

ISSN 1677-1915
Outubro, 2013

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

Documentos 14

Nutrição Mineral do Cajueiro

*Vitor Hugo de Oliveira
Carlos Alberto Kenji Taniguchi
Lindbergue Araujo Crisostomo*

2ª edição revista e ampliada

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita, 2.270
Bairro do Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100/7189
Fax: (85) 3391-7109
www.cnpat.embrapa.br
cnpat.sac@embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Agroindústria Tropical

Comitê de Publicações
Presidente
Marlon Vagner Valentim Martins

Secretário-Executivo
Marcos Antônio Nakayama
Membros
José Arimatéia Duarte de Freitas
Celli Rodrigues Muniz
Renato Manzini Bonfim
Rita de Cássia Costa Cid
Rubens Sonsol Gondim
Fábio Rodrigues de Miranda

Foto da capa
Cláudio de Norões Rocha

Unidade responsável pela edição

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial
Selma Lúcia Lira Beltrão
Lucilene Maria de Andrade
Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial
Erika do Carmo Lima Ferreira

Revisão de texto
Jane Baptstone de Araújo

Normalização bibliográfica
Celina Tomaz de Carvalho

Editoração eletrônica
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

1ª edição
1ª impressão (1995): 1.000 exemplares

2ª edição
1ª impressão (2013): 500 exemplares

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 Informação Tecnológica

Oliveira, Vitor Hugo de.

Nutrição mineral do cajueiro / Vitor Hugo de Oliveira, Carlos Alberto Kenji Taniguchi, Lindbergue Araujo Crisostomo. – 2. ed. rev. ampl. – Fortaleza, CE : Embrapa Agroindústria Tropical, 2013.

40 p : il. ; 14,8 cm X 21 cm – (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1677-1915 ; 14).

1. Caju. 2. Castanha de caju. 3. Cultivo. 4. Fruta tropical. I. Taniguchi, Carlos Alberto Kenji. II. Crisostomo, Lindbergue Araujo. III. Título. IV. Série.

CDD 634.573

© Embrapa 2013

Autores

Vitor Hugo de Oliveira

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia,
pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical,
Fortaleza, CE
vitor.oliveira@embrapa.br

Carlos Alberto Kenji Taniguchi

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência do Solo,
pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical,
Fortaleza, CE
carlos.taniguchi@embrapa.br

Lindbergue Araujo Crisostomo

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Química Agrícola
e Solos, pesquisador da Embrapa Agroindústria
Tropical, Fortaleza, CE
lindbergue.crisostomo@embrapa.br



Apresentação

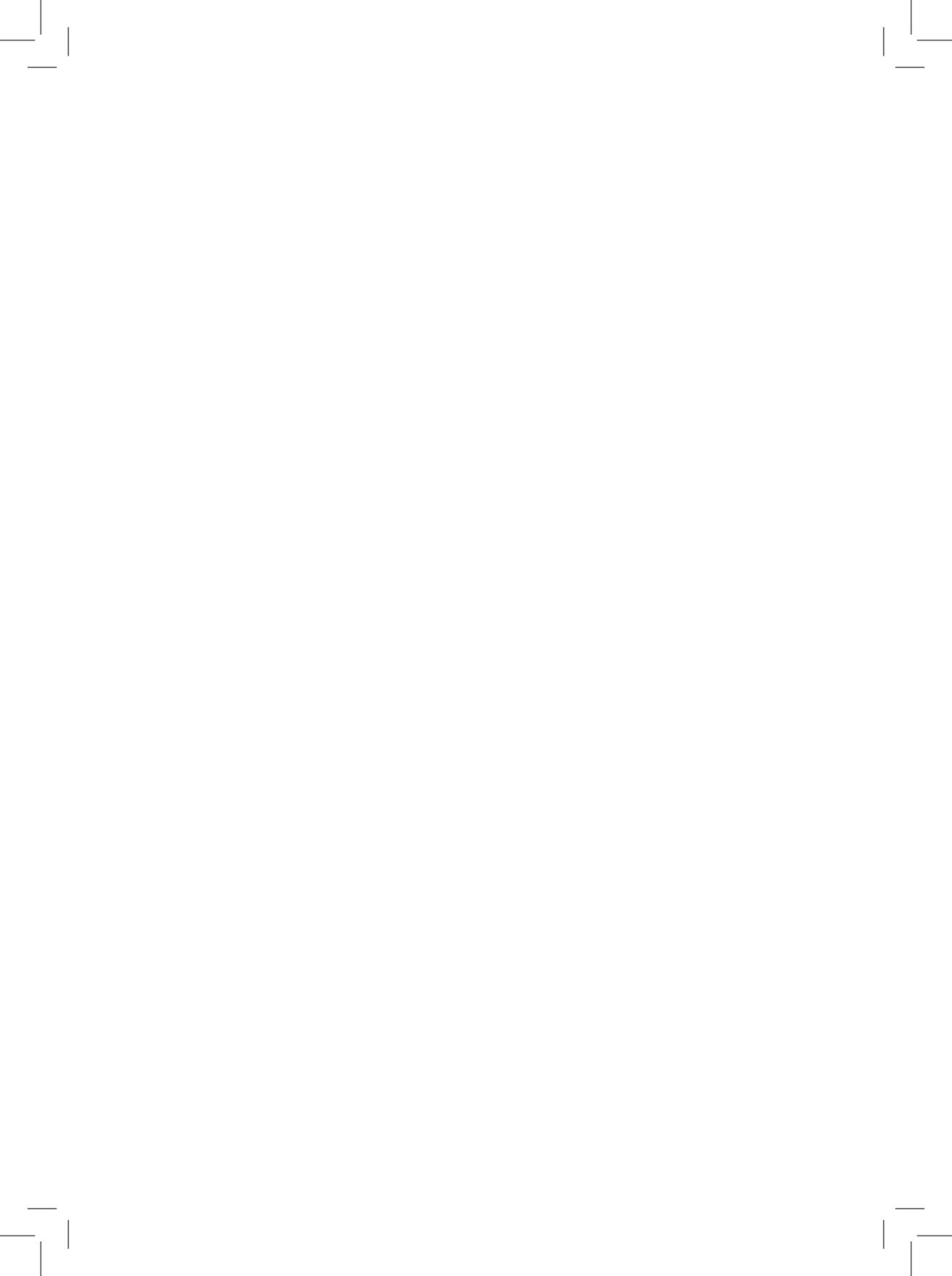
O cajueiro é uma cultura de grande relevância para a região Nordeste do Brasil, pois gera empregos e renda nos setores de produção, de industrialização e de comercialização. Embora a principal renda dessa atividade ainda se origine da amêndoa da castanha-de-caju, a utilização do pedúnculo para consumo in natura, bem como o seu processamento sob a forma de sucos, doces e outras bebidas, surge como nova oportunidade de agregação de valor na cadeia produtiva, pelo aproveitamento integral do fruto e pedúnculo.

Ao longo dos últimos 24 anos, diversos avanços em tecnologia, produtos e processos no agronegócio do caju foram obtidos pela pesquisa agropecuária, com destaque para o lançamento de variedades mais produtivas, propagação de mudas em tubetes, substituição de copas em cajueiros-comuns e implantação de minifábricas de processamento de castanha.

Esta nova versão, revista e ampliada, da primeira edição do Documento *Nutrição Mineral do Cajueiro*, de 1995, contém uma síntese dos avanços de pesquisa obtidos nos últimos 16 anos a respeito desse tema, além de evidenciar a necessidade de mais estudos em lacunas ainda existentes.

Cláudio Rogério Bezerra Torres

Chefe-Geral da Embrapa Agroindústria Tropical



Sumário

Nutrição Mineral do Cajueiro	9
Introdução.....	9
Exigências nutricionais	12
Efeitos dos nutrientes	22
Ciclagem dos nutrientes	25
Diagnose foliar.....	27
Sintomas de deficiências	30
Referências	37



Nutrição Mineral do Cajueiro

Vitor Hugo de Oliveira

Carlos Alberto Kenji Taniguchi

Lindbergue Araujo Crisostomo

Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), cultivado no mundo em cerca de 4 milhões de hectares, alcançou produção de 3,35 milhões de toneladas de castanhas-de-caju no ano de 2009 (Tabela 1). Nesse cenário, o Brasil é responsável por 18,5% da área de cultivo, mas apenas por 6,6% da produção mundial de castanhas. O rendimento brasileiro de 270 kg ha⁻¹ é muito baixo quando comparado ao de países como Índia e Costa do Marfim, que apresentaram produtividade média nos anos de 2007 a 2009 de 757 kg ha⁻¹ e 422 kg ha⁻¹ de castanhas, respectivamente. No ano de 2010, a área colhida, a produção e a produtividade de castanhas-de-caju foram de 752.021 ha, 102.002 t e 136 kg ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2011a).

