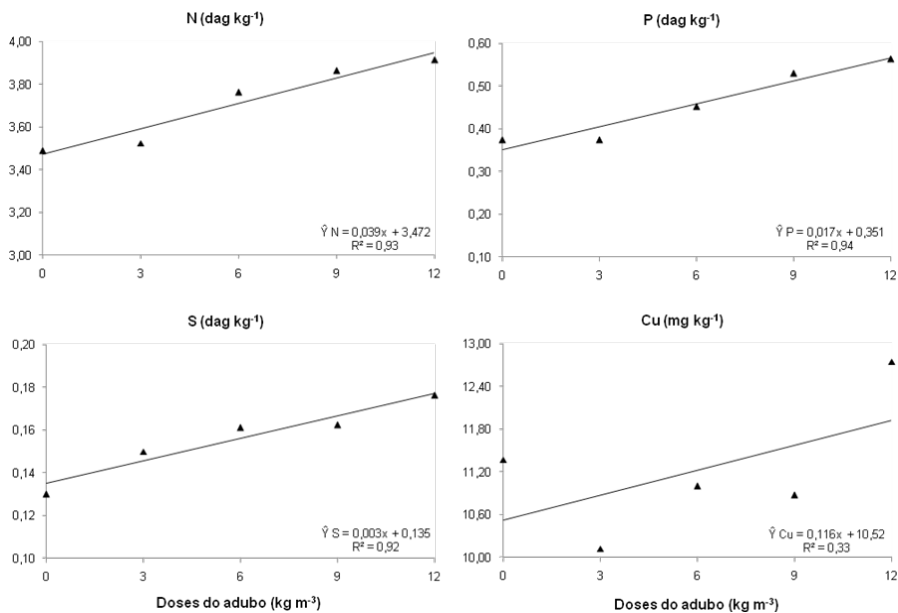


Figura 4. Efeito das doses de adubo de liberação lenta, fórmula NPK 15-09-12, sobre o teor foliar de nutrientes em mudas de cajueiro-anão-precoce, aos 150 dias após a semeadura.

Com relação aos teores foliares de K, Ca, Mg e Mn, foi constatada interação significativa entre os substratos e as doses do adubo de liberação lenta (Tabela 5). O aumento dessas doses promoveu respostas diferentes nas mudas para os teores foliares desses nutrientes (Tabela 7).

Nas mudas cultivadas no substrato composto por resíduos da agroindústria canvieira, o aumento nas doses do adubo promoveu acréscimo linear nos teores de K e efeito inverso nos teores foliares de Ca e Mg. Para o teor foliar de Mn, a resposta foi quadrática, sendo que a dose de 5,8 kg m⁻³ do adubo propiciou o maior teor foliar desse nutriente (1.075 mg kg⁻¹). Já nas mudas cultivadas no substrato comercial, o aumento das doses do adubo promoveu acréscimo linear nos teores de K, Ca, Mg e Mn.

Tabela 7. Efeito da interação entre os substratos e as doses de um adubo de liberação lenta, fórmula NPK 15-09-12, sobre os teores foliares de mudas de cajueiro-anão-precoce.

Substrato	Equação de regressão (5%)	R ²
K (dag kg⁻¹)		
BC + TF ⁽¹⁾	$\hat{Y} = 0,91 + 0,0961x$	0,97
Plantmax HT [®]	$\hat{Y} = 1,05 + 0,0342x$	0,99
Ca (dag kg⁻¹)		
BC + TF	$\hat{Y} = 1,59 - 0,0754x$	0,91
Plantmax HT [®]	$\hat{Y} = 0,46 + 0,019x$	0,90
Mg (dag kg⁻¹)		
BC + TF	$\hat{Y} = 0,37 - 0,0062x$	0,37
Plantmax HT [®]	$\hat{Y} = 0,21 + 0,0079x$	0,92
Mn (mg kg⁻¹)		
BC + TF	$\hat{Y} = 900,50 + 60,57x - 5,2639x^2$	0,21
Plantmax HT [®]	$\hat{Y} = 96,25 + 43,3333x$	0,99

⁽¹⁾ BC + TF: substrato composto pela mistura entre bagacilho-de-cana e torta-de-filtro (3:2, v:v).

O aumento das doses do adubo de liberação lenta não influenciou os teores foliares de B, Zn, Fe e Cu nas mudas de cajueiro-anão-precoce cultivadas no substrato comercial. Fato semelhante foi observado para os teores foliares de B e Fe em porta-enxerto cítrico (Serrano et al., 2004) e de B e Zn em mudas de mamoeiro (Serrano et al., 2010) produzidas nesse mesmo substrato. Como as mudas não apresentaram sintomas visuais de deficiência nutricional desses nutrientes, pode-se supor que os teores no substrato foram suficientes para o desenvolvimento das mudas. Outro fato importante é o elevado teor de Fe do substrato comercial (Tabela 1).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, verificou-se que os dois substratos orgânicos utilizados possibilitaram a produção de mudas de cajueiro-anão-precoce dentro dos padrões descritos por Cavalcanti Junior (2005) e semelhantes aos obtidos por Lima et al. (2001) e Weber et al. (2004).

O substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira mostrou potencial para ser utilizado, pois as mudas apresentaram crescimento e teores foliares satisfatórios. Segundo os resultados, não haveria a necessidade de adubação nesse tipo de substrato. Em contrapartida, a retenção de umidade favoreceu uma maior incidência de doenças fúngicas.

O substrato comercial possibilitou a produção de mudas com qualidade morfológica e nutricional, mas com necessidade de fertilização. Como a matéria seca da muda é considerada um dos principais indicativos de qualidade por estar relacionada à sobrevivência da planta no campo, recomenda-se, para esse substrato, a aplicação de $5,8 \text{ kg m}^{-3}$ do adubo de liberação lenta, fórmula NPK 15-09-12, para a produção de mudas de cajueiro-anão-precoce 'CCP 06' e 'CCP 76'.

Conclusões

1. As mudas de cajueiro-anão-precoce 'CCP 06' e 'CCP 76' são semelhantes quanto ao crescimento e teores foliares de nutrientes.
2. O substrato comercial composto por casca de pínus e vermiculita fertilizado com $5,8 \text{ kg m}^{-3}$ de adubo de liberação lenta fórmula NPK 15-09-12 conferem às mudas de cajueiro-anão-precoce maior massa seca da parte aérea.
3. O substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira sem a adição de adubo de liberação lenta propicia a obtenção de mudas de cajueiro-anão-precoce com qualidade.

Agradecimentos

Ao Banco do Nordeste do Brasil, pelo apoio financeiro, ao Incaper, pelo apoio estrutural, e ao pesquisador da Embrapa Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi, pelas contribuições.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Métodos para análise de fertilizante orgânico**. 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> . Acesso em: 06 abr. 2011.

CARVALHO, S.A. Propagação dos citros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n. 209, p.21-25, 2001.

CAVALCANTI JUNIOR, A. T. Mudanças: padrões e exigências agrônômicas. In: OLIVEIRA, V. H. ; COSTA, V. S. O. (Ed). **Manual de produção integrada de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. p.111-120.

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.

CRISÓSTOMO, L. A.; OLIVEIRA, V. H. Nutrição e adubação. In. OLIVEIRA, V. H.; COSTA, V. S. O. (Ed). **Manual de produção integrada de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. p. 159-172.

FREIRE, F.C.O. Doenças do cajueiro. In.: OLIVEIRA, V.H. (Ed.). **Cultivo do cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. (Embrapa Agroindústria Tropical. Sistemas de produção 1). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Caju/CultivodoCajueiro/doencas.htm>> Acesso em: 25 jun. 2012.

KÄMPF, A. Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. In: BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; PEDROSA, M.W.; SEDIYAMA, M.A.N. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa, MG: UFV, 2004. p.3-10.

LIMA, R. de L. S de; FERNANDES, V.L.B.; OLIVEIRA, V.H.; HERNANDEZ, F.F.F. Crescimento de mudas de cajueiro-anão precoce 'CCP 76' submetidas à adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 391-395, 2001.

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A.M.C; BATAGLIA, O.C; ABREU, M.F; ABREU, C.A; FURLANI, P.R. ; QUAGGIO, J.A; MINAMI, K. (Ed.) **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2002. p.45-51. (IAC. Documentos, 70)

REETZ JÚNIOR., H. F. Precision farming as an instrument for fertilizer best management practices. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**, Piracicaba: IPNI, 2010. v.1, p. 201-214,

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum* em substrato agro-industrial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.519-523, 2002.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 874-883, 2010.

SERRANO, L.A.L.; SILVA, C.M.M.; OGLIARI, J.; CARVALHO, A.J.C.; MARINHO, C.S.; DETMANN, E. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.487-491, 2006.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H. Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de porta-enxerto cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 524-528, 2004.

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

WEBER, O. B.; SOUZA, C.C.M. de; GONDIN, D.M.F.; OLIVEIRA, F.N.S.; CRISÓSTOMO, L.A.; CAPRONI, A.L.; SAGGIN JÚNIOR, O. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de cajueiro-anão-precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 5, p. 477-483, 2004.

ZEKRI, M.; KOO, R.C.J. Use of controlled-release fertilizers for young citrus trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.49, n. 3/4, p.233-241, 1992.

Embrapa

Agroindústria Tropical

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA