



IIP

Boletim 18

Instituto Internacional da Potassa
Horgen/Suíça

Aduando para Alta Produtividade e Qualidade

Fruteiras Tropicais do Brasil



IIP Boletim Nº 18

Adubando para Alta Produtividade e Qualidade Fruteiras Tropicais do Brasil

Organizadores:

Dr. Lindbergue Araújo Crisóstomo

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dr. Sara Mesquita 2270, Caixa Postal 3761
Fortaleza, CE CEP 60511-110, Brasil

e

Dr. Alexey Naumov

Professor da Faculdade de Geografia
da Universidade Estadual de Moscou, Rússia
Leninskie Gory, 119992 Moscow, Russia

Traduzido por: **Dr. Lindbergue Araújo Crisóstomo**

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2009



IIP
Instituto Internacional da Potassa
Horgen/Suíça

© Todos os direitos reservados: International Potash Institute
Baumgärtlistrasse 17
P.O. Box 569
CH-8810 Horgen, Switzerland
Tel.: +41 43 810 49 22
Fax: +41 43 810 49 25
E-mail: ipi@ipipotash.org
www.ipipotash.org

2007

ISBN 978-3-9523243-1-8

DOI 10.3235/978-3-9523243-1-8

Título original: Fertilizing for High Yield and Quality

Editado por A.E. Johnston

Agriculture and the Environment Division

Rothamsted Research

Harpenden, Herts. AL5 2JQ, UK

1ª edição em português

1ª impressão (2009): 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 Agroindústria Tropical

Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil / organizadores, Lindbergue Araújo Crisóstomo, Alexey Naumov; tradução Lindbergue Araújo Crisóstomo. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2009.

238 p.; 21 cm. – (IIP. Boletim 18).

ISBN 978-85-89946-09-4

Tradução de: Fertilizing for high yield and quality: tropical fruits of Brazil.

1. Fruticultura Tropical - Fertilização. I. Crisóstomo, Lindbergue Araújo, org. II. Naumov, Alexey, org. III. Título: Fertilizing for yield and quality: tropical of Brazil. IV. Série.

CDD 631.422

© Embrapa 2009

Frutas Tropicais do Brasil.....	6
Introdução	6
1. Acerola	13
1.1. Introdução	13
1.2. Clima, solo e planta.....	14
1.3. Manejo do solo e da cultura	15
1.4. Nutrição mineral	16
1.5. Adubação	22
1.6. Irrigação	25
1.7. Referências.....	27
2. Bananeira.....	31
2.1. Introdução	31
2.2. Clima e solo	32
2.3. Manejo do solo e da cultura	35
2.4. Nutrição mineral	36
2.5. Adubação	42
2.6. Irrigação	45
2.7. Referências.....	47
3. Cajueiro-anão precoce	50
3.1. Introdução	50
3.2. Produção mundial e tendência	51
3.3. Clima e solo	52
3.4. Manejo do solo e da cultura	54
3.5. Nutrição mineral	55
3.6. Adubação	60
3.7. Análise do solo e recomendação de adubação	61
3.8. Irrigação	63
3.9. Referências.....	66
4. Citros	70
4.1. Introdução	70
4.2. Fisiologia da produção	71

4.3.	Solos.....	72
4.4.	Nutrição mineral	72
4.5.	Referências.....	85
5.	Coqueiro-anão verde.....	89
5.1.	Introdução	89
5.2.	Clima, solo e morfologia.....	90
5.3.	Manejo do solo e da cultura	91
5.4.	Nutrição Mineral	93
5.5.	Calagem e adubação.....	95
5.6	Referências.....	101
6.	Goiabeira.....	104
6.1.	Introdução	104
6.2.	Clima, solo e morfologia.....	105
6.3.	Solo e cultivo	106
6.4.	Nutrição mineral	108
6.5.	Adubação	116
6.6.	Referências.....	121
7.	Mangueira.....	125
7.1.	Introdução	125
7.2.	Clima e solo	126
7.3.	Manejo do solo e da cultura	127
7.4.	Nutrição mineral	130
7.5.	Adubação	133
7.6.	Irrigação	140
7.7.	Referências.....	142
8.	Mamoeiro	146
8.1.	Introdução	146
8.2.	Clima, solo e planta.....	146
8.3.	Manejo do solo e da cultura	149
8.4.	Nutrição mineral	150
8.5.	Adubação	156
8.6.	Irrigação	159
8.7.	Referências.....	163

9.	Maracujazeiro	166
9.1.	Introdução	166
9.2.	Clima, solo e planta.....	166
9.3.	Manejo do solo e da cultura	170
9.4.	Nutrição mineral	170
9.5.	Adubação	175
9.6.	Irrigação	178
9.7.	Referências.....	180
10.	Abacaxizeiro	182
10.1.	Introdução	182
10.2.	Clima, solo e planta.....	182
10.3.	Manejo do solo e da cultura	186
10.4.	Nutrição mineral	190
10.5.	Adubação	198
10.6.	Referências.....	200
11.	Gravioleira.....	206
11.1.	Introdução	206
11.2.	Produção mundial e tendência	206
11.3.	Clima e solo	207
11.4.	Manejo do solo e da cultura	208
11.5.	Nutrição mineral	209
11.6.	Adubação	212
11.7.	Irrigação	217
11.8.	Referências.....	219
	Siglas, Símbolos e Abreviações	223
	Apêndice do Capítulo 1: Fotos de Aceroleira.....	226
	Apêndice do Capítulo 2: Fotos de Bananeira	227
	Apêndice do Capítulo 3: Fotos de Cajueiro.....	228
	Apêndice do Capítulo 4: Fotos de Cítricos.....	230
	Apêndice do Capítulo 5: Fotos de Coqueiro-Anão Verde.....	232
	Apêndice do Capítulo 6: Foto de Goiaba.....	234
	Apêndice do Capítulo 7: Foto de Manga.....	234
	Apêndice do Capítulo 8: Fotos de Mamoeiro.....	235
	Apêndice do Capítulo 10: Fotos de Abacaxizeiro.....	237

3. Cajueiro-Anão Precoce

Lindbergue Araújo Crisóstomo¹
Carlos Roberto Machado Pimentel¹
Fábio Rodrigues de Miranda¹
Vitor Hugo de Oliveira¹

3.1. Introdução

No Nordeste do Brasil é encontrada a maior diversidade do gênero *Anacardium*, por essa razão, Johnson (1973) considerou o Estado do Ceará o centro de origem do cajueiro. Além disso, cerca de 98% da área brasileira cultivada com cajueiro, segundo Paula Pessoa et al. (1995) está situada no Nordeste.

No Brasil, o cajueiro dada a variabilidade genética, vem sendo estudado em dois grupos: o tipo comum (gigante), o mais difundido, apresentando porte elevado com altura variando de 5 a 8 m, podendo atingir até 15 metros. O diâmetro da copa, em geral, varia de 12 a 14 m e, em casos excepcionais até 20 m (Barros, 1995). Por sua vez, cajueiros do tipo anão precoce caracterizam-se por apresentar porte baixo, em média 4 m, diâmetro da copa de 6 a 8 m, grande precocidade etária e florescimento entre 6 e 18 meses (Barros *et al.*, 1998).