A cultura do cajueiro era considerada sem expressão econômica até algumas décadas; entretanto, a partir de 1968, apresentou um rápido crescimento na área cultivada, ao ponto de sua exploração constituir-se, atualmente, numa das principais fontes geradoras de divisas e empregos para o Nordeste do País. Os Estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte são responsáveis por 79,2% da produção brasileira de castanha-de-caju (Tabela 2).

Tabela 1. Área de cultivo e produção de castanha-de-caju no período de 2007 a 2009.

Países	2007			2008			2009		
	Área (ha)	Produção (t)							
Benin	213.559	60.000	215.000	62.000	215.000	49.487	215.000	49.487	
Brasil	731.412	140.675	747.434	243.253	758.085	220.505	758.085	220.505	
Costa do Marfim	660.000	280.000	660.000	308.680	660.000	246.383	660.000	246.383	
Guiné Bissau	215.593	98.000	212.000	81.000	212.000	64.653	212.000	64.653	
Índia	854.000	620.000	868.000	665.000	893.000	695.000	893.000	695.000	
Indonésia	308.171	146.148	308.129	156.652	310.000	145.000	310.000	145.000	
Nigéria	330.000	660.000	330.000	727.603	330.000	580.761	330.000	580.761	
Vietnã	302.800	1.249.600	321.100	1.234.000	340.800	958.000	340.800	958.000	
Mundo	4.050.177	3.690.399	4.061.105	3.929.509	4.103.562	3.350.929	4.103.562	3.350.929	

Fonte: Faostat (FAO, 2011).

Tabela 2. Produtividade de castanhas-de-caju no período de 2006 a 2010.

Unidade da federação	Produtividade de castanhas-de-caju (kg ha ⁻¹)				
	2006	2007	2008	2009	2010
Maranhão	335	338	342	348	351
Piauí	263	138	313	252	85
Ceará	352	142	313	263	99
Rio Grande do Norte	417	347	365	386	219
Paraíba	366	360	400	399	306
Pernambuco	785	742	817	803	832
Bahia	245	221	180	207	210
Outros	540	560	602	727	664
Brasil	343	192	325	291	136

Fonte: Adaptado de IBGE (2011b).

A baixa produtividade de castanhas pode ser atribuída, em parte, à adoção limitada das tecnologias existentes para o sistema de produção do cajueiro (preparo do terreno, mudas enxertadas, irrigação, controle de pragas e doenças, colheita e pós-colheita). No Estado do Ceará, os produtores de caju de mesa adotam 46,7% das tecnologias recomendadas, enquanto os produtores de caju para suco e castanha empregam apenas 36,4% e 30,1%, respectivamente (LIMA et al., 2010). Segundo esses autores, a dificuldade de acesso ao crédito e os baixos preços recebidos pela castanha e pelo pedúnculo são fatores determinantes para a baixa adoção de tecnologias pelos cajucultores.

O custo dos fertilizantes e o reduzido número de resultados experimentais consistentes têm sido apontados como os principais fatores responsáveis pela não adoção da prática da adubação. Além disso, persiste a suposição da baixa exigência nutricional do cajueiro, uma vez que é cultivado em solos normalmente impróprios para outros cultivos (AGNOLONI; GIULIANI, 1977; MENON; SULLADMATH, 1982; NAIR et al., 1979). Na Nigéria, as principais áreas produtoras de caju

apresentaram concentrações de nutrientes nas folhas e amêndoas de castanha abaixo da faixa considerada adequada, como reflexo do cultivo em solos de baixa fertilidade (AIKPOKPODION et al., 2009).

A substituição do cajueiro-comum pelo anão-precoce, de maior potencial produtivo, bem como o estabelecimento de um programa de utilização adequada de corretivos de acidez, de fertilizantes e de defensivos agrícolas podem contribuir para a melhoria do sistema de produção do cajueiro.

Infelizmente, ao contrário do que normalmente ocorre nos estudos de adubação e nutrição mineral com outras culturas perenes, como café e citros, por exemplo, nas quais ocorre uma sequência lógica de início, meio e fim, sobre o cajueiro verificam-se trabalhos isolados e estanques e com metodologias pouco claras, dificultando a sua repetição. A melhor prova disso é a literatura citada ao final dos artigos publicados, nos quais a maioria dos autores deixa de mencionar estudos anteriores dentro da mesma linha de pesquisa.

Procurando suprir essa deficiência, neste trabalho serão reunidos os conhecimentos atualmente existentes no que concerne aos seguintes aspectos: exigências nutricionais da planta, absorção, exportação, papel dos nutrientes e sintomas visuais de carências nutricionais no cajueiro.

O conjunto das informações apresentadas origina-se de estudos realizados e publicados na Austrália, Índia, Nigéria, Zâmbia e Brasil. A maioria das tabelas e gráficos originais foram adaptados e/ou modificados, visando torná-los mais compreensíveis e atraentes.

Exigências nutricionais

Desenvolvimento de mudas e plantas adultas de cajueiro

A propagação do cajueiro pode ser feita por meio de plantio direto das sementes (mudas de pé-franco) ou por meio da enxertia de

propágulos (mudas enxertadas). A utilização de mudas de pé-franco não é recomendável, uma vez que plantas propagadas por esse meio apresentam menor rendimento e padronização de castanhas e pedúnculos, além da dificuldade de manejo do pomar em razão da heterogeneidade de altura e diâmetro da copa das plantas (CRISÓSTOMO et al., 1992). As mudas de cajueiro-anão-precoce são produzidas pela formação do porta-enxerto a partir de sementes, e a enxertia dos propágulos, por fenda lateral ou por borbulhia, atingindo condições adequadas para o plantio entre 90 e 120 dias após a semeadura (CAVALCANTI JÚNIOR, 2005).

Apesar da recomendação da propagação do cajueiro-anão-precoce por meio de mudas enxertadas, a maior parte dos estudos relacionados à nutrição mineral e ao desenvolvimento das mudas refere-se às de pé-franco. Tanto a absorção de nutrientes quanto o crescimento das mudas podem ser influenciados pelo método de propagação, como observado em alguns estudos. Mudanças enxertadas de cajueiro plantadas em três locais no Estado de São Paulo apresentaram maior concentração de K e menor de Mn nas folhas e melhor desenvolvimento em altura e diâmetro da copa, em relação às não enxertadas. A produção de grãos foi dependente da interação porta-enxerto e enxerto (FAHL et al., 1998). Tomaz et al. (2006) observaram variação na absorção, translocação e na utilização de Zn, Cu e Mn em mudas de cajueiro de pé-franco e enxertadas.

Tanto Ximenes (1995) quanto Lima (1996) verificaram que o acúmulo de matéria seca da parte aérea de mudas de pé-franco de 'CCP 76' é lento até os 60 dias da germinação, seguido de rápido desenvolvimento em curto período (Figura 1a).

Para o cajueiro-comum, Haag et al. (1975a) observaram que o acúmulo de matéria fresca total (raízes, caule, ramos, folhas e frutos), a exemplo de outras culturas perenes, obedece a uma sigmoide típica, sendo contínuo e acentuado, especialmente a partir do quarto ano, tendendo a se estabilizar próximo aos 12 anos de idade (Figura 1b). O acúmulo de matéria fresca total ocorre mais rapidamente entre 7 e 9 anos de idade.

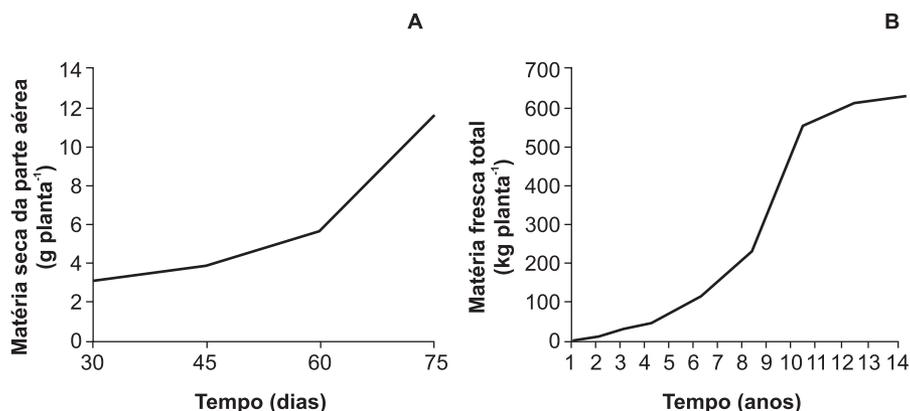


Figura 1. Acúmulo de matéria seca na parte aérea de mudas de cajueiro-anão-precoce 'CCP 76' (a) e de matéria fresca total (raízes, caule, ramos, folhas e frutos) de cajueiro comum (b). Adaptado de Lima (1996) e Haag et al. (1975a).

Absorção de nutrientes pelo cajueiro

De modo geral, o acúmulo de nutrientes nos órgãos vegetais segue a tendência do desenvolvimento das plantas. Da mesma forma que ocorre com a matéria seca, o acúmulo de nutrientes em mudas de cajueiro-anão-precoce é lento nos primeiros dias e, a partir dos 60 dias, ocorre um acúmulo acentuado de nutrientes na parte aérea (Figura 2). A demanda de nutrientes no estágio inicial das mudas de cajueiro é suprida pelos cotilédones e, em menor proporção, pelo sistema radicular (XIMENES, 1995). De acordo com o autor citado, os nutrientes contidos nos cotilédones foram responsáveis pelo fornecimento de 56,5% do N, 54,2% do P, 35,5% do S, 18,6% do K, 16,2% do Mg e 1,2% do Ca, os quais foram absorvidos por mudas de pé-franco do 'CCP-76'. Com a exaustão dos cotilédones, aproximadamente aos 45 dias, ocorre o desenvolvimento do sistema radicular. Assim, a dependência dos nutrientes contidos nos cotilédones apenas no início do desenvolvimento das plantas explica as respostas das mudas de cajueiro às aplicações de fertilizantes encontradas em diversos estudos (XIMENES, 1995; MENDONÇA et al., 2008). Lima et al. (2001) verificaram que a aplicação de húmus de minhoca associada

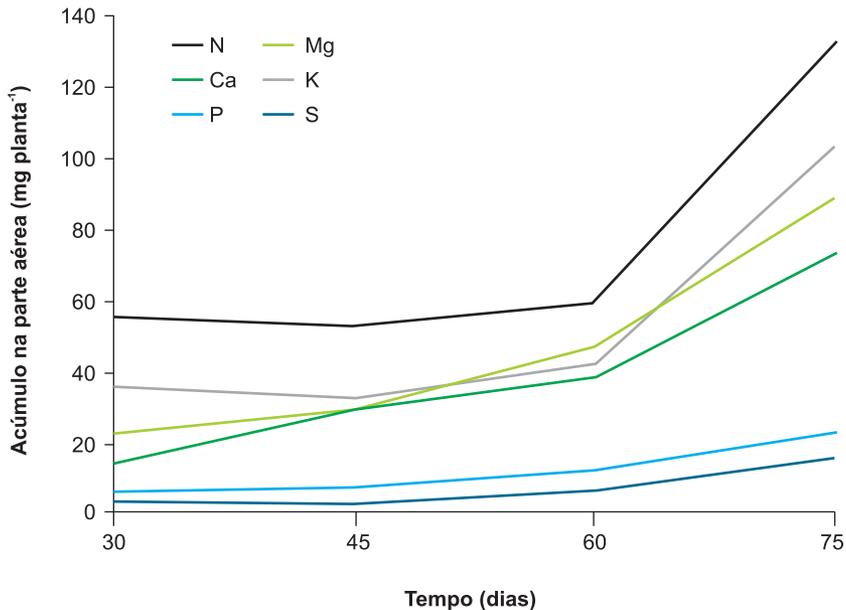


Figura 2. Marcha de absorção de macronutrientes por mudas de cajueiro-anão-precoce 'CCP 76'.

Fonte: adaptado de Lima (1996).

a fertilizantes minerais e ao corretivo de acidez em Argissolo Vermelho-Amarelo promoveu aumento na altura, no peso de matéria seca da parte aérea e no número de folhas de mudas de cajueiro-anão-precoce 'CCP 76'.

Haag et al. (1975a) verificaram que o acúmulo de N, P, K, Ca e Mg em plantas de cajueiro-comum apresentaram duas épocas de intensidade, a primeira, do 3º ao 8º ano, e a segunda, do 8º ao 10º ano (Figura 3a). Após essa idade, houve diminuição no ritmo de absorção e perda de nutrientes, fenômeno que ainda não está bem explicado. O S não apresentou época preferencial de acúmulo nas plantas (Figura 3a).

Com relação aos micronutrientes, B, Cu e Zn também exibiram duas épocas distintas; após a primeira, até o 4º ano, houve aumento

considerável no acúmulo desses nutrientes (Figura 3b). O Fe acumulou na planta de modo contínuo e até o 10º ano, enquanto o Mn apresentou acúmulo até o 12º ano, seguido de diminuição na quantidade acumulada.

Em resumo, aos 10 anos de idade, os nutrientes exigidos pelo cajueiro-comum obedeceram à seguinte ordem (Haag et al., 1975a):

$N > K > Mg > P = Ca > S > Mn > B > Zn > Fe > Cu$.

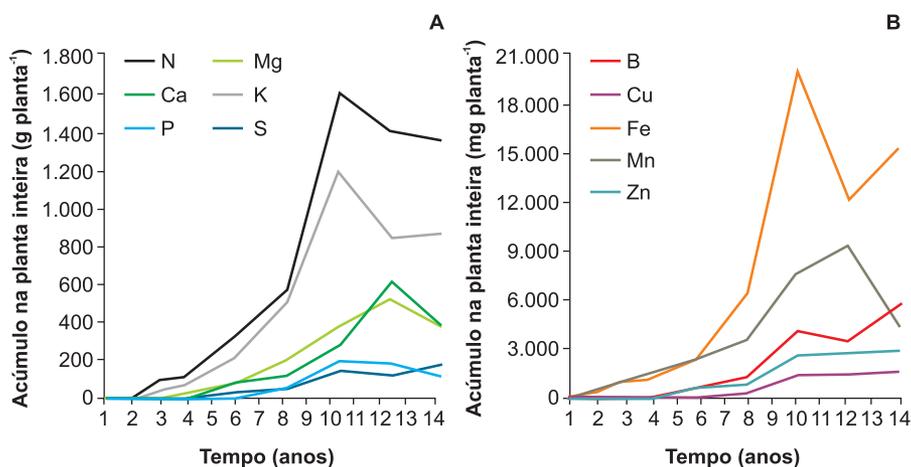


Figura 3. Marcha de absorção de macro (a) e micronutrientes (b) por plantas inteiras (raízes, caule, ramos, folhas e frutos) de cajueiro-comum.

Fonte: adaptado de Haag et al. (1975a).

A concentração de nutrientes no cajueiro apresenta variação de acordo com o órgão da planta, como pode ser observado na Tabela 3. Particularmente com relação às folhas, a diferença na concentração dos nutrientes nas folhas novas e velhas se deve à mobilidade do elemento na planta, ou seja, os de maior mobilidade como o N, P, K e Mg apresentam valores maiores nas folhas mais novas. Isso ocorre por causa da redistribuição desses elementos dos órgãos senescentes para

as regiões de crescimento. O Ca, imóvel no floema, apresenta teores mais altos nas folhas velhas do que nas novas. Folhas coletadas nos ramos terminais apresentaram concentrações de N, P e K maiores que as coletadas na parte basal dos ramos, indicando o acúmulo de nutrientes nos pontos de crescimento do cajueiro (YAACOB et al., 1985). Kamal et al. (1985) também constataram que as concentrações de N, P e K nas folhas mais novas são maiores do que nas velhas. Após o período de frutificação, as folhas maduras, produzidas na estação anterior, apresentaram concentrações de N, P e K menores do que as recém-maduras (KUMAR et al., 1982a, 1985). A concentração de N nas folhas foi maior que nos pecíolos, enquanto as de K e Ca foram maiores nas folhas, tanto na fase vegetativa quanto nos ramos com flores ou sem flores (KUMAR, 1982). Folhas coletadas no topo ou na parte mais baixa da planta não apresentaram diferenças nas concentrações de N, P e K (KUMAR et al., 1982a, 1985). Reddy et al. (1981), por sua vez, verificaram que folhas dos ramos inferiores apresentaram concentrações mais altas de N, P e K do que ramos superiores.

A concentração de nutrientes em uma determinada parte da planta pode variar de acordo com a época do ano, como verificado em diversos estudos. Correa et al. (1991) observaram que a concentração de N nas folhas decresce a partir de junho, apresentando menor valor

Tabela 3. Concentração de macronutrientes na matéria seca nas diversas partes de cajueiro-anão-precoce 'CCP 06'.

Nutriente	Caule (g kg ⁻¹)	Folhas novas (g kg ⁻¹)	Folhas velhas (g kg ⁻¹)	Flores (g kg ⁻¹)
N	16,8	22,6	16,9	6,3
P	3,0	1,6	1,1	0,9
K	12,8	25,0	15,8	3,8
Ca	6,2	7,7	9,3	0,9
Mg	3,7	2,9	2,4	0,8
S	1,4	2,6	2,5	0,5

Fonte: adaptado de Melo (1991).

em outubro, em razão da baixa pluviosidade no período em que diminui a absorção do nutriente. Esse período coincidiu com o florescimento e frutificação, em que os nutrientes são translocados para a formação das flores e frutos. A concentração de P e K, analogamente ao N, variou de acordo com a época do ano. A diminuição na concentração nos períodos de abril a junho e de agosto a dezembro pode ser explicada, no primeiro caso, pela baixa atividade da planta causada pela temperatura mais baixa, e pela translocação dos nutrientes para flores e frutos, no segundo.