As flores são pequenas, polígamas, agrupadas em grandes panículas terminais, pedunculadas e o fruto é um aquênio (castanha) pendente de um pedúnculo carnoso e suculento (caju) de cor e tamanho variáveis. A amêndoa da castanha de caju é rica em vitaminas, ácidos graxos não-saturados e proteínas. O pedúnculo apresenta teores elevados de vitamina C, açúcares, minerais (cálcio, ferro e fósforo) e fibras. O aproveitamento do pedúnculo, atualmente, é inferior a 20% do total produzido, e utilizado para o consumo *in natura*, fabrico de doces compotas e bebidas diversas. Em geral, a relação castanha: pedúnculo é de 1:10 (p:p).

O sistema radicular do cajueiro-anão precoce é constituído por uma raiz pivotante bem desenvolvida, por vezes bifurcada, podendo, em solos arenosos, alcançar dez ou mais metros de profundidade, e por raízes laterais que se desenvolvem na camada de solo superficial, entre 15 a 32 cm de profundidade; o comprimento pode atingir duas vezes o diâmetro da copa, na condição de sequeiro (Barros, 1995). Em cajueiro irrigado, observou-se que o comprimento das raízes laterais fica praticamente

¹Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dr. Sara Mesquita 2270, Caixa Postal 3761, CEP 60511-110, Fortaleza-CE, Brasil, E-mail: lindbergue@cnpat.embrapa.br, pimentel@cnpat.embrapa.br, fabio@cnpat.embrapa.br, vitor@cnpat.embrapa.br.

circunscrito à área molhada. Essas características são de relevante importância na adubação da cultura. Falade (1984) avaliando a variabilidade da textura, pedregosidade e horizonte ou camada endurecida do solo sobre o desenvolvimento do sistema radicular do cajueiro, constatou grande variação na profundidade da pivotante e distribuição em profundidade e comprimento das laterais.

3.2. Produção mundial e tendência

A área mundial total ocupada com cajueiro, em 2004, foi de 3,09 milhões de hectares e a produção de 2,27 milhões de toneladas, o que representou um rendimento médio por hectare de 0,73 toneladas (Tabela 3.1). Os principais países produtores foram Vietnã, Índia, Nigéria, Brasil, Indonésia e Tanzânia, responsáveis por 83,9% da produção mundial. Em 2002 os maiores rendimentos foram do Vietnã e Tanzânia, com 2.920 e 1.250 kg ha⁻¹. Por sua vez, os menores rendimentos foram obtidos pelo Brasil e Benin, com 260 e 220 kg ha⁻¹, respectivamente.

O baixo rendimento observado no Brasil, deverá ser modificado em função da expansão de áreas e substituição de cajueiros antigos por clones de cajueiro-anão precoce mais produtivos.

No período de 1995 a 2004, a produção mundial de castanha dobrou em função dos incentivos governamentais, nos países produtores e expansão dos mercados consumidores. Verifica-se que a tendência da produção mundial, embora crescente, ocorreu em ritmo inferior aos últimos sete anos (Figura 3.1). O grande aumento na produção e área cultivada com cajueiros ocorreu no Vietnã, e, no período de 1995-2004 a produção de castanha teve um crescimento de 300%.

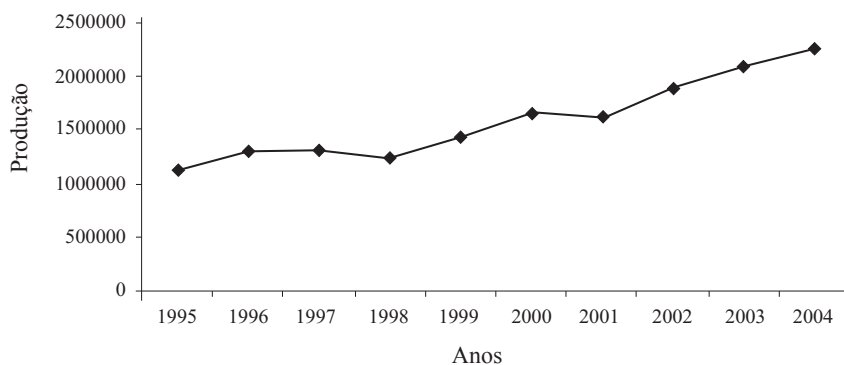


Fig. 3.1. Produção mundial de castanha de caju, 1995-2005 (FAO, 2006).

Durante esse período as exportações mundiais de castanha, apresentaram um crescimento médio de 150%. Embora as exportações tenham permanecido praticamente constantes entre 1995-1999, foi incrementada a partir de 2000 (FAO, 2006). Considerando as exportações de forma desagregada, por país, observa-se que, em 2002 os principais exportadores de castanha de caju foram Índia, Vietnã e Brasil, responsáveis por 46,35%, 24,36% e 13,18%, respectivamente. Na Europa, a grande maioria da amêndoa de castanha de caju importada é redistribuída pelo porto de Rotterdam, fazendo, desse modo, a Holanda como o quarto maior país exportador dessa commodity.

Com relação aos valores, em 2002, foram comercializados US\$ 240,9 milhões, com uma variação de preço de US\$ 3,12 kg⁻¹ para a amêndoa vietnamita, a US\$ 4,10 para a amêndoa reexportada pelos Estados Unidos. Nesse ano, a amêndoa da castanha de caju brasileira foi comercializada, em média, a US\$ 3,38 kg⁻¹.

As importações de castanha de caju, em 2002, tiveram como principais consumidores os Estados Unidos, Holanda, Inglaterra e Alemanha responsáveis por 46%, 10,9%, 5,17% e 4,08%, respectivamente. A alta participação do mercado norte-americano no mercado de amêndoa o torna regulador dos preços no mercado mundial.

Considerando-se a expansão das exportações de amêndoa de castanha de caju, observa-se uma tendência ao aumento de consumo no âmbito mundial.

Tabela 3.1. Produção, área colhida e produtividade de castanha de caju, 2004.

Países	Produção	Área colhida	Rendimento
	t	ha	kg ha ⁻¹
Vietnam	825.696	282.300	2.920
Índia	460.000	730.000	630
Nigéria	213.000	324.000	660.000
Brasil	182.632	691.059	260
Indonésia	120.000	260.000	460
Tanzânia	100.000	80.000	1.250
Costa do Marfim	90.000	125.000	720
Guiné-Bissau	81.000	212.000	380
Moçambique	58.000	50.000	1.160
Benin	40.000	185.000	220
Mundo	2.265.473	3.089.078	730

Fonte: FAO, 2006.

3.3. Clima e solo

3.3.1. Clima

O cajueiro é uma planta sempre verde, podendo, no entanto, ocorrer renovação parcial da folhagem. Dada a sua sensibilidade à baixa temperatura, sua distribuição geográfica está confinada na faixa de latitude 27°N e 28°S (Frota e Parente, 1995).

Por sua origem tropical, o cajueiro desenvolve-se bem em temperaturas variando de 22 a 40 °C, porém Parente et al. (1972) citam 27 °C como temperatura média ideal para desenvolvimento e frutificação normais. Dada a influência da altitude sobre a temperatura, nas proximidades do equador são encontrados plantios de cajueiros em altitudes de até 1.000 metros. Em latitudes mais elevadas e altitude superior a 170 metros, o rendimento da cultura, segundo Aguiar e Costa (2002), tem sido afetada negativamente.

Quanto à umidade relativa do ar, o cajueiro desenvolve-se bem entre os limites de 70% a 85%, no entanto, tem-se observado pleno desenvolvimento da planta em regiões onde a umidade relativa do ar, por longo período de tempo, é de 50%. Para isso, é necessário que o solo apresente boa reserva hídrica ou seja submetido à irrigação. Em regiões onde a umidade relativa do ar é superior a 85% observa-se maior incidência de doenças fúngicas nas folhas, flores e frutos.

O vento exerce pouca influência sobre a cultura do cajueiro. Contudo, velocidade de 7 m s⁻¹ ou superior, Aguiar e Costa (2002) relataram elevada queda de flores, frutos e tombamento de plantas, principalmente.

Segundo Aguiar e Costa (2002) o cultivo do cajueiro é realizado com sucesso, quando a precipitação pluvial anual situa-se nos limites entre 800 a 1500 mm, distribuída em 5 a 7 meses e período seco de 5 a 6 meses, coincidindo com as fases de floração e frutificação. A esse respeito, Frota et al. (1985) citados por Aguiar e Costa (2002), relataram cultivos bem sucedidos, em regiões de precipitação pluvial de até 4.000 mm; porém, com estação seca de quatro a sete meses, nem sempre bem distribuída.

3.3.2. Solos

No Brasil, principalmente no Nordeste, a maioria das plantações de cajueiros é encontrada vegetando em solos Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas), Latossolos e Argissolos (Podzólicos), profundos, bem drenados, sem pedregosidade e sem camadas endurecidas, porém, de baixa fertilidade química (Crisostomo, 1991). Na Índia, relatos têm informado que o cajueiro é cultivado em solos de baixa fertilidade, lixiviados, ácidos, por vezes com conteúdos elevados de alumínio (Al) trocável (Hanamashetti et al., 1985, Gunn e Coks, 1971, Falade, 1984 Badrinath et al., 1997). Por outro lado, Menon e Sulladmath (1982) relataram a existência de comunidades de cajueiros medrando, satisfatoriamente, em solos vulcânicos, ferralíticos, ferruginosos, lateríticos, aluviais, não recomendando, contudo, solos argilosos, embora de elevada fertilidade, e aqueles com lençol freático elevado, por vezes sujeitos à encharcamento. De acordo com Latis e Chibiliti (1988) o cajueiro requer menos nutrientes do que outras fruteiras, razão pela qual muitos cultivos são encontrados em solos de fertilidade marginal. No entanto, pesquisas têm revelado respostas satisfatórias a adubação mineral como as realizadas por (Falade, 1978;

Sawke *et al.*, 1985; Hamamashetti *et al.*, 1985 e Grundon, 1999). Falade (1984) concluiu que, as características físicas e químicas do solo influenciam tanto a copa (altura das plantas e diâmetro da copa) como a morfologia do sistema radicular, concluindo daí, que solos de textura leve, profundos, bem drenados, moderadamente ácidos, conteúdo e saturação por bases baixos, livres de pedregosidade, e sem camada ou horizonte endurecido nos 100 cm superficiais são os mais adequados para o cultivo do cajueiro.

A análise química do solo, como guia para recomendação de corretivos e de fertilizantes, deve ser realizada com certa antecedência ao transplante da muda. Em pomares já estabelecidos, as análises do solo e de folha, fornecem subsídios ao técnico para recomendação de fertilizantes e corretivos necessários. Na Tabela 3.2 são apresentados os níveis dos atributos empregados na avaliação da fertilidade do solo.

3.4. Manejo do solo e da cultura

3.4.1. Preparo do solo e plantio da muda

Para novos plantios, o terreno deve ser desmatado, destocado e livre de raízes, principalmente, na área ao redor do local onde vai ser preparada a cova, assegurando, dessa maneira, a não concorrência com outras plantas. No preparo do solo é recomendável minimizar a utilização de máquinas pesadas, com a finalidade de diminuir os riscos de compactação do solo.

A correção do solo com calcário, quando necessária, deve ser realizada em duas etapas, a primeira antes da aração e a segunda, por ocasião da gradagem. As quantidades a serem aplicadas devem ser suficientes para elevar a saturação por bases a 60% e os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocáveis para o mínimo 16 e 3 mmol_c dm⁻³, respectivamente (Crisostomo *et al.*, 2003).

Para o transplante das plântulas, é recomendável a utilização de covas de 40 x 40 x 40 cm para solos arenosos e de 50 x 50 x 50 cm para os de textura média no espaçamento de 7 x 7 m ou 8 x 6 m. No fundo da cova, aplicar calcário dolomítico em quantidade equivalente à recomendada na calagem para um metro quadrado de solo. A cova deverá ser preenchida com uma mistura de terra superficial, 10 L de esterco bovino curtido, fósforo de acordo com a análise do solo, 100 g de Frits⁽¹⁾, 30 dias antes do transplante. O esterco bovino, de modo geral, eleva substancialmente a condutividade elétrica do solo causando danos, por vezes irreversíveis às plântulas. Kernot (1998) considera que a condutividade elétrica do extrato de saturação maior do que 0,30 dS m⁻¹ é indesejável.

⁽¹⁾ F.T.E. Br-12 9% Zn, 1,8% B, 0,8% Cu, 3,0% Fe, 2,0% Mn, 0,1% Mo.

3.4.2. Condução da planta

A plântula deverá ser tutorada com o objetivo de mantê-la ereta, as brotações laterais removidas, tanto no porta-enxerto como no enxerto, até um metro de altura, deixando os três ou quatro ramos mais robustos, visando a obtenção de plantas com boa arquitetura de copa. A retirada das inflorescências no primeiro ano de cultivo é recomendável, para que as plantas cresçam mais vigorosas. A poda, geralmente, está limitada à retirada dos ramos praguejados, secos, caídos e do hábito de crescimento da planta. Sendo a frutificação do cajueiro periférica, sobretudo nos dois terços inferiores da planta, a eliminação dos ramos inferiores deve ser minimizada (Oliveira e Bandeira, 2002).

O controle de plantas invasoras, quando necessário, deve ser praticado nos 15 cm a no máximo 20 cm do solo superficial, para se evitar o corte ou ferimento das raízes. Para a conservação do solo pela erosão (eólica ou hídrica), é recomendável o roço mecânico ou manual nas entrelinhas de plantas, mantendo-se limpa apenas a área de solo sob a projeção da copa, com capina química ou manual. Tal procedimento reduz a concorrência das plantas invasoras por água e nutrientes e, ainda, facilita a colheita de castanhas.

Para redução dos custos de implantação e manutenção do pomar é desejável o emprego de cultivos intercalares com plantas de ciclo curto (milho, feijão, mandioca, sorgo) até o terceiro/quarto anos. Caso essa prática seja adotada, deve-se manter uma faixa de pelo menos um metro de distância da planta. A adubação da cultura intercalar e da principal se faz necessária para diminuir a concorrência.