Almeida et al. (1992) verificaram que as concentrações de N, P e K nas folhas do cajueiro-anão-precoce 'CCP 76' foram mais altas no período que antecede a floração (maio e junho), diminuíram durante a floração (julho, agosto e setembro) e atingiram valores mais baixos no período de maior produção (novembro e dezembro) (Figura 4). A diminuição na concentração de nutrientes pode ser explicada pela translocação de nutrientes das folhas para a formação de flores e frutos, a fim de suprir a alta exigência nutricional na fase reprodutiva da planta.

Em experimento com cajueiro-anão-precoce, Bezerra et al. (1999) não encontraram diferenças nas concentrações dos nutrientes nas folhas dos clones 'CCP 76' e 'CCP 09'; entretanto, os autores verificaram variações ao longo do ano por causa da fase fenológica da planta e da precipitação pluviométrica do local (Figura 5).

As concentrações de N, P, Mg e S (Figuras 6a, 6b, 6c e 6d, respectivamente) atingiram valores máximos no início da estação seca (agosto), em decorrência do término da fase de repouso vegetativo da planta e início da emissão de folhas novas e formação dos primórdios florais. Em seguida, houve diminuição na concentração em razão da translocação desses nutrientes para a formação das estruturas reprodutivas. A concentração de K aumentou com o início da estação seca e manteve-se invariável durante a fase de floração e frutificação (Figura 6e). A concentração de Ca foi maior nas folhas produzidas na estação anterior, enquanto nas demais épocas, as folhas eram oriundas da brotação do ano (Figura 6f).

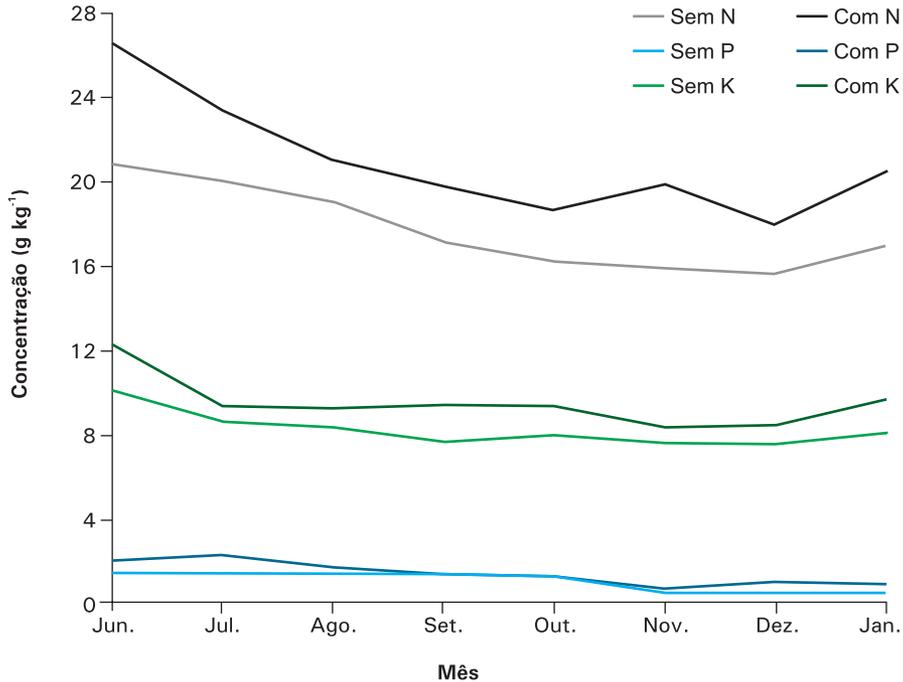


Figura 4. Concentração de N, P e K em folhas de cajueiro-anão-precoce 'CCP 76' adubado com 144 g planta⁻¹ de N, 116 g planta⁻¹ de P e 96 g planta⁻¹ de K, e não adubado.

Fonte: adaptado de Almeida et al. (1992).

Exportação de nutrientes

A definição da quantidade de nutrientes exportada por uma determinada cultura é importante para estabelecer a reposição deles ao solo, de modo que sua fertilidade seja mantida. No caso do cajueiro, a exportação de nutrientes ocorre com a colheita do pedúnculo e da castanha.

A exportação de macro e micronutrientes pela castanha e pelo pedúnculo, obtida por Haag et al. (1975a), está apresentada na Tabela 4.

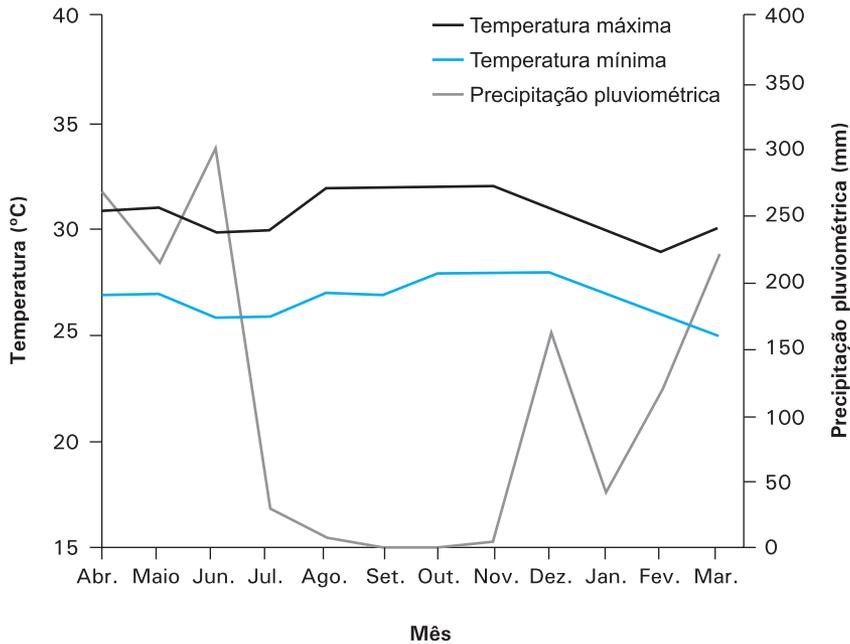


Figura 5. Temperatura do ar máxima e mínima e precipitação pluviométrica em Pacajus, CE.

Fonte: adaptado de Bezerra et al. (1999).

Por esses resultados, verificam-se as pequenas quantidades de nutrientes exportadas por meio de frutos, especialmente em Ca e S. Entre os micronutrientes, o Fe, seguido do B são os nutrientes exportados em maiores quantidades. Partindo do princípio de que a absorção de S pela planta é contínua (Figura 3a), conclui-se que esse nutriente deve ter maior importância para outras partes, ou funções, que não o fruto e o pedúnculo.

Em resumo, a quantidade de nutrientes exportados pela castanha + pedúnculo obedece à seguinte ordem (HAAG et al., 1975a):