3.5. Nutrição mineral

3.5.1. Extração e exportação de nutrientes

O cajueiro, erroneamente, é tido como planta que carece de baixa disponibilidade de nutrientes, razão pela qual, muitos cultivos são encontrados em solos de baixa fertilidade natural, sem nenhum aporte de fertilizantes. No entanto, tem sido observado que o rendimento de castanha é incrementado com a adição de fertilizantes (Ghosh e Bose, 1986), Ghosh, 1989, Grundon, 1999).

A demanda de nutrientes após a germinação é suprida pelos cotilédones e, aproximadamente aos 45 dias ocorre a exaustão com conseqüente indução do desenvolvimento do sistema radicular (Ximenes, 1995).

Em cada ciclo de crescimento, os nutrientes são removidos do solo para suprir as partes vegetativas das plantas (folhas, ramos, caule e raízes) e para exportação quando da colheita dos frutos e pseudofrutos. O crescimento das plantas e colheitas satisfatórias somente serão possíveis, no mínimo, pela reposição dos nutrientes exportados pelas partes colhidas. Na Tabela 3.3 são visualizados alguns valores dos nutrientes exportados pelo cajueiro, em produção.

Tabela 3.2. Níveis dos atributos físico-químicos e químicos sugeridos para interpretação da análise do solo no Brasil e Austrália.

Brasil (Crisóstomo, 2003; Raij <i>et al.</i> , 1997)			Austrália (Kemot, 1998)		
Atributo	Classe	Nível	Atributo	Classe	Nível
pH (1:2,5)	Satisfatório	5,5–6,0	pH (1:5)	Satisfatório	6,0–6,5
CaCl ₂ 0,1 M			água (1:2,5)		
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)			Condutividade elétrica (dS/m)	Boa Elevada	<0,15 >0,30
P-resina (mg dm ⁻³)	Baixo Adequado Elevado	<12 13–30 >30	Fósforo (mg dm ⁻³) Bicarbonato de sódio	Baixo Adequado Elevado	<30 30–50 >50
Potássio (mmol _c dm ⁻³)	Baixo Adequado Elevado	<1,5 1,6–3,0 >3,0	Potássio (mmol _c kg)	Baixo Adequado Elevado	<0,1 0,2–0,4
Cálcio (mmol _c /dm ³)	Baixo Adequado Elevado	<3 4-7 >8	Cálcio (mmol _c kg ⁻¹)	Baixo Adequado Elevado	<1,5 1,6–1,8 >1,9
Magnésio (mmol _c dm ⁻³)	Baixo Adequado Elevado	<4 4-7 >8	Magnésio (mmol _c kg ⁻¹)	Baixo Adequado Elevado	<0,2 0,2–0,3 >0,4
Cobre (DTPA) (mg dm ⁻³)	Baixo Adequado Elevado	<0,2 0,3–0,8 >0,8	Cobre (mg kg ⁻¹)	Baixo	<0,3
Zinco (DTPA) (mg dm ⁻³)	Baixo Adequado Elevado	<0,5 0,6–1,2 >1,2	Zinco (mg kg ⁻¹)	Baixo Marginal Elevado	<0,5 0,5–1,0 >1,0

Fontes: Raij *et al.*, 1997; Kemot, 1998; Crisostomo *et al.*, 2003.

Tabela 3.3. Exportação de nutrientes pela castanha e pseudofruto.

Fonte	Castanha					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Mohapatra <i>et al.</i> , (1973)	31,36	4,15	6,30	-	-	-
Haag <i>et al.</i> , (1985)	6,76	0,70	3,28	0,24	0,67	0,27
Fragoso, (1996) CCP 76 ⁽¹⁾	11,79	1,28	6,16	0,38	2,23	0,60
Fragoso, (1996) CCP 09 ⁽¹⁾	11,35	1,47	7,25	0,27	2,19	0,66
Kernot, (1998)	13,80	2,00	6,50	1,00	1,60	0,70

Fonte	Pedunculo					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Mohapatra <i>et al.</i> , (1973) ^b	6,16	0,85	3,90	-	-	-
Haag <i>et al.</i> , (1985) ^a	7,14	0,66	2,93	0,14	0,64	0,26
Fragoso, (1996) CCP 76 ^{a(1)}	0,90	0,10	1,16	0,01	0,13	0,04
Fragoso, (1996) CCP 09 ^{a(1)}	0,81	0,11	1,32	0,01	0,12	0,06
Kernot, (1998) ^b	8,50	1,30	8,50	0,90	0,90	0,80

^apeso fresco; ^bpeso seco.

⁽¹⁾CCP: Clone de Caju de “Pacajus” 09 ou 76.

3.5.2. Funções e importância dos nutrientes

Nitrogênio (N): Reddy *et al.* (1981) e Ghosh (1986) relataram aumentos expressivos na produção de castanha pelo incremento do nitrogênio aplicado. Ghosh (1989) constatou que o aumento na dose de nitrogênio aplicada influenciou, significativamente, a duração do período de floração, o número e o peso das castanhas. Os sintomas de deficiência de N manifestam-se, inicialmente, nas folhas mais velhas, caracterizando-se por clorose na região apical do limbo e, dada a sua mobilidade e redistribuição, as folhas jovens mantêm-se verdes (Foto 3.1). As plantas deficientes em nitrogênio apresentam: (a) porte baixo, poucos ramos e menor número de folhas; (b) folhas com coloração pálida pela diminuição do teor de clorofila (Foto 3.1); (c) em caso de deficiência severa pode ocorrer queda das folhas e morte dos ramos.

A análise química das folhas tem sido utilizada, para avaliação do estado nutricional do pomar e, juntamente com a análise do solo, para formulação da recomendação de fertilizantes. Haag *et al.* (1975) (Tabela 3.4) consideraram 13,8 g de N kg⁻¹ de matéria seca como insuficiente, concordando, portanto, com a sugestão de Kernot (1998). Para os dois autores, os níveis de N adequados situam-se, entre 24,0 a 25,8 e 14,0 a 18,0 g kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente. Tais diferenças podem ser atribuídas ao material genético pesquisado por cada autor.

Fósforo (P): O fósforo é absorvido em quantidades inferiores às de N e K. Na Tabela 3.1 são observadas as quantidades de P exportadas pelo fruto que variaram de 0,7

a 4,15 g kg⁻¹ e pseudofruto com variação de 0,11 a 1,30 g kg⁻¹. Tais diferenças são devidas à forma de expressão dos resultados, peso fresco e peso seco. Os sintomas visuais de deficiência de P caracterizam-se, inicialmente, pela coloração verde-escura da folha e, nos estágios mais avançados, tornam-se verde-opacas, e caem prematuramente. De modo geral, plantas deficientes em P apresentam folhas menores do que as das plantas bem nutridas. A redistribuição do nutriente, os sintomas visuais são observados nas folhas do terço inferior das plantas.

A análise química das folhas revela o estado nutricional da planta, havendo possibilidade de, juntamente, com a análise do solo, ajudar na recomendação de fertilizante fosfatado. Na Tabela 3.4 são observados os conteúdos de P nas folhas, relatados na Austrália, Brasil e Zâmbia, os quais são bem próximos.

Tabela 3.4. Conteúdos comparativos de nutrientes encontrados em folhas de cajueiro na Austrália, Brasil e Zâmbia.

Nutriente (na MS)	Richards (1993)	Haag <i>et al.</i> (1975)	Latis e Chibiliti (1988)
	Austrália	Brasil	Zâmbia
Macronutriente	-----g kg ⁻¹ -----		
N	15,0	22,9	17,2
P	1,08	1,4	0,2
K	0,62	8,9	0,9
Ca	3,8	2,1	1,2
Mg	2,6	3,4	0,7
S	-	1,8	-
Micronutriente	-----mg kg ⁻¹ -----		
B	-	51,7	12,6
Cu	-	12,7	-
Fe	-	83,1	78,8
Mn	-	139,0	73,2
Zn	-	25,0	8,7

Potássio(K): O cajueiro, quando na produção de 1.000 kg de castanha e 10.000 kg de pedúnculo fresco exporta cerca de 15,4 kg de K (Fragoso, 1996). Os sintomas de deficiência de K, à semelhança do N e P, iniciam-se nas folhas mais velhas, que apresentam uma leve clorose nas bordas. Nos estádios mais avançados, a clorose avança para o centro do limbo foliar, permanecendo verde apenas a base, dando a aparência de um “V” invertido. Tendo em vista que os sintomas visuais somente mostram-se evidentes quando a carência já está em um estágio mais avançado, a análise química permite diagnóstico mais precoce. Kernot (1998) considera como adequado o teor de K na folha entre 7,2 e 11,0 g kg⁻¹ (Tabela 3.4). Por outro lado, os valores encontrados por Haag *et al.* (1975) são mais elevados e variaram de

11,0 a 20,0 g kg⁻¹. Essa diferença, possivelmente, poderá ser atribuída ao material genético utilizado, tendo em vista que o último autor trabalhou com cajueiro gigante.

Cálcio (Ca): O sintoma inicial da carência de Ca, de acordo com Avilán R, (1971), se manifesta como ondulações das folhas novas (Foto 3.2). Por ser o cálcio um elemento de baixa mobilidade na planta, seu fornecimento frequente se faz necessário.

Magnésio (Mg): As quantidades de magnésio absorvidas pelas plantas são, em geral, menores do que àquelas de Ca e K. A deficiência de magnésio é devida à competitividade com outros íons como Ca²⁺, K⁺ e NH₄⁺ (Mengel e Kirkby, 1978). A função mais conhecida do Mg na planta está ligada com a formação da molécula de clorofila, e, ainda, como ativador de enzimas envolvidas na transferência dos radicais fosfatados ricos em energia e, também, na síntese dos ácidos nucleicos. O sintoma característico da deficiência de Mg (Foto 3.3) é o amarelecimento internevural, começando na nervura principal, e evoluindo para as margens. Em geral, a manifestação da deficiência ocorre nas folhas inferiores, dada sua facilidade de translocação para as regiões novas de crescimento ativo.

Enxofre (S): Os sintomas de deficiência de enxofre são observados logo no início do desenvolvimento das plantas. As folhas mais velhas tornam-se cloróticas (Foto 3.4) e, ao mesmo tempo, adquirem consistência rígida. Com a facilidade de translocação do sulfato, as folhas mais velhas são as primeiras a apresentar os sintomas característicos de deficiência.

Boro (B): Os pontos de crescimento ativo da parte aérea e da raiz cessam de alongar-se na deficiência de boro e, se a carência persistir, tornam-se desorganizados, perdem a cor normal e morrem. Com a morte das gemas e das folhas mais novas, as adjacentes tomam um aspecto coriáceo. De modo geral, plantas deficientes em B apresentam superbrotamento com repetição dos sintomas nos novos brotos emitidos.

Cobre (Cu): 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 déficit hídrico. O crescimento parece não ser afetado, pelo menos nos primeiros meses de vida da planta.

Ferro (Fe): O crescimento do cajueiro é seriamente comprometido na ausência de ferro. Em apenas um mês, os sintomas visuais de deficiência tornam-se visíveis, caracterizando-se por uma severa clorose das folhas jovens. Com a progressão da carência, as folhas tornam-se translúcidas, permanecendo verde-claras somente as mais velhas.

Manganês (Mn): No cajueiro, os sintomas de deficiência surgem, inicialmente, nas folhas mais jovens, caracterizando-se por coloração verde-pálida, evoluindo,

depois, para coloração verde-amarelada. As plantas deficientes em Mn apresentam pequeno número de folhas e o crescimento torna-se mais lento apesar de desenvolverem grande número de ramos laterais. É comum ocorrerem agrupamentos de folhas pequenas em forma de roseta, além do secamento e queda prematura de folhas.

Zinco (Zn): Na ausência de zinco as plantas apresentam internódios curtos e poucos ramos laterais. Em plantas deficientes em Zn as folhas mais novas mostram-se pequenas, alongadas, com coloração variando do verde para o verde-pálido, mas as nervuras permanecem verdes. As folhas inferiores maduras desenvolvem-se normalmente.

3.6. Adubação

No que concerne à adubação, Ghosh e Bose (1986) avaliaram o efeito da adubação com N, P e K, isoladamente, ou em combinações diversas. Foi relatado que os maiores rendimentos de castanha foram obtidos com a combinação N, P₂O₅ e K₂O equivalente a 200, 75 e 100 g planta⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Posteriormente, Ghosh (1989), trabalhando com plantas de sete anos, por três anos sucessivos, concluiu que o maior rendimento de castanha foi obtido com a combinação N, P₂O₅ e K₂O (500, 200 e 200 g planta⁻¹ ano⁻¹). Mahanthesh e Melanta (1994) reportaram que apenas 100 g de P₂O₅ eram suficientes quando testaram doses crescentes de nitrogênio (0, 200, 400 600 g planta⁻¹ ano⁻¹). Na presença de P₂O₅ e K₂O nas doses de 200 e 400 g planta⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, Ghosh (1990), constatou que as variáveis peso de castanha, número de castanha, altura e envergadura de plantas foram crescentes e atingiram o ponto máximo com 600 g de N planta⁻¹ ano⁻¹. Grundon (1999), trabalhando por três anos sucessivos, com plantas de quatro anos, relatou aumentos substanciais sobre a produção de castanha, com aplicação de fósforo até 288 g planta⁻¹ ano⁻¹ e enxofre até 176 g planta⁻¹ ano⁻¹, porém, nenhuma reposta foi observada com aplicação de K₂O, até 3.000 g planta⁻¹ ano⁻¹. Estudando a localização da aplicação de fertilizantes, Subramanian et al. (1995) observaram que o maior rendimento de castanha em plantas com 15 anos de idade, foi obtido com 250, 125 e 125 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, quando aplicados em uma faixa circular de 1,5 m de largura e raios de 1,5 m e 3,0 m de distância do tronco. Crisostomo et al. (2004) relataram que o máximo rendimento de castanha (1.536 kg ha⁻¹), no sexto ano de cultivo sob sequeiro, foi obtido com 700 e 45 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N e K₂O, respectivamente. Contudo, do ponto de vista econômico, as doses de N e K₂O recomendadas foram de 107 e 41 g planta⁻¹ ano⁻¹ com retorno econômico de US\$355,36 ha⁻¹ ano⁻¹. Objetivando a avaliação da produção de matéria seca de plantas de cajueiro, Vishnuvardhana et al. (2002) observaram que os maiores rendimentos de castanha foram obtidos com a combinação N, P e K, (1000, 250 e 250) g planta⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Contudo, do ponto de vista econômico, a formulação N, P, K, (500, 250, 250) g planta⁻¹ ano⁻¹ foi o tratamento que produziu melhor resultado econômico.