$N > K > P = Mg > S > Ca > Fe > B > Cu > Mn.$

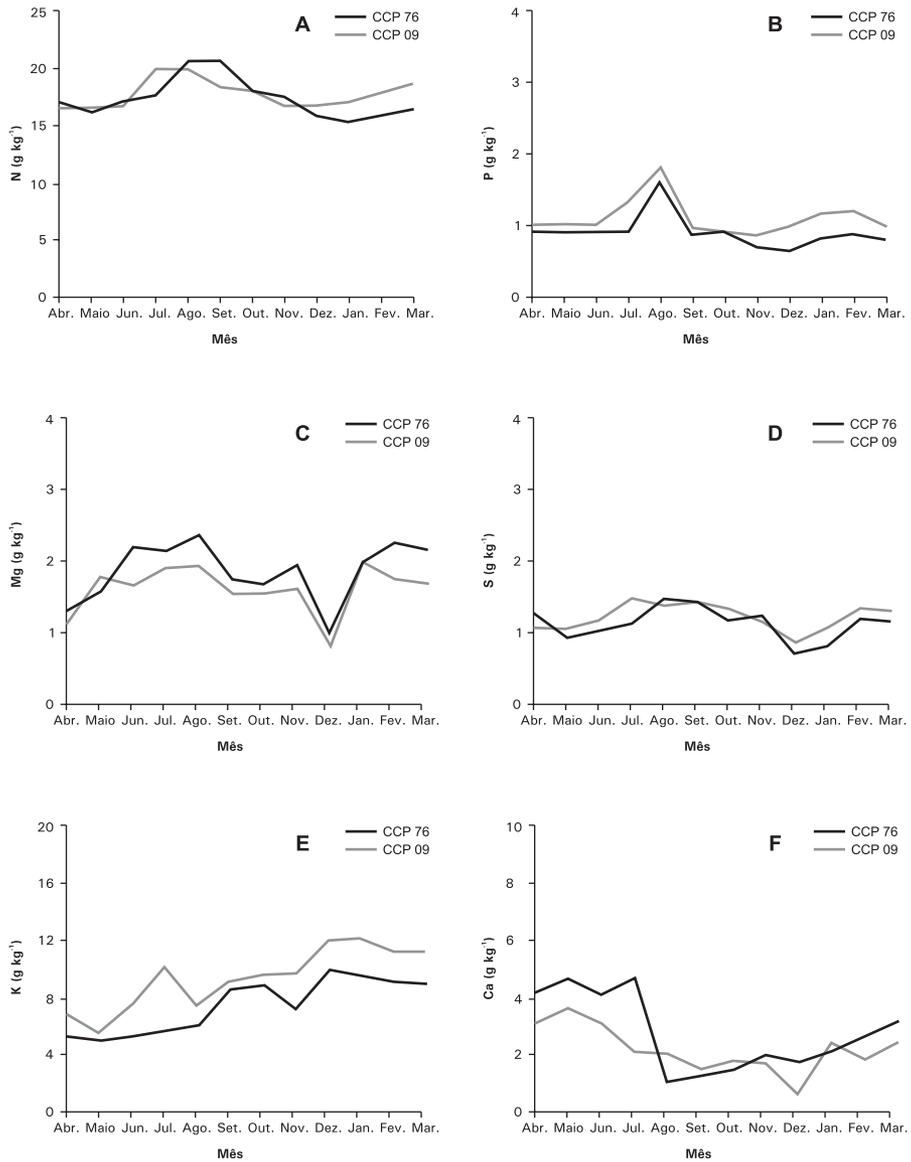


Figura 6. Concentração de N (a), P (b), Mg (c), S (d), K (e) e Ca (f), em folhas de cajueiro-anão-precoce, clones 'CCP 76' e 'CCP 09'.

Fonte: adaptado de Bezerra et al. (1999).

Tabela 4. Exportação de macro e micronutrientes pela castanha e pelo pedúnculo, na base seca.

Nutriente	Castanha	Pedúnculo	Total
	(g kg ⁻¹)		
N	13,70	14,09	13,90
P	1,42	1,30	1,36
K	6,65	5,78	6,21
Ca	0,49	0,28	0,38
Mg	1,36	1,26	1,31
S	0,55	0,51	0,53
	(mg kg ⁻¹)		
B	10,42	26,43	18,53
Cu	15,61	16,79	16,21
Fe	28,36	45,27	36,93
Mn	14,92	11,64	13,26

Fonte: adaptado de Haag et al. (1975a).

Fragoso et al. (1999) observaram que, com exceção da quantidade exportada de Ca nos pedúnculos, os demais macronutrientes não diferiram entre clones de cajueiro-anão-precoce 'CCP 76' e 'CCP 09' (Tabela 5). Apenas para repor os macronutrientes primários exportados pelo pedúnculo + castanha, seriam necessários 48 kg ha⁻¹ de N, 12 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 52 kg ha⁻¹ de K₂O. Considerando que a eficiência da adubação não é 100% em virtude das possíveis perdas por volatilização do NH₃, fixação do P e lixiviação do NO₃⁻ e K⁺, a quantidade necessária para evitar a degradação do solo seria bem maior que as mencionadas acima.

Efeitos dos nutrientes

Ghosh (1990), em experimento com doses de NPK, verificou que a aplicação de N aumentou em 91,6% a produção de castanha em

Tabela 5. Quantidades exportadas de N, P, K, Ca, Mg e S pela castanha, pedúnculo e total (castanha + pedúnculo) de cajueiro-anão-precoce 'CCP 76' e 'CCP 09', durante o período de frutificação (outubro/dezembro), em Pacajus, CE.

Nutriente	Castanhas ⁽¹⁾		Pedúnculos		Total	
	CCP 76	CCP 09	CCP 76	CCP 09	CCP 76	CCP 09
	(kg ha ⁻¹)					
N	23,24 a ⁽²⁾	21,35 a	24,25 a	15,46 a	47,49	36,81
P	2,51 a	2,76 a	2,72 a	2,14 a	5,23	4,90
K	12,15 a	13,63 a	31,19 a	27,67 a	43,34	41,30
Ca	0,74 a	0,51 a	0,34 a	0,17 b	1,08	0,68
Mg	4,39 a	4,12 a	3,41 a	2,31 a	7,80	6,43
S	1,18 a	1,24 a	1,23 a	1,06 a	2,41	2,30

⁽¹⁾ Quantidade de nutrientes exportadas considerando a produção de 1.972 kg ha⁻¹ e 1.880 kg ha⁻¹ de castanhas e de 24.957 kg ha⁻¹ e 18.993 kg ha⁻¹ de pedúnculos, para os clones 'CCP 76' e 'CCP 09', respectivamente.

⁽²⁾ Médias seguidas de mesma letra, na mesma parte do fruto, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Fonte: adaptado de Fragoso et al. (1999).

relação ao tratamento-testemunha. Atribuiu-se ao fato de o N ter sido aplicado ao solo na forma de ureia, proporcionando um incremento na atividade da enzima urease, que é responsável pela hidrólise da ureia em amônia, prontamente disponível para a planta. O N, sendo um componente de aminoácidos, nucleotídeos, ácidos nucleicos e um grande número de coenzimas, auxinas e citocininas, pode induzir o alongamento e o desenvolvimento celular e, assim, aumentar a produção de castanha. O N também auxilia na síntese de carboidratos, proteínas e outros metabólitos, resultando no aumento do peso da castanha. Com relação ao P, também se constatou um incremento na produção de castanhas (número e peso), resultando em aumento de produção de aproximadamente 64%. O P desempenha um papel chave no processo de transferência de energia, respiração e fotossíntese, além de estar presente em ácidos nucleicos, nucleotídeos e fosfolipídeos. O K também aumentou o número e o peso total de castanhas por

planta. Ele exerce um papel vital na síntese de aminoácidos e proteínas oriundos dos íons de amônio absorvidos do solo. Além disso, também responde pela manutenção da organização celular, regulando a permeabilidade da membrana celular e mantendo o protoplasma num grau adequado de hidratação, mediante a estabilização de emulsões de partículas altamente coloidais.

Outros estudos também verificaram respostas do cajueiro à adubação com NPK. A aplicação de 500 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N aumentou a duração da floração do cajueiro e, com essa dose de N, associada a 200 g planta⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅ e de K₂O, houve incremento no número e peso de castanhas (GHOSH, 1989). A aplicação de 127 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N, 181 g planta⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅ e 104 g planta⁻¹ ano⁻¹ K₂O aumentou em 259% a produção de castanhas em relação ao tratamento-testemunha (VIDYACHANDRA; HANAMASHETTI, 1984). Grundon (1999) verificou aumento na produção de castanhas com a aplicação de doses de até 288 g planta⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅ e 176 g planta⁻¹ ano⁻¹ de SO₄²⁻.

Crisostomo et al. (2004) verificaram que a máxima produtividade de 1.753 kg ha⁻¹ de castanhas no sétimo ano de cultivo do clone 'CCP 76' foi associada à aplicação de 55,8 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (273 g planta⁻¹ ano⁻¹) de N e 31,2 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (153 g planta⁻¹ ano⁻¹) de K₂O. O maior retorno econômico, estimado para a produção de 1.536,3 kg ha⁻¹ de castanhas, foi obtido com a aplicação de 21,9 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 8,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e K₂O. Entretanto, sob condição de irrigação, a aplicação isolada ou combinada de N e K não resultou em aumento de produtividade de castanhas no quinto ano de cultivo do clone 'CCP 76' e a dose máxima econômica correspondeu a 76,8 kg ha⁻¹ (376 g planta⁻¹) com produção de 2.667,2 kg ha⁻¹ de castanhas (PINHEIRO, 2002).

A adubação potássica não aumentou a produção de castanhas, mas a produção máxima de 766 kg ha⁻¹, obtida com 125 kg ha⁻¹ de N e 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi condicionada pela aplicação de potássio (SAWKE et al., 1985). Por sua vez, em North Queensland (Austrália), a aplicação de doses de até 3 kg planta⁻¹ ano⁻¹ de K₂O não aumentou a produção de castanhas (GRUNDON, 1999).

Ciclagem de nutrientes

No sistema de produção em que a finalidade de cultivo do cajueiro é a colheita da castanha, o pedúnculo não é aproveitado e é deixado no campo. Esse material orgânico, juntamente com outras partes da planta, como folhas, flores e frutos que caem na superfície do solo, podem passar pelo processo de mineralização, e os nutrientes contidos neles podem ser reaproveitados pelas plantas. A ciclagem de nutrientes pela planta tem contribuído para amenizar o processo de degradação dos solos cultivados com cajueiro (FRAGOSO et al., 1999). Na Tabela 5, estão apresentadas as quantidades de nutrientes contidos nos pedúnculos de dois clones de cajueiro-anão-precoce.