Geralmente, pouca ou nenhuma ênfase tem sido dada à avaliação econômica da aplicação de fertilizantes sobre o rendimento de castanha. Na Índia, Vidyachandra e Hanamashetti (1984), em experimento de campo com aplicação de N, P₂O₅ e K₂O nas doses de 127, 181 e 108 g planta⁻¹ ano⁻¹, isoladamente ou em combinações de dois ou três nutrientes, durante seis anos, relataram lucro líquido de R\$19,10 (US\$ 0,42) planta⁻¹, com a combinação terciária. Na Austrália, segundo Grundon (1999), a adubação, normalmente, é restrita à cobertura com nitrogênio e potássio, com custo variando de US\$ 0,16 a 0,32 planta⁻¹ ano⁻¹, tendo relatado, ainda, que aplicações de fertilizantes em maiores doses, quando comparadas às tradicionalmente utilizadas, propiciaram receita variando de US\$ 169 a 468 ha⁻¹ ano⁻¹.

3.6.1. Recomendação de adubação sob sequeiro

Adubação de pós-plantio (primeiro ano): Os fertilizantes N e K deverão ser aplicados no período das chuvas em três ou mais parcelas iguais, em sulco circular, com 10 a 15 cm de profundidade e 10 a 15 cm de largura, distanciados de, aproximadamente, 20–30 cm do caule da planta e cobertos com terra, para diminuir as perdas da amônia por volatilização.

Adubação de formação e produção: A adubação nitrogenada e potássica recomendada a partir do segundo ano (Tabela 3.5), deverá seguir o mesmo esquema da utilizada no pós-plantio, contudo, o fertilizante fosfatado deverá ser aplicado em uma única parcela. Profundidade e largura do sulco de adubação são as mesmas adotadas para o pós-plantio, porém, a distância do caule deverá ser aumentada de modo a situar-se no terço externo da projeção da copa (Crisostomo et al., 2003).

3.6.2. Recomendação de adubação em cultivo irrigado

Adubação de pós-plantio, formação e produção: No cultivo irrigado, os fertilizantes nitrogenados e potássicos solúveis, sólidos ou líquidos são injetados na água de irrigação, possibilitando, dessa maneira, melhor distribuição e aproveitamento pelo sistema radicular. Por sua vez, os fosfatados, também, podem ser aplicados via água de irrigação, contudo, deve-se observar os cuidados necessários para evitar o entupimento dos emissores (microaspersores ou gotejadores). As dosagens recomendadas às diversas fases de crescimento da planta são apresentadas na Tabela 3.5.

3.7. Análise do solo e recomendação de adubação

3.7.1. Brasil

Os critérios para interpretação dos resultados de análises de solo, visando recomendar adubação para o cajueiro (Tabela 3.5) permitem separar áreas com alta probabilidade de resposta de um determinado nutriente, daquelas de média e baixa resposta. Além disso, também, são consideradas a produtividade esperada, a idade das plantas e o sistema de plantio, se irrigado ou de sequeiro.

Tabela 3.5. Recomendação de adubação para o cajueiro anão-precoce sob irrigação e sequeiro, nas fases de plantio, formação e produção.

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

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

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

Fontes: Crisostomo *et al.*, 2002; Crisostomo *et al.*, 2003.

3.7.2. Austrália

Na Tabela 3.6 são encontradas as sugestões de adubação para o cajueiro a partir do segundo ano, sem levar em consideração a análise do solo (Kernot, 1998).

Tabela 3.6. Recomendação de adubação para cajueiro.

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano >5
Macronutriente	----- g planta ⁻¹ ano ⁻¹ -----					
N	-	200	400	600	800	1.200
P	-	30	80	100	140	170
K	-	150	400	600	800	1.200
Ca	-	100	100	200	300	400
Mg	-	100	100	200	250	300
S	-	5	10	20	30	45
Micronutriente						
B	-	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Cu	-	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
Fe	-	1	2	4	6	8
Mn	-	0,2	0,4	0,5	0,7	1,0
Mo	-	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Zn	-	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2

Fonte: Kernot, 1998.

3.8. Irrigação

Embora o cajueiro possa se desenvolver e produzir em regiões com precipitação anual acima de 600 mm, com estação seca de quatro a cinco meses, a irrigação permite maximizar a produtividade, aumentar o período de colheita e melhorar a qualidade do pedúnculo e da castanha. Estudos realizados no Brasil, e em outros, países têm mostrado que a irrigação pode aumentar a produtividade do cajueiro em até 300%, dependendo da região.

3.8.1. Métodos de Irrigação

Na irrigação do cajueiro recomenda-se o uso da microirrigação (microaspersão ou gotejamento), que apresenta as seguintes vantagens sobre outros métodos de irrigação: redução da incidência de doenças foliares e plantas invasoras, economia de água em razão da redução de perdas por evaporação e alta eficiência de irrigação. A microirrigação pode ser adaptada aos diferentes tipos de solos e topografias, economia de mão-de-obra e aplicação eficiente de fertilizantes via água de irrigação (fertirrigação). O custo inicial de um sistema de microirrigação para o cajueiro varia de R\$ 3.000 a R\$ 4.500 (US\$ 1000 a US\$ 1500) por hectare.

Na microaspersão, recomenda-se o uso de um emissor por planta, com vazão nominal de 30 a 70 L h⁻¹ e diâmetro molhado de 3,5 a 5,0 m. No gotejamento devem ser utilizados, o mínimo, quatro emissores por planta adulta, no caso de solos argilosos. No caso de solos arenosos podem ser utilizados até oito gotejadores por planta.

Para escolher entre o sistema de irrigação por microaspersão ou o gotejamento deve-se considerar a disponibilidade hídrica (quantidade e qualidade) e o tipo de produto a ser explorado (castanha ou pedúnculo para mesa). No gotejamento há uma maior economia de água e energia, visto que as perdas de água por evaporação na superfície do solo são menores e o sistema opera com menor pressão de serviço. Por outro lado, o risco de entupimento de gotejadores é maior que o de microaspersores, exigindo uma melhor filtragem, principalmente quando a água utilizada for de superfície, com muita matéria orgânica. O gotejamento oferece, ainda, a vantagem de não molhar os frutos que caem ao solo, permitindo colheitas menos freqüentes, caso o principal produto explorado seja a castanha.