Richards (1992) observou que a fitomassa do cajueiro-comum com 6 anos de idade foi composta por 40,1% de folhas; 26,3% de pedúnculos; 20,4% de cascas de castanhas; 8,5% de amêndoas e 4,7% de flores. Verificou, ainda, que a fitomassa proveniente da queda de folhas, pedúnculo e flores forneceu 15,5% e 37,7% dos requerimentos totais de P e Ca da planta, respectivamente. A maior parte do N e P existente na fitomassa originou-se da amêndoa, enquanto o K foi proveniente do pedúnculo e as folhas foram as principais fornecedoras de Ca e Mg. A fitomassa do cajueiro-comum apresentou potencial de fornecimento de 107 ha ano⁻¹ de N, 13 ha ano⁻¹ de P e 63 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K.

De acordo com Queiroz (2005), cajueiros 'CCP 76' com idade variando de 2 a 9 anos produziram, anualmente, na base seca, de 4,25 t a 8,54 t de serapilheira (folhas, galhos, inflorescências, pedúnculos e castanhas). Em todas as épocas avaliadas (dezembro a março; março a junho; junho a setembro e setembro a janeiro), as folhas foram responsáveis pela maior contribuição na deposição total de serapilheira. No período de setembro a janeiro, as castanhas e as inflorescências contribuíram com 21% e 19% na produção total de serapilheira, respectivamente. Soares et al. (2008) estimaram que as folhas do cajueiro poderiam contribuir anualmente com 40,2 kg ha⁻¹ de N; 0,75 kg ha⁻¹ de P e 9,5 kg ha⁻¹ de K (Tabela 6).

Tabela 6. Potencial de ciclagem anual de nutrientes das folhas de serapilheira do cajueiro-anão-precoce 'CCP 76', com idades de implantação.

Idade/ anos	(kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)					(g ha ⁻¹ ano ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
2	28,3bc	0,59ab	8,8a	26,7a	9,6ab	1,7ab	10,6a	370,1b	587,9a	34,7c
3	26,3c	0,50b	7,5a	26,9a	6,4b	1,7b	9,3a	376,5b	557,6a	40,4bc
8	57,3a	0,97a	11,1a	30,0a	13,9a	3,3a	16,1a	806,9a	559,8a	70,4ab
9	48,9ab	0,94a	10,7a	32,6a	14,5a	3,2ab	15,0a	714,1ab	378,0a	81,9a
Média	40,2	0,75	9,5	29,1	11,1	2,5	12,8	566,9	520,8	56,9
CV%	38,6	35,8	51,5	34,9	37,3	44,2	39,5	44,0	42,1	41,8

Nota: Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: adaptado de Soares et al. (2008).

Diagnose foliar

A análise química do tecido vegetal é uma ferramenta que permite a avaliação do estado nutricional das plantas por meio de comparação de um padrão preestabelecido. As folhas refletem o estado nutricional das plantas, pois nelas ocorrem os processos fisiológicos. Assim, a diagnose foliar é utilizada para a identificação da deficiência ou da toxicidade de nutrientes, bem como para complementar as informações da análise química do solo para a recomendação da adubação. No caso das culturas perenes, as informações das análises químicas do solo e da planta são mais relevantes, pois permitem a correção de uma possível deficiência ainda no mesmo ano agrícola.

Alguns trabalhos relacionam o estado nutricional do cajueiro com a produção de castanhas. Suisheng et al. (1991) encontraram correlação positiva ($r = 0,73^{**}$) entre concentração de N em folhas recém-maduras amostradas no estágio inicial de florescimento e após um mês da colheita e produção de castanhas por planta. Segundo os autores, quando a concentração de N nas folhas foi superior a 15 g kg^{-1} , a produção alcançou 300 kg ha^{-1} de castanhas. Quando a concentração de N nas folhas foi inferior a 13 g kg^{-1} , a produção média de castanhas foi menor que 150 kg ha^{-1} . Na Austrália, O'Farrell et al. (2010) observaram que o parcelamento da adubação nitrogenada no período vegetativo da planta (de dezembro a abril) proporcionou a máxima produção de castanhas e a diminuição do florescimento tardio (e, como consequência, a queda de frutos no período em que as condições climáticas não eram favoráveis à colheita). A máxima produção de castanhas foi relacionada à concentração de 20 g kg^{-1} de N em folhas maduras coletadas em maio/junho; entretanto, em caso de detecção de deficiência de N na planta, a correção nessa época resultaria em aumento da queda dos frutos. Assim, a coleta de folhas em novembro do ano anterior (antes do período principal de crescimento vegetativo), juntamente com as de maio/junho do ano seguinte, poderiam ser utilizadas como ferramentas para orientação da adubação nitrogenada.

Amostragem

Como mencionado anteriormente, a concentração de nutrientes no cajueiro pode ser influenciada por fatores como idade das folhas, tipo de ramo amostrado, época de amostragem, etc. Entretanto, nos trabalhos que envolvem a diagnose foliar, não existe a padronização desse tipo de informação, o que dificulta a comparação dos resultados.

Resumidamente, seguem abaixo algumas informações encontradas na literatura:

- a) Idade das folhas: folhas maduras (ALMEIDA et al., 1992; BEZERRA et al., 1999; CHAPMAN, 1964, citado por KAMAL et al., 1985; CRISOSTOMO et al., 2004; KUMAR et al., 1981, 1982a; 1982b;) no início do florescimento (CRISOSTOMO et al., 2004).
- b) Posição das folhas no ramo: 3^o par (CORRÊA et al., 1991) ou 4^a (PINHEIRO, 2002) ou 6^a folha (BEZERRA et al., 1999), a partir do ápice para a base do ramo de ramos frutíferos ou não frutíferos (ALMEIDA et al., 1992; BEZERRA et al., 1999; YAACOB et al., 1985).
- c) Posição e altura na planta: folhas na altura média, em cada ponto cardeal (BEZERRA et al., 1999; CORRÊA et al., 1991; CRISOSTOMO et al., 2004; PINHEIRO, 2002; YAACOB et al., 1985).
- d) Número de folhas por planta: 4 (PINHEIRO, 2002); 12 (CORRÊA et al., 1991; YAACOB et al., 1985); 16 (BEZERRA et al., 1999; CRISOSTOMO et al., 2004).
- e) Horário: amostragem feita entre 8h e 10h30 da manhã (CHAPMAN, 1964 citado por KAMAL et al., 1985).

Na Austrália, Kernot (1998) recomenda a coleta de quatro folhas maduras por planta no início do florescimento, em pelo menos 16 plantas

por hectare, enquanto no Brasil, Malavolta et al. (1997) sugerem a coleta de 40 folhas recém-maduras do ano no verão.

Preparo da amostra

A amostragem das folhas é uma etapa crítica, pois, se feita de forma incorreta, a análise resultante não refletirá o estado nutricional da planta, ocasionando a sub ou superestimativa da adubação. Assim, para evitar transtornos que venham mascarar os resultados da análise, recomenda-se:

- a) Separar a área com cajueiros de mesmo bloco clonal e idade.
- b) Amostrar o plantio em zigue-zague.
- c) Evitar a coleta de folhas danificadas por insetos, doenças ou fenômenos ambientais.
- d) Separar as folhas dos pecíolos para evitar uma eventual translocação de nutrientes.
- e) Amostrar as plantas separadamente em casos de sintomas de deficiência ou em manchas de solos.
- f) Não amostrar folhas após a aplicação de fertilizantes e defensivos ou após períodos intensos de chuvas.

As folhas coletadas devem ser acondicionadas em sacos de papel, identificadas e enviadas ao laboratório preferencialmente no mesmo dia. Caso contrário, acondicioná-las em refrigerador até o envio.

Interpretação dos resultados

Na Tabela 7, estão apresentadas as concentrações de macro e micronutrientes obtidas em folhas maduras de cajueiro do tipo comum (HAAG et al., 1975b; LATIS; CHIBILITI, 1988; RICHARDS, 1993) e anão precoce (MELO, 1991). A comparação dos resultados torna-se difícil em virtude das diferenças do tipo de cajueiro, da época de coleta

das folhas e da idade das plantas. Assim, os valores apresentados devem ser utilizados apenas como referência.

Tabela 7. Concentração de macro e micronutrientes em folhas de cajueiro, obtidas por diversos autores.