3.8.2. Necessidades hídricas

Na Austrália, Schaper *et al.* (1996) observaram que a irrigação do cajueiro pode ser realizada apenas durante o período de florescimento até a colheita dos frutos, sem causar redução na produção, e com significativa economia de água, comparada à irrigação durante todo o período de seca.

As necessidades hídricas do cajueiro variam de acordo com o clima, com a área foliar da planta, com a fase da cultura e com o método de irrigação utilizado. Em alta demanda evapotranspirativa são recomendados cerca de 5 L dia⁻¹ de água, para cada metro quadrado de superfície do solo, sombreada pela copa das plantas, ou de área molhada pelos emissores (Tabela 3.7). A freqüência das irrigações depende da capacidade de retenção de água do solo, e deve variar entre um e quatro dias, para solos arenosos e argilosos, respectivamente.

Caso a irrigação seja por gotejamento, os volumes recomendados na Tabela 3.7 podem ser reduzidos cerca de 15%. O número de gotejadores por planta deve aumentar gradualmente, de acordo com a idade e o porte das plantas, de um gotejador durante o primeiro ano de cultivo, para até quatro, seis ou oito por planta adulta, no caso de solos argilosos, de textura média, ou arenosos, respectivamente.

O monitoramento da umidade ou da tensão da água do solo é recomendável, a fim de assegurar que os volumes de água aplicados e a freqüência das irrigações atendam às necessidades da cultura. Para isso, podem ser utilizados tensiômetros, que devem ser instalados na zona de maior concentração do sistema radicular da cultura, e em locais representativos das condições do campo como um todo. Para

cada área homogênea em termos de solo e fase da cultura, devem ser instalados tensiômetros em pelo menos três locais diferentes. Isso permite identificar sensores com leituras muito acima ou abaixo da média, que devem ser avaliados quanto ao seu funcionamento ou quanto à ocorrência de problemas no sistema de irrigação (entupimento de emissores, vazamentos na tubulação etc.).

Tabela 3.7. Valores médios de área de projeção da copa, porcentagem do solo coberto pela cultura e volume de água a ser aplicado ao cajueiro anão-precoce em função da idade da planta.

Idade	Área de projeção da copa	Cobertura do solo	Volume de água
	m ²	% ⁽¹⁾	L planta ⁻¹ d ⁻¹⁽²⁾
1ª	1	2	5
2ª	5	10	25
3ª	15	30	70
4ª	25	50	120
5ª +	30	60	145

⁽¹⁾ Considerando o espaçamento entre plantas de 7 m x 7 m.

⁽²⁾ Caso a área molhada pelo emissor seja maior que a área de projeção da copa, o volume de água a ser aplicado deve ser escolhido em função da área molhada.

Fonte: Miranda, F.R. de., 2005; dados não publicados.

No caso do cajueiro, os tensiômetros devem ser instalados em duas profundidades, em cada local de monitoramento: o primeiro a 20 cm e o segundo a 50 cm de profundidade. A distância dos sensores em relação ao tronco da planta varia de 30 cm no primeiro ano de cultivo, a até 1,6 m em plantas adultas. Quando se utiliza a irrigação por gotejamento, os tensiômetros devem ser instalados a uma distância lateral de 20 cm do gotejador. As leituras dos tensiômetros devem ser realizadas, preferencialmente, pela manhã. No caso do cajueiro cultivado em solo arenoso, a tensão da água do solo entre as irrigações deve variar entre 8 a 25 centibars. Para solos argilosos a faixa ideal é entre 30 e 50 centibars. Leituras mais baixas que os valores mínimos citados indicam que a irrigação está excessiva. Leituras acima da faixa ideal indicam que o solo está mais seco que o desejável, e a quantidade de água deve ser aumentada, e, ou, o turno de rega reduzido.

3.8.3. Fertirrigação

A aplicação de fertilizantes via água de irrigação (fertirrigação), apresenta como principais vantagens o aumento da eficiência dos fertilizantes e a redução de custos com mão-de-obra e maquinaria para sua aplicação. A fertirrigação permite aplicar os nutrientes ao solo com maior frequência, sem aumentar o custo de

aplicação, minimizando perdas por volatilização e lixiviação, otimizando a absorção pelas raízes. Os nutrientes mais frequentemente aplicados na fertirrigação são aqueles com maior mobilidade no solo, como o nitrogênio e o potássio (Oliveira *et al.*, 2002).

Para aplicar os fertilizantes na fertirrigação, é necessário um ou mais tanques de solução, onde os fertilizantes são pré-diluídos em água, e um dispositivo injetor. Os tipos de injetores mais utilizados na fertirrigação são: bomba injetora, venturi e tanque de diferencial de pressão.

Várias são as vantagens da fertirrigação: a) uniformidade de aplicação de fertilizantes; b) aplicação do fertilizante de acordo com as necessidades da planta; c) maior eficiência dada a mobilidade do fertilizante na zona molhada do sistema radicular; d) economia de mão-de-obra e de equipamentos agrícolas; e) redução da compactação do solo pela não utilização de maquinaria pesada; f) aplicação dos fertilizantes de acordo com a marcha de absorção de nutrientes; g) maior fracionamento das doses aplicadas, reduzindo as perdas (Santos *et al.*, 1997). O manejo da fertirrigação deve ser cuidadoso, de modo a evitar a acidificação e salinização do solo na zona radicular. Para evitar o entupimento dos emissores os fertilizantes utilizados devem ser de elevada solubilidade, bem como não formar precipitados, principalmente, fosfatos de cálcio e ferro.

3.9. Referências

- Aguiar, M de J.N.; Costa, C.A.R. (2002): Exigências Climáticas *In*: Caju. Produção: aspectos técnicos. p.21-23. Barros, L. M. (Ed.) Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza – CE) Brasília Embrapa Informação Tecnológica. (Frutas do Brasil; 30).148 p.
- Avilán R,L. (1971): Efeitos e sintomas deficiências de macronutrientes no crescimento e na composição do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Barros, L. de M (1995): Botânica, origem e distribuição geográfica. *In*: Cajucultura, modernas técnicas de produção. p. 55 – 71. Araujo, J. P. P de and Silva, V. V. da, organizadores. EMBRAPA/CNPAT. Fortaleza.292 p.
- Barros, L. M.; Paiva, J. R.; Cavalcanti, J. J. V. (1998): Cajueiro anão precoce. Melhoramento genético: estratégias e perspectivas. *Biotecnologia*. 2(6): 18-21.
- Badrinath, M. S.; Sudhir, K.; Chikkaramappa, T. (1997): Soil fertility evaluation or cashew cultivation in coastal Karnataka soils *The Cashew*. 11(2): 22-23.
- Crisostomo, L.A. (1991): Avaliação da fertilidade em dez unidades de solo cultivadas com cajueiro nos estados de Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Tese (Professor Titular) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

- Crisostomo, L.A.; Oliveira, V.H. de; Santos, F. de S. (2002): Cultivo do cajueiro anão precoce em regime de sequeiro. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, folder.
- Crisostomo, L.A.; Santos, F.J. de S.; Oliveira, V.H. de; Raij, B. van; Bernardi, A.C. de C.; Silva, C. A.; Soares, I. (2003): Cultivo do cajueiro anão precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e irrigação. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 8p. (Embrapa Agroindústria Tropical, Circular Técnica N° 08)
- Crisostomo, L. A.; Rossetti, A. G.; Pimentel, C. R. M.; Barreto, P. D.; Lima, R. N. (2004): 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 Agrônômica*. **35**(1): 87-95.
- Kernot, I. (Coord) (1998): Cashew: information kit. Queensland: Department of Primary Industries. Paginação irregular. (Agrilink your guide for better farming, QAL 9806)
- Falade, J.A. (1978): Effects of macronutrients on mineral siatribution in cashew (*Anacardium occidentale* L) *Journal of Science and Food Agriculture*. **29**:81-86.
- Falade, J.A. (1984): Variability in soils and cashew tree size. *Journal of Plantation Crops*. **12**(1): 30- 37
- FAO. (2004): Faostat agriculture data. Crops e livestock primary e processed. Disponível em: <http://apps.fao.org/page/from?collection=Trade>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2004.
- Fragoso, H de A. (1996): Teores nas folhas e exportação de macronutrientes através das castanha e do pedúnculo de dois clones de acajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L). Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Fredeen, A.L.; Rao, I.M.; Terry, N. (1989): Influence of phosphorus nutrition on growth and carbon partitioning in Glycine Max. *Plant Physiology*. **89**: 225- 230.
- Frota, P.C.E.; Parente, J.I.G. (1995): Clima e fenologia. *In*:. *Cajucultura: modernas técnicas de produção*. p.43-54. Araujo, J.P. de A.; Silva, V.V. da, organizadores: EMBRAPA/CNPAT ,Fortaleza. 292 p.
- Ghosh, S.N.; Bose, T.K. (1986): Nutritional requirement of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in laterite tract of west Bengal. *Indian Cashew Journal*. **18** (1): 11-17.
- Ghosh, S.N. (1989): Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on flowering duration, yield and shelling percentage of cashew (*Anacardium occidentale* L.) *Indian Cashew Journal*. **19**(1):19-23.
- Ghosh, S.N. (1990): Effect of different levels of nitrogen on growth and yield of cashew in old plantation. *The Cashew*. **4**(1): 15-17.
- Grundon, N. J. (1999): Cashew nuts in North Queensland respond to phosphorus and sulfur fertilizers. *Better Crops International*. **13**(2): 22-24.

- Gunn, R.N.; Coks, D.D. (1971): Potentialities for Cashew in Northern Australia. The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science. **37**(1): 25-31.
- Haag, H, P.; Sarruge, J.R.; Oliveira, G.D de.; Scoton, L.C.; Dechen, A.R. (1975): Nutrição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*). Absorção de nutrientes – nota prévia Anais da E S. A. “Luiz de Queiroz”. **32**: 197-204.
- Johnson, D.V. (1973): The botany, origin, and spread of the cashew *Anacardium occidentale L.* Journal of Plantation Crops. **1**(1/2): 1-7.
- Kernot, I. (Coord) (1998): Cashew: information kit. Queensland: Department of Primary Industries. (Agrilink your growing guide of better farming, QAL 9806)
- Latis, T.; Chibiliti, G. (1988): Foliar diagnosis of nutrient deficiencies in cashew: a study conducted in the Western Province of Zambia. Revista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale. **82**(4): 677-689.
- Mahanthesh, B.; Melanta, K. R. (1994): Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on yield of cashew apple (*Anacardium occidentale L.*). Cashew. **8**(4):14-18.
- Mengel, K.; Kirkby, E. A. (1987): Principles of plant nutrition. Bern: International Potash Institute, 687p.
- Menon, M.A.; Sulladmath, U.V. (1982): Mineral nutrition of cashew Indian Cashew Journal. **14**(2): 7-13.
- Mohapatra, A.R.; Kumar, K.V.; Bhat, N.T. (1973): A study on nutrient removal by cashew tree. Indian cashew Journal. **7**:19-20.
- Oliveira, V.H. de.; Bandeira, C.T. (2002): Tratos culturais. In Caju. Produção: Aspectos Técnicos, p.102 – 106. Brasília: Embrapa-SPI / Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical.(Frutas do Brasil,30). 148p.
- Oliveira, V.H.de.; Santos, F.J.de S.; Miranda, F.R. (2002): Fertirrigação. In: Caju: Produção Aspectos Técnicos, p. 89- 94. Brasília: Embrapa-SPI / Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical,. (Frutas do Brasil, 30). 148 p.
- Parente, J.I.G.; Maciel, R.F.P.; Vale, E.C. (1972): Cajueiro: aspectos econômicos e agrônômicos 2.ed. Recife: IPEANE, 52 p.
- Paula Pessoa, P.F.A.; Leite, L.A.de S.; Pimentel, C.R.M. (1995): Situação atual e perspectivas da agroindústria do caju. In: Cajucultura: modernas técnicas de produção. p. 23 – 41.. Araujo, J.P.P.; Silva, V.V. da, organizadores. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT. 292p.
- Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. (Eds.) (1997): Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 285p. (Boletim Técnico, 100)
- Reddy, A.V. ; Narasimha Rao, P.V.; Andaih, S.; Bubba Rao, I.V. (1981): Cashew NPK nutrition in relation to growth under graded doses of nitrogen fertilization. Indian Cashew Journal. **14**(4): 15-21.
- Richards, N. K. (1993): Cashew response to water and nutrients in a sandy red earth soil of the Northern Territory. In: Department Of Primary Industry and Fisheries.

- Cashew Research in Northern Territory, Australia 1997 – 1991. Darwin, p. 17 –38 (Technical Bulletin, 202)
- Santos, F.J.de S.; Miranda, F.R.; Oliveira, V. H.de; Saunders, L.C.U. (1997): Irrigação localizada: microirrigação, Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT, 48p. (EMBRAPA/CNPAT, 48p.(EMBRAPA/CNPAT. Documentos, 23).
- Sawke, D. P.; Gunjate, R. T.; Limaye, V. P. (1985): Effect of nitrogen, phosphorus and potash fertilization on growth and production of cashewnut. *Acta Horticulture*.**108**:.95-99.
- Schaper, H.; Chacko, E.K.; Blaikie, S.J. (1996): Effect of irrigation on leaf gas exchange and yield of cashew in northern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*.**36**: 861-868..
- Subramanian,S.; Harris, C. V.; Manivannan, K.; Thagavelu, S. (1995): Studies on method of fertilizer application in cashew. *South Indian Horticulture*. **43**(1-2): 38-39.
- Vidyachandra,B.; Hanamashetti, S.I. (1984): Response of cashew to nitrogen, phosphorus and potash application. *Indian Cashew Journal*. **16**(3): 17-18.
- Vishnuvardhana; Thirumalanju, G.T.; Raghuramulu, Y.; Janakiraman, N.; Shankaranarayma, V.; Shivappa. (2002): Influence of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on growth and yield of cashew under eastern dry zone of Karnataka. *Cashew*. **16**(2): 39-42. Ximenes, C. H.M. (1996): Adubação mineral de mudas de cajueiro anão precoce cultivadas em diferentes substratos. .Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.