Nutriente	Haag et al. (1975b) ⁽¹⁾	Latis & Chibiliti (1988) ⁽²⁾	Richards (1993) ⁽³⁾	Melo (1991) ⁽⁴⁾
N (g kg ⁻¹)	22,9	19,8	15,7 – 16,4	16,9
P (g kg ⁻¹)	1,4	0,3	1,3 – 1,4	1,1
K (g kg ⁻¹)	8,9	1,5	7,4 – 9,5	15,8
Ca (g kg ⁻¹)	2,1	0,8	0,9 – 1,2	9,3
Mg (g kg ⁻¹)	3,4	0,8	1,6 – 1,8	2,4
S (g kg ⁻¹)	1,8	–	–	2,5
B (mg kg ⁻¹)	51,7	11,8	–	–
Cu (mg kg ⁻¹)	12,7	–	–	–
Fe (mg kg ⁻¹)	83,1	76,2	–	–
Mn (mg kg ⁻¹)	139,0	72,6	–	–
Zn (mg kg ⁻¹)	25,0	9,3	–	–

⁽¹⁾ Folhas de plantas com 10 anos.

⁽²⁾ Folhas maduras de plantas com 10 anos.

⁽³⁾ Folhas maduras de ramos sem flores em plantas com 2 a 4 anos.

⁽⁴⁾ Folhas velhas de cajueiro-anão-precoce com 9 meses.

Sintomas de deficiências

De acordo com Malavolta (2006), para a distinção dos sintomas de deficiências minerais daqueles causados por pragas e doenças, deve-se considerar que:

- a) A desordem nutricional é homogênea no campo.
- b) É necessário um gradiente: para os elementos móveis (N, P, K, Mg, Cl e Mo), que são redistribuídos nas plantas, a severidade

dos sintomas ocorre das folhas mais velhas (ou órgãos) para as mais novas. No caso dos elementos pouco móveis (S, Cu, Fe, Mn e Zn) ou quase imóveis (Ca e B), os sintomas são mais acentuados nas folhas mais novas.

- c) Os sintomas devem ser simétricos: a desordem nutricional ocorre no par de folhas ou em duas folhas consecutivas.

No cajueiro, o quadro sintomatológico das carências nutricionais foi estudado e caracterizado por vários autores (FALADE, 1978; HAAG et al., 1975a; 1975b; LATIS; CHIBILITI, 1988; MELO, 1991; OHLER; COESTER, 1979; ROVIRA, 1971; SARRUGE et al., 1975). Com base nos citados estudos, conduzidos sob condições controladas, em plantas de cajueiro cultivadas em substrato de areia ou em solução nutritiva completa e com omissão dos elementos essenciais, são descritos, a seguir, os principais sintomas de deficiência.

Nitrogênio

Os sintomas são os primeiros a se manifestarem: as folhas mais velhas tornam-se cloróticas da região apical para o limbo (Figura 7). Em razão da mobilidade do nitrogênio, a carência começa nas folhas mais velhas, com as mais novas mantendo-se verdes em consequência da redistribuição, que é um processo relativamente rápido no caso do N.



Foto: Luis Avilán Rovira

Figura 7. Folha normal à esquerda. Folhas no centro e à direita com deficiência de nitrogênio.

Fósforo

As folhas mais velhas apresentam inicialmente uma coloração verde-escura e, em estágio mais avançado, tornam-se verde-opacas e caem. Observa-se, também, um menor porte das folhas (Figura 8).

Foto: Noel Grundon



Figura 8. Folhas maduras e recém-maduras normais à direita. Folhas maduras com sintomas de deficiência de fósforo à esquerda.

Potássio

Inicia-se também nas folhas mais velhas, que apresentam uma leve clorose nas bordas. Ao contrário do N, os sintomas desenvolvem-se lentamente. Em estágio desenvolvido, a clorose avança para o limbo da folha, permanecendo verde apenas a base, numa espécie de V invertido (Figura 9).

Cálcio

Os sintomas manifestam-se precocemente, embora com progressão lenta. As folhas mais novas desenvolvem ondulações nas margens,



Foto: Noel Grundon

Figura 9. Folha madura em estágio inicial (acima) e avançado de deficiência de potássio (abaixo).

que se curvam para dentro e entre as nervuras (Figura 10). Por ser um elemento quase imóvel na planta, em condições de deficiência, os sintomas aparecem em órgãos ou em partes mais novas. Assim, o seu fornecimento deve ser durante todo o ciclo de crescimento.



Foto: Luis Avilán Rovira

Figura 10. Folha normal à direita. Folha à esquerda com deficiência de cálcio.

Magnésio

Verifica-se um amarelecimento internervural que começa na nervura principal e evolui para as bordas nas folhas mais velhas (Figura 11).

Foto: Luis Avilán Rovira



Figura 11. Folha normal à esquerda. Folha à direita com deficiência de magnésio.

Enxofre

As folhas mais novas tornam-se cloróticas, ao mesmo tempo em que ficam com a consistência mais rígida. No ápice, necroses acompanhadas de enrolamento das pontas afetadas e bordas rompidas (Figura 12). Além desses sintomas, as folhas terminais mais novas, enquanto se desenvolvem, ficam mais estreitas, diminuindo consideravelmente a superfície do limbo.

Manganês

Inicialmente, as folhas mais novas apresentam uma coloração verde-pálida, que evolui posteriormente para verde-amarelada, com as partes próximas às nervuras permanecendo verdes. Em algumas folhas, as margens apresentam uma coloração marrom. As plantas produzem pequeno número de folhas e o crescimento torna-se bastante lento, apesar de desenvolverem grande número de ramos laterais. É comum



Foto: Luis Avilán Rovira

Figura 12. Folha normal à esquerda. Folhas no centro e à direita com deficiência de enxofre.

ocorrerem agrupamentos de pequenas folhas em forma de roseta, além de secamento e queda prematura das folhas.

Boro

Os principais sintomas são a morte das gemas e das folhas mais novas, com as adjacentes tomando um aspecto coriáceo. Ocorre superbrotamento e repetição dos sintomas nos novos brotos emitidos.

Zinco

As plantas apresentam-se com internódios curtos e poucos ramos laterais. As folhas mais novas mostram-se pequenas, alongadas, com a coloração variando gradualmente do verde até o verde-pálido, com as nervuras permanecendo verde (Figura 13). As folhas maduras inferiores desenvolvem-se normalmente.

Ferro

O crescimento do cajueiro é seriamente comprometido na ausência de ferro. Em apenas um mês, os sintomas de deficiência tornam-se

Foto: Noel Grundon



Figura 13. Folha nova normal à esquerda. Folhas novas com deficiência de zinco.

visíveis, com uma severa clorose das folhas jovens que se tornam estreitas e delicadas ao tato. Com a progressão da carência, as folhas tornam-se translúcidas, e somente as mais velhas permanecem verde-claras.

Cobre

A carência do cobre traduz-se num ligeiro escurecimento na tonalidade verde. As folhas jovens apresentam-se mais alongadas e curvam-se para baixo, como se estivessem com estresse hídrico. O crescimento parece não ser afetado, pelo menos nos primeiros meses de vida da planta.

Molibdênio

Plantas apresentam as folhas terminais com uma coloração verde-clara e, posteriormente, verde-amarelada, com as nervuras esverdeadas. Nas folhas jovens pode ocorrer uma coloração marrom-avermelhada. Ohler & Coester (1979) verificaram um vigoroso desenvolvimento dos ramos laterais, em número e tamanho, nas plantas deficientes em molibdênio. Na Índia, plantas que apresentavam manchas amarelas internervais até o período de floração, seguido de amarelecimento completo, quedas das folhas e ramos com aparência de vassoura foram corrigidos com aplicação foliar de solução de molibdato de amônio 0,03% + surfactante 0,01%, indicando a deficiência de molibdênio (SUBBAIAH et al., 1986).

Referências

- AGNOLONI, M.; GIULIANI, F. **Cashew cultivation**. Florence: Istituto Agronomico per l'Oltremare, 1977. 168 p.
- AIKPOKPODION, P. E.; ULOKO, B.; EDIBO, G. Nutrient dynamics in soil and cashew (*Anacardium occidentale* L.) leaf and kernel in Kogi State, Nigeria. **Journal of Applied Biosciences**, Nairobi, v. 25, p. 1573-1578, 2009.
- ALMEIDA, F. A. G.; MENEZES JÚNIOR, J.; HERNANDEZ, F. F. F.; ALMEIDA, F. C. G. Efeito da adubação com NPK na concentração de nutrientes em folhas de cajueiro "anão precoce" (*Anacardium occidentale* L. var. nanum). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, p. 67-73, 1992.
- BEZERRA, F. C.; FRAGOSO, H. de A.; COSTA, J. T. A.; HERNANDEZ, F. F. F. Avaliação do estado nutricional de cajueiro anão-precoce, clones CCP-76 e CCP-09. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, p. 208-211, 1999.
- CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. Mudanças: padrões e exigências agrônômicas. In: OLIVEIRA, V. H. de; COSTA, V. S. de O. (Ed.). **Manual de produção integrada de caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. p. 111-120.
- CORRÊA, L. de S.; NASCIMENTO, Y. M. do; NEVES, L. U. Variações dos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em três tipos de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) durante o ano. **Científica**, São Paulo, v. 19, p. 19-29, 1991.
- CRISÓSTOMO, J. R.; GADÊLHA, J. W. R.; ARAÚJO, J. P. P. de; BARROS, L. de M. **Conseqüências do plantio de sementes oriundas de plantas enxertadas ("clones") ou de plantas de "pé franco" de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa - CNPA, 1992. 4 p. (Embrapa-CNPAT. Caju Informativo, 3).
- CRISOSTOMO, L. A.; ROSSETTI, A. G.; PIMENTEL, C. R. M.; BARRETO, P. D.; LIMA, R. N. de. Produtividade, atributos industriais e avaliação econômica de castanha em cajueiro-anão precoce adubado com doses crescentes de nitrogênio e potássio, em cultivo sob sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, p. 87-95, 2004.
- FAHL, J. I.; CARRELI, M. L. C.; GALLO, P. B.; COSTA, W. M. da; NOVO, M. do C. de S. S. Enxertia de *Coffea arábica* L. sobre progênies de *Coffea canephora* e de *C. congensis*

no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, Campinas, v. 57, p. 297-312, 1998.

FALADE, J. A. Effects of macronutrients on the growth and dry matter accumulation of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Turrialba**, San Jose, v. 28, p. 123-127, 1978.

FAO. **Faostat**: final 2009 data. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site>>. Acesso em: 27 out. 2011.

FRAGOSO, H. de A.; BEZERRA, F. C.; MELO, F. I. O.; HERNANDEZ, F. F. F. Exportação de macronutrientes pela castanha e pseudofruto de dois clones de cajueiro-anão-precoce. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 603-608, 1999.

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

GHOSH, S. N. Studies on the NPK requirements of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in laterite tract of West Bengal. **The Cashew**, v. 4, p. 6-9, 1990.

GRUNDON, N. J. Cashew nuts in North Queensland respond to phosphorus and sulfur fertilizers. **Better Crops International**, Norcross, v. 13, 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.): III – Absorção de nutrientes: nota prévia. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 32, p. 197-204, 1975a.

HAAG, H. P.; SARRUGE, J. R.; OLIVEIRA, G. D. de; DECHEN, A. R. Nutrição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.): I – Deficiência dos macronutrientes: nota prévia. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 32, p. 185-190, 1975b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil: setembro 2011. 2011a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa_201109.pdf> Acesso em: 9 nov. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. 2011b. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br>>. Acesso em: 9 nov. 2011.

KAMAL, A. J.; RAHMAN, W. A.; YAACOB, O. The effect of liming and phosphorus application on the leaf nutrient contents of cashew on tin tailing and bris soils in Malaysia. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 108, p. 91-94, 1985.

KERNOT, I. (Coord.). **Cashew information kit**. Queensland: Department of Primary Industries, 1998. (Agrilink Series).

KUMAR, P. H.; MURTHY, K. N.; NAIR, B. P. Seasonal fluctuations in the major nutrient composition of cashew leaf tissue (*Anacardium occidentale* L.). **Indian Cashew Journal**, Ernakulam, v. 14, p. 17-21, 1981.

KUMAR, P. R. Nutrient distribution in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Indian Cashew Journal**, Ernakulam, v. 14, p. 13-17, 1982.

KUMAR, P. H.; NAIR, B. P.; RAKHIAPPAN, P.; NAGABHUSHANAM, S.; MOHAN, E. Variation in mineral composition of leaves of cashew (*Anacardium occidentale* L.) as

affected by season, position and age. **Indian Cashew Journal**, Ernakulam, v. 14, p. 7-10, 1982a.

KUMAR, P. H.; NAIR, B. P.; MURTHY, K. N. Standardisation of leaf sample size for NPK analysis in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Indian Cashew Journal**, Ernakulam, v. 14, p. 13-14, 1982b.

KUMAR, P. H.; RAKIAPPAN, P.; NAIR, P. B.; MOHAN, E.; NAGABHUSHANAM, S. Effect of season, position and age of leaf on the major nutrient composition of cashew. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 108, p. 293-294, 1985.

LATIS, T.; CHIBILITI, G. Foliar diagnosis of nutrient deficiencies in cashew: a study conducted in the Western Province of Zambia. **Revista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, Firenze, v. 82, p. 677-689, 1988.

LIMA, R de L. S. de; **Efeitos da adubação orgânica e mineral sobre a produção de mudas de cajueiro anão-precoce**. 1996. 65 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

LIMA, R. de L. S. de; FERNANDES, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H. de; 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, p. 391-395, 2001.

LIMA, S. da S.; KHAN, A. S.; LIMA, P. S.; LEITE, L. A. de S.; MATTOS, A. L. A. Nível tecnológico e fatores de decisão para adoção de tecnologia na produção de caju no Ceará. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 8, p. 121-145, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

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

MELO, A. R. B. de. **Concentração e quantidade de macronutrientes em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) anão precoce**. 1991. 72 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MENDONÇA, V.; ALMEIDA, A. L. C. de; SILVA, K. J. P.; BATISTA, T. M. de V.; OLIVEIRA, L. A. de A. Formation of cashew and tamarind rootstocks influenced by nitrogen levels. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, p. 82-88, 2008.

MENON, M. A; SULLADMATH, U. V. Mineral nutrition of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Indian Cashew Journal**, Ernakulam, v. 14, p. 7-13, 1982.

NAIR, M. K.; RAO, E. Y. Y. B.; NAMBIAR, K. K. N.; NAMBIAR, M. C. **Cashew (*Anacardium occidentale* L.)**. Kerala: Central Plantation Crops Research Institute, 1979. 151 p.

O'FARRELL, P. J.; ARMOUR, J. D.; REID, D. J. Nitrogen use for high productivity and sustainability in cashew. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 124, p. 19-28, 2010.

OHLEH, J. G.; COESTER, W. A. Symptoms of mineral deficiencies in cashew seedlings. **Indian Cashew Journal**, Ernakulam, v. 12, p. 5-9, 1979.

PINHEIRO, R. de C. A. **Efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre a produtividade do cajueiro anão-precoce em cultivo irrigado**. 2002. 42 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)–Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

- QUEIROZ, J. de A. **Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes na cultura do cajueiro anão precoce**. 2005. 38 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- REDDY, A. V.; RAO, P. V. N.; ANKAI AH, S.; RAO, I. V. S. Cashew NPK nutrition in relation to growth under graded doses of nitrogen fertilization. **Indian Cashew Journal**, Ernakulam, v. 14, p. 15-21, 1981.
- RICHARDS, N. K. Cashew tree nutrition related to biomass accumulation, nutrient composition and nutrient cycling in sandy red earths of Northern Territory, Australia. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 52, p. 125-142, 1992.
- RICHARDS, N. K. Cashew tree yield growth and macronutrient status, as influenced by fertilizers applications. **Cashew research in the Northern Territory, Australia**. p. 1-16, 1993. (Technical Bulletin, 202).
- ROVIRA, L. A. **Efeitos e sintomas das deficiências de macronutrientes no crescimento e na composição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)**. 1971. 48 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. de; DECHEN, A. R. Nutrição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). II – Deficiência dos micronutrientes – Nota prévia. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 32, p. 191-195, 1975.
- SAWKE, D. P.; GUNJATE, R. T.; LIMAYE, V. P. Effect of nitrogen, phosphorus and potash fertilization on growth and production of cashewnut. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 108, p. 95-99, 1985.
- SOARES, I.; QUEIROZ, J. de A.; OLIVEIRA, V. H. de; CRISOSTOMO, L. A.; OLIVEIRA, T. S. de. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes na cultura do cajueiro anão precoce. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, p. 173-181, 2008.
- SUBBAIAH, C. C.; MANIKANDAN, P.; JOSHI, Y. Yellow leaf spot of cashew: a case of molybdenum deficiency. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 94, p. 35-42, 1986.
- SUISHENG, D.; SHIBANG, J.; LIHONG, L.; YUANMEI, W.; ZHENCAI, L.; XIANLI, P. Studies on transformation of low yield cashew-nut plantations. **Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale**, Firenze, v. 85, p. 393-414, 1991.
- TOMAZ, M. A.; MARTINEZ, H. E. P.; SAKIYAMA, N. S.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. A. Absorção, translocação e utilização de zinco, cobre e manganês por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 377-384, 2006.
- VIDYACHANDRA, B.; HANAMASHETTI, S. I. Response of cashew to nitrogen, phosphorus and potash application. **Indian Cashew Journal**, Ernakulam, v. 16, p. 17-18, 1984.
- XIMENES, C. H. M. **Adubação mineral de mudas de cajueiro anão precoce cultivadas em diferentes substratos**. 1995. 102 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)–Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- YAACOB, O.; NGAH, W. A. R.; KAMAL, A. J. Effect of rainfall, age and position on the nutrient content of cashewnut leaf on tin tailing in Malaysia. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 108, p. 85-90, 1985.







Impressão e acabamento
Embrapa Informação Tecnológica

O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação do Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.